

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**

# **ТРУДЫ**

**СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО  
ОРДЕНА ДРУЖБЫ НАРОДОВ  
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА  
(ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)**

**ВЫПУСК ПЯТНАДЦАТЫЙ**

**ВЛАДИКАВКАЗ 2008**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

*М. И. Алкацев, И. Д. Алборов, В. И. Голик, К. С. Дзагоев, В. М. Каиров,  
Г. С. Касаев, И. П. Максимова, М. С. Носенко, Ю. С. Петров,  
Т. А. Позднякова, А. Ч. Хатагов*

Редакторы:

*Н. К. Иванченко,  
И. А. Мисикова,  
Н. Е. Николайченкова*

Компьютерный набор  
и верстка:

*М. П. Куликова, Р. А. Гугкаева,  
И. В. Крыжановская, Т. С. Цишук*

© Издательство “Терек”, СКГМИ (ГТУ).

---

Подписано в печать 8.09.08. Формат 70x108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсет № 2.  
Объем 40,07 усл. п.л. Учетн.-изд.л. 39,77.  
Тираж 250 экз. Заказ № 314  
Отпечатано в подразделении оперативной полиграфии СКГМИ (ГТУ).  
362021. Владикавказ, ул. Николаева, 44.

УДК 532 (0758)

*Асп. МУЗАЕВ Н. И., д-р техн. наук, проф. ВАГИН В. С.,  
д-р техн. наук, проф. ХОСАЕВ Х. С.*

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ  
И ВНУТРЕННИХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН  
В ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО  
ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Представлена математическая модель поверхностных и внутренних гравитационных волн в хвостохранилище горно-обогатительного предприятия. Модель является начально-краевой задачей двухслойного волнового движения воды, когда волны образуются вторжением в слои обвально-оползневого массива горной породы либо селлавинообразного потока. Полученные расчетные выражения и алгоритм позволяют определить амплитуды образованных внутренних волн, а также возможного перехлеста воды из нижних, загрязненных токсическими веществами слоев воды в хвостохранилище.*

Известно, что в нижних слоях хвостохранилищ содержатся токсичные отходы горных выработок, накопленные годами. В результате вторжения в них обвально-оползневого массива горной породы либо селлавинообразного потока на поверхности раздела осветленного и загрязненного слоев воды могут образоваться высокие внутренние волны излива [1, 2, 3]. Вследствие этого, волной излива токсичные вещества могут быть вынесены через створ напорного сооружения и растекаться в нижнем бьефе хвостохранилища. Нередко вблизи напорного сооружения протекает речной поток и вынесенные токсичные вещества вместе с волной излива могут затечь в речной поток в виде боковой приточности к реке. В результате в речном потоке концентрация токсичных веществ может превысить предельно допустимые значения. Река может стать экологически неблагоприятной для рыбного хозяйства, водоснабжения и других нужд народного хозяйства.

На такие опасные проявления природы надо обратить должное внимание. В частности, необходимо в первую очередь его адекватное механико-математическое моделирование и на его основе составить алгоритм и прикладные программы расчета волнового движения поверхности раздела слоев, определить высоты внутренних волн над напорными сооружениями, зону и степень загрязнения окружающей территории и речного потока.

Предположим, что в прямоугольной системе координат  $хоуз$  часть пространства, ограниченная условиями  $0 < x < L$ ,  $0 < y < B$ ,  $-H_2 < z < H_1$ , представляет двухслойное хвостохранилище.  $z = 0$  – уравнение поверхности раздела слоев при невозмущенном состоянии слоев воды,  $L$  – длина,  $B$  – ширина,  $H_2$  – глубина нижнего загрязненного слоя воды,  $H_1$  – глубина верхнего осветленного слоя воды в хвостохранилище, схематизированного в виде прямоугольного параллелепипеда.

Рассмотрим волновое движение слоев воды, вызванное тем, что в промежутке времени  $0 < t < t_0$  через боковую грань в хвостохранилище вторгся обвально-оползневый массив горной породы либо селлавинообразный поток. Волновые движения слоев воды механико-математически моделируются следующей контактной начально-краевой задачей:

$$\frac{d^2\varphi_1}{dx^2} + \frac{d^2\varphi_1}{dy^2} + \frac{d^2\varphi_1}{dz^2} = 0 \quad \text{при } 0 < z < H_1; \quad (1)$$

$$\frac{d^2\varphi_2}{dx^2} + \frac{d^2\varphi_2}{dy^2} + \frac{d^2\varphi_2}{dz^2} = 0 \quad \text{при } -H_2 < z < 0; \quad (2)$$

$$\varphi_1 = \frac{d\varphi_1}{dt} = 0, \quad \varphi_2 = \frac{d\varphi_2}{dt} = 0 \quad \text{при } t = 0; \quad (3)$$

$$\left. \frac{d\varphi_1}{dx} \right|_{x=0} = 0 \quad \left. \frac{d\varphi_1}{dx} \right|_{x=L} = 0; \quad (4)$$

$$\left. \frac{d\varphi_1}{dy} \right|_{y=0} = V_1(x, z, t), \quad \left. \frac{d\varphi_1}{dy} \right|_{y=B} = 0; \quad (5)$$

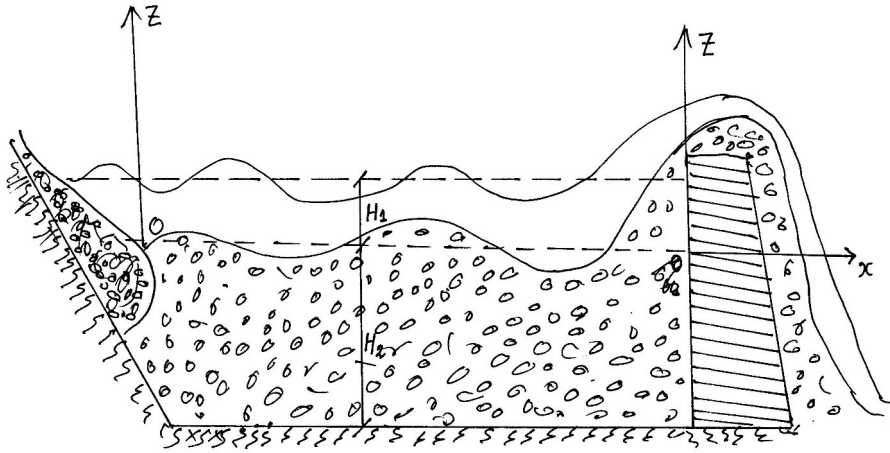
$$\left. \frac{d\varphi_2}{dx} \right|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{d\varphi_2}{dx} \right|_{x=L} = 0; \quad (6)$$

$$\left. \frac{d\varphi_2}{dy} \right|_{y=0} = V_2(x, z, t), \quad \left. \frac{d\varphi_2}{dy} \right|_{y=B} = 0; \quad (7)$$

$$\left( \frac{d^2\varphi_1}{dt^2} + g \frac{d\varphi_1}{dz} \right) \Big|_{z=H_1} = 0 \quad \frac{d\varphi_1}{dz} = \frac{d\varphi_2}{dz} \quad \text{при } z = 0; \quad (8)$$

$$\rho_1 \left( \frac{d^2\varphi_1}{dt^2} + g \frac{d\varphi_1}{dz} \right) \Big|_{z=0} = \rho_2 \left( \frac{d^2\varphi_2}{dt^2} + g \frac{d\varphi_2}{dz} \right), \quad (9)$$

где приняты следующие обозначения:  $\varphi_1(x, y, z, t)$  и  $\varphi_2(x, y, z, t)$  – потенциалы пространственных движений верхнего и нижнего слоев воды соответственно;  $\rho_1$  и  $\rho_2$  – плотности слоев;  $V_1(x, z, t)$  и  $V_2(x, z, t)$  – скорости вторжения обвально-оползневого массива горной породы либо селлавинообразного потока в верхнем и нижнем слоях воды соответственно;  $x, y, z$  – продольная, поперечная и вертикальная координаты соответственно;  $t$  – время;  $g$  – ускорение силы тяжести. Схематически хранилище показано на рисунке.



Схематический разрез хвостохранилища горно-обогатительного предприятия.

При известных потенциалах скоростей уравнения волновых движений свободных поверхностей и поверхности раздела слоев определяются следующими выражениями:

$$\eta_1(x, y, t) = -\frac{1}{g} \frac{d\varphi_1(x, y, H_1, t)}{dt}, \quad (10)$$

$$\eta_1(x, y, t) = \frac{\rho_1}{(\rho_2 - \rho_1)g} \frac{d\varphi_1(x, y, 0, t)}{dt} - \frac{\rho_1}{(\rho_2 - \rho_1)g} \frac{d\varphi_2(x, y, 0, t)}{dt}. \quad (11)$$

Скорости вторжения в слоях воды представим так:

$$V_1(x, z, t) = V_{1,1}(x) V_{1,2}(z) V_{1,3}(t) u_0;$$

$$V_2(x, z, t) = V_{2,1}(x) V_{2,2}(z) V_{2,3}(t) u_0;$$

$$V_{1,1}(x) = \begin{cases} 1, & \text{при } x_0 - a < x < x_0 + a, \\ 0, & \text{при } x_0 + a < x < L; \end{cases}$$

$$V_{1,2}(z) = \begin{cases} 1, & \text{при } z_{1,0} - \frac{h_1}{2} < z < z_{1,0} + \frac{h_1}{2}, \\ 0, & \text{при } 0 < z < z_{1,0} - \frac{h_1}{2}, \quad z_{1,0} + \frac{h_1}{2} < z < H_1; \end{cases}$$

(12)

$$V_{1,3}(t) = \begin{cases} 1, & \text{при } 0 < t < t_0, \\ 0, & \text{при } t < t_0; \end{cases}$$

$$V_{2,1}(x) = \begin{cases} 1, & \text{при } x_0 - a < x < x_0 + a, \\ 0, & \text{при } 0 < x < x_0 - a, \quad x_0 + a < x < L; \end{cases}$$

$$V_{2,2}(z) = \begin{cases} 1, & \text{при } -z_{2,0} - \frac{h_2}{2} < z < z_{2,0} + \frac{h_2}{2}, \\ 0, & \text{при } -H_2 < z < -z_{2,0} - \frac{h_2}{2}, \quad -z_{2,0} + \frac{h_2}{2} < z < 0; \end{cases} \quad (12)$$

$$V_{2,3}(t) = \begin{cases} 1, & \text{при } 0 < t < t_0, \\ 0, & \text{при } t < t_0. \end{cases}$$

Приступив к решению поставленной начально-краевой задачи математической физики (1)–(12), применим к ней последовательно интегральное преобразование Лапласа относительно времени  $t$  и конечное косинус интегральное преобразование относительно поперечной координаты  $y$ :

$$\tilde{\varphi}_1(x, y, z) = \int_0^{+\infty} \varphi_1(x, y, z, t) e^{-pt} dt, \quad (13)$$

$$\tilde{\varphi}_2(x, y, z) = \int_0^{+\infty} \varphi_2(x, y, z, t) e^{-pt} dt, \quad (14)$$

$$\tilde{\varphi}_{1,m}(x, z) = \int_0^B \tilde{\varphi}_1(x, y, z) \cos \frac{m\pi}{B} y dy, \quad (15)$$

$$\tilde{\varphi}_{2,m}(x, z) = \int_0^B \tilde{\varphi}_2(x, y, z) \cos \frac{m\pi}{B} y dy. \quad (16)$$

В результате этих преобразований начально-краевая задача (1)–(12) приводится к следующему виду:

$$\frac{\partial^2 \tilde{\varphi}_{1,m}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}_{1,m}}{\partial z^2} - a_m^2 \tilde{\varphi}_{1,m} = V_{1,1}(x) V_{1,2}(z) \tilde{V}_{1,3}(x) U_0, \quad 0 < z < H_1, \quad (17)$$

$$\frac{\partial^2 \tilde{\varphi}_{2,m}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}_{2,m}}{\partial z^2} - a_m^2 \tilde{\varphi}_{2,m} = V_{2,1}(x) V_{2,2}(z) \tilde{V}_{2,3}(x) U_0, \quad -H_2 < z < 0, \quad (18)$$

$$\left. \frac{\partial \tilde{\varphi}_{1,m}}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial \tilde{\varphi}_{1,m}}{\partial x} \right|_{x=L} = 0, \quad (19)$$

$$\left. \frac{\partial \tilde{\varphi}_{2,m}}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial \tilde{\varphi}_{2,m}}{\partial x} \right|_{x=L} = 0, \quad (20)$$

$$\left( p^2 \tilde{\varphi}_{1,m} + g \frac{\partial \tilde{\varphi}_{1,m}}{\partial z} \right) \Big|_{z=H_1} = 0, \quad \frac{\partial \tilde{\varphi}_{1,m}}{\partial z} \Big|_{z=0} = \frac{\partial \tilde{\varphi}_{2,m}}{\partial z} \Big|_{z=0}, \quad (21)$$

$$p_1 \left( p^2 \tilde{\varphi}_{1,m} + g \frac{\partial \tilde{\varphi}_{1,m}}{\partial z} \right) \Big|_{z=0} = p_2 \left( p^2 \tilde{\varphi}_{2,m} + g \frac{\partial \tilde{\varphi}_{2,m}}{\partial z} \right) \Big|_{z=0}, \quad (22)$$

$$\frac{\partial \tilde{\varphi}_{2,m}}{\partial z} \Big|_{z=-H_2} = 0.$$

Разложим функции  $V_{1,1}(x)$  и  $V_{2,1}(x)$  в ряды Фурье по косинусам в интервале  $(0, L)$ :

$$V_{1,1}(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n \cos \frac{n\pi}{L} x, \quad V_{2,1}(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \beta_n \cos \frac{n\pi}{L} x, \quad (23)$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{L} \int_0^L V_{1,1}(x) dx, \quad \alpha_n = \frac{2}{L} \int_0^L V_{1,1}(x) \cos \frac{n\pi}{L} x dx, \quad (24)$$

$$\beta_0 = \frac{1}{L} \int_0^L V_{2,1}(x) dx, \quad \beta_n = \frac{2}{L} \int_0^L V_{2,1}(x) \cos \frac{n\pi}{L} x dx.$$

Решения дифференциальных уравнений (17) и (18) при граничных условиях (19) и (20) можно искать в виде следующих тригонометрических рядов:

$$\tilde{\varphi}_{1,m}(x, z) = \sum_{n=0}^{\infty} \tilde{\varphi}_{1,m,n}(z) \cos \frac{n\pi}{L} x, \quad (25)$$

$$\tilde{\varphi}_{2,m}(x, z) = \sum_{n=0}^{\infty} \tilde{\varphi}_{2,m,n}(z) \cos \frac{n\pi}{L} x. \quad (26)$$

Выражения (25) и (26) автоматически удовлетворяют граничным условиям (19) и (20) соответственно. Подставим выражения (23), (25) и (26) в уравнения (17) и (18) и в граничные условия (21) и (22) и приравняем коэффициенты при косинусах с одинаковыми аргументами в левых и правых частях, получим:

$$\frac{d^2 \tilde{\varphi}_{1,n,m}}{dz^2} - \lambda_{n,m}^2 \tilde{\varphi}_{1,n,m} = u_0 \alpha_n \tilde{V}_{1,3} \tilde{V}_{1,2}(z), \quad 0 < z < H_1, \quad (27)$$

$$\frac{d^2 \tilde{\varphi}_{2,n,m}}{dz^2} - \lambda_{n,m}^2 \tilde{\varphi}_{2,n,m} = u_0 \beta_n \tilde{V}_{2,3} V_{2,2}(z), \quad -H_2 < z < H_1; \quad (28)$$

$$\left( p^2 \tilde{\varphi}_{1,n,m} + g \frac{\partial \tilde{\varphi}_{1,n,m}}{\partial z} \right) \Big|_{z=H_1} = 0, \quad \frac{\partial \tilde{\varphi}_{1,n,m}}{\partial z} \Big|_{z=0} = \frac{\partial \tilde{\varphi}_{2,n,m}}{\partial z} \Big|_{z=0}; \quad (29)$$

$$p_1 \left( p^2 \tilde{\varphi}_{1,n,m} + g \frac{\partial \tilde{\varphi}_{1,n,m}}{\partial z} \right) \Big|_{z=0} = p_2 \left( p^2 \tilde{\varphi}_{2,n,m} + g \frac{\partial \tilde{\varphi}_{2,n,m}}{\partial z} \right) \Big|_{z=0}, \quad (30)$$

$$\frac{\partial \tilde{\varphi}_{2,n,m}}{\partial z} \Big|_{z=-H_2} = 0.$$

Решая краевые задачи (27), (28), (29), (30), определяем функции  $\tilde{\varphi}_{1,n,m}(z)$  и  $\tilde{\varphi}_{2,n,m}(z)$ . Далее, обратным ходом, из выражений (25) и (26) определяем функции  $\tilde{\varphi}_{1,n,m}(x, z)$  и  $\tilde{\varphi}_{2,n,m}(x, z)$ . Функции  $\tilde{\varphi}_{1,n,m}(x, y, z)$  и  $\tilde{\varphi}_{2,n,m}(x, y, z)$  определяем в результате выполнения обратных косинус-преобразований, имеющих вид:

$$\tilde{\varphi}_{1,m}(x, y, z) = \frac{\tilde{\varphi}_{1,0}(x, z)}{B} + \frac{2}{B} \sum_{m=1}^{\infty} \tilde{\varphi}_{1,m}(x, z) \cos \frac{m\pi}{B} y, \quad (31)$$

$$\tilde{\varphi}_{2,m}(x, y, z) = \frac{\tilde{\varphi}_{2,0}(x, z)}{B} + \frac{2}{B} \sum_{m=1}^{\infty} \tilde{\varphi}_{2,m}(x, z) \cos \frac{m\pi}{B} y. \quad (32)$$

Для определения оригиналов  $\tilde{\varphi}_1(x, y, z, t)$  и  $\tilde{\varphi}_2(x, y, z, t)$  по изображениям (31) и (32) достаточно использовать таблицу операционного исчисления и теорему о свертке.

При известных оригиналах  $\varphi_1(x, y, z, t)$  и  $\varphi_2(x, y, z, t)$  уравнение волновой поверхности раздела слоев определяется в результате подстановки этих функций в выражение (11). Окончательно для него получаются следующие расчетные выражения:

$$\eta(x, y, t) = \frac{\eta_{0,0}(t)}{B} + \frac{1}{B} \sum_{n=1}^{\infty} \eta_{n,0}(t) \cos \frac{n\pi}{L} x + \frac{2}{B} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \eta_{n,m}(t) \cos a_n x \cos a_m x, \quad (32)$$

где приняты обозначения:

$$\eta_{0,0}(t) = \frac{2av_2(t)h_2}{L}, \quad (34)$$



$$\eta_{n,m}(t) = \frac{\alpha_n}{D_{n,m}(\gamma_{2n,m}^2 - \gamma_{1n,m}^2) \cdot \text{ch } \lambda_{n,m} H_1 \cdot \text{ch } \lambda_{n,m} H_2} \times$$

$$\times \left\{ g \lambda_{n,m} \left( \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \text{ch } \lambda_{n,m} H_2 \cdot K'_n(f_{1,n,m}(t) - \varphi_{1,n,m}(t)) \right) + \right.$$

$$\left. + \text{ch } \lambda_{n,m} H_1 S_n(f_{1,n,m}(t) - \varphi_{2,n,m}(t)) - \right. \quad (35)$$

$$\left. - \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \text{ch } \lambda_{n,m} H_2 \cdot K_n(\gamma_{1n,m}^2 \cdot f_{1,n,m}(t) - \gamma_{2n,m}^2 \varphi_{2,n,m}(t)) - \right.$$

$$\left. - \text{ch } \lambda_{n,m} H_1 \cdot S_n(\gamma_{1n,m}^2 \cdot f_{2,n,m}(t) - \gamma_{2n,m}^2 \varphi_{2,n,m}(t)) \right\};$$

$$f_{1,n,m}(t) = \begin{cases} U_1 \frac{\sin \gamma_{1,n,m,t}}{\gamma_{1,n,m}}, & 0 < t < t_0, \\ \frac{2U_1}{\gamma_{1,n,m}} \cos\left(\gamma_{1,n,m}\left(t - \frac{t_0}{2}\right)\right) \sin\left(\gamma_{1,n,m} \frac{t_0}{2}\right), & t > t_0; \end{cases} \quad (36)$$

$$f_{2,n,m}(t) = \begin{cases} U_2 \frac{\sin \gamma_{1,n,m,t}}{\gamma_{1,n,m}}, & 0 < t < t_0, \\ \frac{2U_2}{\gamma_{1,n,m}} \cos\left(\gamma_{1,n,m}\left(t - \frac{t_0}{2}\right)\right) \sin\left(\gamma_{1,n,m} \frac{t_0}{2}\right), & t > t_0; \end{cases} \quad (37)$$

$$\varphi_{1,n,m}(t) = \begin{cases} U_1 \frac{\sin \gamma_{2,n,m,t}}{\gamma_{2,n,m}}, & 0 < t < t_0, \\ \frac{2U_1}{\gamma_{2,n,m}} \cos\left(\gamma_{2,n,m}\left(t - \frac{t_0}{2}\right)\right) \sin\left(\gamma_{2,n,m} \frac{t_0}{2}\right), & t > t_0; \end{cases} \quad (38)$$

$$\varphi_{2,n,m}(t) = \begin{cases} U_2 \frac{\sin \gamma_{2,n,m,t}}{\gamma_{2,n,m}}, & 0 < t < t_0, \\ \frac{2U_2}{\gamma_{2,n,m}} \cos\left(\gamma_{2,n,m}\left(t - \frac{t_0}{2}\right)\right) \sin\left(\gamma_{2,n,m} \frac{t_0}{2}\right), & t > t_0; \end{cases} \quad (39)$$

$$S_n = \frac{\text{ch } \lambda_{n,m} \left( H_2 - z_{2,0} - \frac{h_2}{2} \right) - \text{ch } \lambda_{n,m} \left( H_2 - z_{2,0} - \frac{h_2}{2} \right)}{\lambda_{n,m}}; \quad (40)$$

$$K_n = \frac{\operatorname{ch} \lambda_{n,m} \left( H_1 - z_{1,0} - \frac{h_1}{2} \right) - \operatorname{ch} \lambda_{n,m} \left( H_1 - z_{1,0} - \frac{h_1}{2} \right)}{\lambda_{n,m}}; \quad (41)$$

$$K'_n = \frac{\operatorname{ch} \lambda_{n,m} \left( H_1 - z_{1,0} - \frac{h_1}{2} \right) - \operatorname{ch} \lambda_{n,m} \left( H_1 - z_{1,0} - \frac{h_1}{2} \right)}{\lambda_{n,m}}; \quad (42)$$

$$\lambda_{n,m} = \sqrt{a_n^2 + a_m^2}, \quad a_n = \frac{n\pi}{L}, \quad a_m = \frac{m\pi}{B}; \quad (43)$$

$$\gamma_{1,n,m} = \sqrt{\frac{g\lambda_{n,m}}{2}} \sqrt{p_{n,m} \sqrt{p_{n,m}^2 - 4q_{n,m}}}; \quad (44)$$

$$\gamma_{2,n,m} = \sqrt{\frac{g\lambda_{n,m}}{2}} \sqrt{p_{n,m} \sqrt{p_{n,m}^2 - 4q_{n,m}}}; \quad (45)$$

$$p_{n,m} = \frac{\operatorname{th}(\lambda_{n,m}H_2) + \operatorname{th}(\lambda_{n,m}H_1)}{D_{n,m}}; \quad (46)$$

$$q_{n,m} = \frac{\left(1 - \frac{\rho_1}{\rho_2}\right) \operatorname{th}(\lambda_{n,m}H_1) \cdot \operatorname{th}(\lambda_{n,m}H_2)}{D_{n,m}}; \quad (47)$$

$$D_{n,m} = 1 + \frac{\rho_1}{\rho_2} \operatorname{th}(\lambda_{n,m}H_1) \cdot \operatorname{th}(\lambda_{n,m}H_2); \quad (48)$$

$$\alpha_n = \frac{4}{La_n} \cos a_n x_0 \cdot \sin a_n a. \quad (49)$$

Полученные расчетные выражения, начиная с (33) и кончая (49), легко реализуются на ЭВМ и позволяют выполнить численные эксперименты по определению амплитуд образованных волн в зависимости от кинематических характеристик селелавинообразного потока либо обвального-оползневого массива, а также от геометрических габаритов хвостохранилища.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ламб Г. Гидродинамика. М.: Гостехиздат, 1947.
2. Стокер Дж. Дж. Волны на воде. М.: Изд-во иностранной литературы, 1959.
3. Сретенский Л. Н. Теория волновых движений жидкости. М.: Наука, 1977.

**РАЗРАБОТКА ПРИБЛИЖЕННОГО АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА  
РЕШЕНИЯ НАЧАЛЬНО-КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ПОВЕРХНОСТНЫХ  
ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН В УЗКОМ ГЛУБОКОМ  
НЕПРИЗМАТИЧЕСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

*Разработан приближенный аналитический метод решения начально-краевых задач поверхностных гравитационных волн в узком глубоком непризматическом водохранилище. Гравитационные волны образуются в результате вторжения в заполненное водохранилище обвального оползневого массива горной породы либо селелавинообразного потока. В результате решения поставленной задачи получены расчетные формулы и составлен алгоритм для определения на ЭВМ амплитуд образованных волн.*

Предположим, что в прямоугольной системе координат  $oxyz$  часть пространства, ограниченная условиями  $0 \leq x \leq L$ ,  $-\frac{B(x,z)}{2} \leq y \leq \frac{B(x,z)}{2}$ ,  $-H \leq z \leq 0$ , представляет узкое глубокое непризматическое водохранилище горного региона ( $L$  – длина,  $B(x,y)$  – ширина,  $H$  – глубина водохранилища, ось  $oz$  направлена вертикально вверх). Рассмотрим волновое движение воды, вызванное тем, что в промежутке времени  $0 < t < t_0$  через участки боковой грани вторгся в заполненное водохранилище обвальное оползневый массив горной породы либо селелавинообразный поток. Волновое движение, вызванное вторжением, описывается следующей начально-краевой задачей относительно потенциала скорости  $\varphi(x, z, t)$ :

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} + \frac{1}{B(x,z)} \frac{\partial B(x,z)}{\partial x} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{1}{B(x,z)} \frac{\partial B(x,z)}{\partial z} \frac{\partial \varphi}{\partial z} = \frac{q(x,z,t)}{B(x,z)}, \quad (1)$$

$$\varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0 \quad \text{при } t = 0, \quad (2)$$

$$\left. \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right|_{x=L} = 0, \quad (3)$$

$$\left( \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} + g \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) \Big|_{z=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right|_{z=-H} = 0, \quad (4)$$

где  $q(x, z, t)$  – скорость вторжения в водохранилище обвального оползневого массива либо селелавинообразного потока.

Как известно в классической двумерной линейной теории поверхностных гравитационных волн, потенциал скорости удовлетворяет дифференциальному уравнению Лапласа [1, 2, 3]. Здесь же, в дифференциальном уравнении (1), дополнительно содержатся три слагаемых. Последние два слагаемых

связаны с непризматической конфигурацией водохранилища. Ширина водохранилища  $B(x, z)$  зависит как от продольной, так и от вертикальной координат  $x$  и  $z$ . Впервые это уравнение было получено в работе [4]. Функция  $\varphi(x, z, t)$  в указанном уравнении представляет потенциал средней по ширине векторной скорости, т. е.

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = U(x, z, t) = \frac{1}{B(x, z)} \int_{-B(x, z)/2}^{B(x, z)/2} V_x(x, y, z, t) dy, \quad (5)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial z} = V(x, z, t) = \frac{1}{B(x, z)} \int_{-B(x, z)/2}^{B(x, z)/2} V_z(x, y, z, t) dy,$$

В этих выражениях подразумевается, что ось  $oy$  направлена в поперечном направлении водохранилища.

Скорость вторжения обвально-оползневой массы либо селелавинообразного потока представим в следующем виде:

$$q(x, z, t) = q_1(x)q_2(z)q_3(t); \quad B(x, z) = B_1(x)B_2(z);$$

$$q_1(x) = \begin{cases} 1, & \text{при } x_0 - a < x < x_0 + a, \\ 0, & \text{при } 0 < x < x_0 + a, \quad x_0 + a < x < L; \end{cases}$$

$$q_2(z) = \begin{cases} 1, & \text{при } -z_0 - \frac{h}{2} < z < -z_0 + \frac{h}{2}, \\ 0, & \text{при } -H < z < -z_0 - \frac{h}{2}, \quad -z_0 + \frac{h}{2} < z < 0; \end{cases} \quad (6)$$

$$q_3(t) = \begin{cases} U_0, & \text{при } 0 < t < t_0, \\ 0, & \text{при } t > t_0. \end{cases}$$

Коэффициенты дифференциального уравнения (1) являются переменными, зависящими от двух переменных  $x$  и  $y$ , и в связи с этим при попытке строгого аналитического решения начально-краевой задачи (1) – (4) мы сталкиваемся с большими математическими трудностями, и при произвольной функции  $B(x, z)$  задача никем не решена.

В данной статье разработан приближенный аналитический метод решения указанной задачи при условии, что ширина водохранилища  $B(x, z)$  изменяется в продольном и вертикальном направлении настолько плавно, что возможно пренебрежение членами, содержащими квадраты ее частных производных, и частными производными второго порядка как бесконечно малыми величинами по сравнению с остальными членами. Такой приближенный способ впервые был применен в работах Грина – относительно длинных волн в канале с изменяющейся в продольном направлении шириной [1]. Основное упрощающее допущение то, что пренебрегают членами, содержащими квадраты и высшие степени производной второго порядка, т. е.

$$B'^2(x) \approx 0 \quad \text{и} \quad B''(x) \approx 0. \quad (7)$$

Указанные упрощающие допущения морфометрически отражают то, что ширина непризматического канала в продольном направлении изменяется плавно и незначительно в пределах одной длины волны. Отметим, что математическая теория гидравлики открытых потоков в непризматических руслах также основана на приближениях (7) [2].

По аналогии с приближенной теорией Грина, в дальнейшем будем пренебрегать членами, содержащими выражения:

$$\left(\frac{\partial B}{\partial x}\right)^2 \approx 0; \quad \left(\frac{\partial B}{\partial z}\right)^2 \approx 0; \quad \frac{\partial^2 B}{\partial x^2} \approx 0; \quad \frac{\partial^2 B}{\partial z^2} \approx 0; \quad \frac{\partial^2 B}{\partial x \partial z} \approx 0, \quad (8)$$

в связи с их малостью по сравнению с остальными членами.

Приступив к решению начально-краевой задачи (1)–(4) сперва применим подстановку:

$$\varphi(x, z, t) = \frac{1}{\sqrt{B(x, z)}} \psi(x, z, t). \quad (9)$$

Подставив выражение (9) в начально-краевую задачу (1)–(4) и учитывая упрощающие приближения (8) для введенной функции  $\psi(x, z, t)$ , получим следующую начально-краевую задачу:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = \frac{q(x, z, t)}{\sqrt{B(x, z)}}, \quad (10)$$

$$\psi = \frac{\partial \psi}{\partial t} = 0 \quad \text{при} \quad t = 0, \quad (11)$$

$$\left(\frac{\partial \psi}{\partial x} - \frac{1}{2B} \frac{\partial B}{\partial x} \psi\right)\Big|_{x=0} = 0, \quad \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} - \frac{1}{2B} \frac{\partial B}{\partial x} \psi\right)\Big|_{x=L} = 0, \quad (12)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} + g \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} - \frac{1}{2B} \frac{\partial B}{\partial z} \psi\right)\Big|_{z=0} = 0, \quad (13)$$

$$\left(\frac{\partial \psi}{\partial z} - \frac{1}{2B} \frac{\partial B}{\partial z} \psi\right)\Big|_{z=-H} = 0.$$

Введем новую функцию  $\Phi(x, z, t)$ :

$$\Phi(x, z, t) = \frac{\partial \psi}{\partial x} - \frac{1}{2B} \frac{\partial B}{\partial x} \psi \quad (14)$$

и дифференциальные операторы  $D, D_1, D_2$ :

$$D_1 = \Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial}{\partial z^2}, \quad (15)$$

$$D_1 = \frac{\partial^2}{\partial t^2} + g \frac{\partial}{\partial z} - g \frac{1}{2B} \frac{\partial B}{\partial z}; \quad D_2 = \frac{\partial}{\partial z} - \frac{1}{2B} \frac{\partial B}{\partial z}. \quad (16)$$

Приложив к обеим сторонам (14) последовательно операторы  $D, D_1, D_2$  и учитывая выражения (4), (6), (10)–(13) относительно введенной функции  $\Phi(x, z, t)$ , получим следующую начально-краевую задачу:

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = \left( \frac{d}{dx} \left( \frac{q_1(x)}{\sqrt{B_1(x)}} \right) - \frac{1}{2B_1} \frac{dB_1}{dx} \frac{q_1(x)}{\sqrt{B_1}} \right) \frac{q_2(z)q_3(t)}{\sqrt{B_2(z)}}, \quad (17)$$

$$\Phi = \frac{\partial \Phi}{\partial t} = 0 \quad \text{при } t = 0, \quad (18)$$

$$\Phi|_{x=0} = 0, \quad \Phi|_{x=L} = 0, \quad (19)$$

$$\left. \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} + g \left( \frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{1}{2B_2} \frac{\partial B_2}{\partial z} \Phi \right) \right|_{z=0} = 0, \quad (20)$$

$$\left. \left( \frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{1}{2B_2} \frac{\partial B_2}{\partial z} \Phi \right) \right|_{z=-H} = 0.$$

Применим последовательно интегральное преобразование Лапласа относительно времени  $t$  и разложение правой части уравнения (17) в ряд Фурье по синусам в интервале  $(0, L)$ :

$$\tilde{\Phi}(x, z) = \int_0^{+\infty} \Phi(x, z, t) e^{-pt} dt, \quad (21)$$

$$\frac{d}{dx} \left( \frac{q_1(x)}{\sqrt{B_1(x)}} \right) - \frac{1}{2B_1} \frac{dB_1}{dx} \frac{q_1(x)}{\sqrt{B_1}} = \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \sin \frac{n\pi}{L} x, \quad (22)$$

$$\tilde{\Phi}(x, z) = \sum_{n=1}^{\infty} \tilde{\Phi}_n(z) \sin \frac{n\pi}{L} x. \quad (23)$$

В результате этих операций для функции  $\tilde{\Phi}(x, z)$  получим обыкновенное дифференциальное уравнение с двумя граничными условиями:

$$\frac{d^2 \tilde{\Phi}_n}{dz^2} - a_n^2 \tilde{\Phi}_n = \alpha_n q_2(z) \tilde{q}_3, \quad (24)$$

$$\left( p^2 \tilde{\Phi}_n + g \frac{d\tilde{\Phi}_n}{dz} - g \frac{1}{2B_2(z)} B_2'(z) \tilde{\Phi}_n \right) \Big|_{z=0} = 0, \quad (25)$$

$$\left( \frac{d\tilde{\Phi}_n}{dz} - \frac{B_2'(z)}{2B_2(z)} \tilde{\Phi}_n \right) \Big|_{z=-H} = 0.$$

В результате решения краевой задачи (24) – (25) определяются функции  $\tilde{\Phi}_n(z)$ . Теперь, обратным ходом подставив функции  $\tilde{\Phi}_n(z)$  в выражение (23), определяется функция  $\tilde{\Phi}_n(x, z)$ .

Для определения оригинала по изображению  $\tilde{\Phi}_n(x, z)$  достаточно применить таблицу операционного исчисления. При известной функции  $\Phi(x, z, t)$  выражение (14) можно рассмотреть как обыкновенное дифференциальное уравнение относительно функции  $\psi(x, z, t)$ . В результате решения указанного уравнения получится значение функции  $\psi(x, z, t)$ . Подставив полученную функцию  $\psi(x, z, t)$  в выражение (9), окончательно получим искомую функцию  $\varphi(x, z, t)$  представляющую потенциал средней по ширине водоема векторной скорости.

Уравнение волновой поверхности определяется через потенциал скорости простым дифференцированием:

$$\eta(x, t) = - \frac{1}{g} \frac{\partial \varphi(x, z, t)}{\partial t} \Big|_{z=0} = 0. \quad (26)$$

Окончательно для  $\eta(x, t)$  получается следующее выражение:

$$\eta(x, t) = \eta_0(t) + \quad (27)$$

$$+ u_0 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n \Pi_n \alpha_n \sqrt{B_1(0)} f_n(t)}{\left( a_n \operatorname{ch} a_n H + \frac{B_2'(-H)}{B_2(-H)} \sin a_n H \right) \gamma_n} \int_0^x \frac{\sin a_n s}{\sqrt{B_1(s)}} ds,$$

где

$$\eta_0 = \frac{W(t)}{\int_0^L B_1(s) ds B_2(0)}, \quad W(t) = \begin{cases} 2ahU_0 t, & \text{при } 0 < t < t_0, \\ 2ahU_0 t_0, & \text{при } t > t_0; \end{cases} \quad (28)$$

$$\gamma_n = \sqrt{\frac{g a_n \left( a_n \operatorname{ch} a_n H + \frac{B_2'(-H)}{B_2(-H)} \operatorname{sh} a_n H \right)}{a_n \operatorname{ch} a_n H + \frac{B_2'(-H)}{2B_2(-H)} \operatorname{sh} a_n H}} - g \frac{B_2'(0)}{2B_2(0)}; \quad (29)$$

$$\begin{aligned} \Pi_n = & -\frac{B_2'(-H)}{B_2(-H)} \frac{1}{a_n} \int_0^{-H} \frac{q_2(s)}{\sqrt{B_2(s)}} \operatorname{ch} a_n (H+s) ds - \\ & - \int_0^{-H} \frac{q_2(s)}{\sqrt{B_2(s)}} \operatorname{ch} a_n (H+s) ds; \end{aligned} \quad (30)$$

$$f_n(t) = \begin{cases} \sin \gamma_n t, & \text{при } 0 < t < t_0, \\ 2 \cos \gamma_n \left( t - \frac{t_0}{2} \right) \sin \gamma_n \frac{t_0}{2}, & \text{при } t > t_0; \end{cases} \quad (31)$$

$$a_n = \frac{n\pi}{L};$$

$$\alpha_n = -\frac{2}{L} \int_0^{-H} \left( a_n \cos a_n x + \frac{B_2'(x)}{B_2(x)} \sin a_n x \right) \frac{q_1(x)}{\sqrt{B_1(x)}} dx. \quad (32)$$

Полученные расчетные выражения (27) – (32) легко реализуются на ЭВМ. Они позволяют определить амплитуды образованных в водохранилище гравитационных волн в зависимости от скорости, мощности и продолжительности времени вторжения, а также геометрических габаритов и конфигурации водохранилища.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ламб Г. Гидродинамика. М.: Гостехиздат, 1947.
2. Стокер Дж. Дж. Волны на воде. М.: Изд-во иностранной литературы, 1959.
3. Сретенский Л. Н. Теория волновых движений жидкости. М.: Наука, 1977.
4. Музаев И. Д., Созанов В. Г. К теории поверхностных гравитационных волн Коши – Пуассона в узких непрямоугольных водоемах // Изв. вузов, Сев. Кав. регион. Сер. ест. науки. Ростов-на-Дону. 1995. № 3.





### ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ И УГЛОВЫХ МОМЕНТОВ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАММА-КВАНТОВ В ОБЛАСТИ НИЗКИХ ЭНЕРГИЙ

*Работа посвящена получению оценок для пространственных и угловых моментов функции распределения гамма-излучений в области низких энергий в случае чисто комптоновского рассеяния. Эти оценки показывают, что к моментам можно применить преобразование Лапласа, что позволит не только найти искомые моменты, но исследовать их асимптотическое поведение.*

Система интегральных уравнений метода моментов в теории переноса гамма-квантов для случая плоского изотропного источника в бесконечной однородной среде имеет вид:

$$\begin{aligned} \sigma(\lambda)\varphi_n^l(\lambda) = & 2\pi \int_{\lambda-2}^{\lambda} k(\lambda, \lambda') P_l(1 - \lambda + \lambda') \varphi_n^l(\lambda') d\lambda' + \\ & + \frac{\sigma_0}{2l+1} \left[ l\varphi_{n-1}^{l-1}(\lambda) + (l+1)\varphi_{n-1}^{l+1}(\lambda) \right] + \delta_0 \delta_{n_0} \delta_{l_0} \delta(\lambda - a), \quad \lambda \geq a. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь  $\sigma(\lambda)$ ,  $k(\lambda, \lambda')$  – заданные функции, описывающие взаимодействие излучения с веществом, определяемые по формулам:

$$k(\lambda, \lambda') = \frac{1}{2} \left( \frac{\lambda'}{\lambda} \right) \left( \left( 1 + (1 - \lambda + \lambda')^2 \right) \frac{\lambda'}{\lambda} + \left( \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda} \right)^2 \right) \quad (2)$$

$$\text{и } \sigma(\lambda) = \sigma_s(\lambda) + \sigma_a(\lambda); \quad (3)$$

$\sigma_s(\lambda)$  – сечение комптоновского рассеяния, представляемое интегралом

$$\sigma_s(\lambda) = 2\pi \int_{-1}^1 k(\lambda + 1 - \mu\lambda) d\mu, \quad (4)$$

а  $\sigma_a(\lambda)$  – сечение поглощения, задаваемое обычно с помощью таблиц.

Решение системы (1) находится при дополнительном условии:

$$\varphi_n^l(\lambda) \equiv 0, \quad \lambda < a, \quad (5)$$

где  $a$  – заданная положительная постоянная.

Вначале рассмотрим случай  $\sigma_a(\lambda) \equiv 0$  (случай чисто комптоновского рассеивателя). Допустим, что постоянная  $a$ , входящая в условие (5), является очень большим положительным числом. В этом случае для функций  $\sigma_s(\lambda)$  и  $k(\lambda, \lambda')$  будем иметь:

$$\sigma_s(\lambda) = \frac{8\pi}{3} \left( 1 + O\left(\frac{1}{\lambda}\right) \right) \quad (6)$$

и

$$k(\lambda, \lambda') = \frac{1}{2} \left( \left( 1 + (1 - \lambda + \lambda')^2 \right) + O\left(\frac{1}{\lambda}\right) \right). \quad (7)$$

Вместо (1) получим систему:

$$\begin{aligned} y_n^l(\lambda) = & \frac{3}{8} \int_{-1}^{+1} (1 + \mu^2) P_l(\mu) y_n^l(\lambda - 1 + \mu) d\mu + \\ & + \frac{1}{2l+1} \left[ l y_{n-1}^{l-1}(\lambda) + (l+1) y_{n-1}^{l+1}(\lambda) \right] + \delta_{n_0} \delta_{l_0} \delta(\lambda - a), \end{aligned} \quad (8)$$

при дополнительном условии:

$$y_n^l(\lambda) \equiv 0, \quad \lambda < a, \quad (9)$$

вытекающим из условия (5). Система (8) проще системы (1). Рассмотрим асимптотическое решение этой системы при  $\lambda \rightarrow \infty$ .

Функции  $y_n^l$ , удовлетворяющие системе (8), так же как и функции  $\varphi_n^l(\lambda)$ , являющиеся решениями системы (1), допускают оценку вида:

$$\left| y_n^l(\lambda) \right| < M e^{\alpha \lambda}, \quad \lambda > a, \quad (10)$$

где  $M$  и  $\alpha$  – положительные постоянные.

Действительно, представим решение системы (1) в виде:

$$\varphi_n^l(\lambda) = \psi_n^l(\lambda) + c_n^l \delta(\lambda - a), \quad (11)$$

где  $\psi_n^l(\lambda)$  – новые искомые функции, а постоянные  $c_n^l$  определяются из рекуррентных формул:

$$c_n^l = \frac{l}{2l+1} c_{n-1}^{l-1} + \frac{l+1}{2l+1} c_{n-1}^{l+1} + \delta_{n_0} \delta_{l_0}, \quad n, l = 0, 1, \dots \quad (12)$$

Подставляя представление (11) в уравнение (1), находим

$$\begin{aligned} \sigma(\lambda)\psi_n^l(\lambda) = & 2\pi \int_{\lambda-2}^{\lambda} k(\lambda, \lambda') P_l(1-\lambda+\lambda') \psi_n^l(\lambda') d\lambda' + \\ & + \frac{\sigma_0}{2e+1} \left[ l\psi_{n-1}^{l-1}(\lambda) + (l+1)\psi_{n-1}^{l+1}(\lambda) \right] + f_n^l(\lambda), \end{aligned} \quad (13)$$

где

$$f_n^l(\lambda) = \begin{cases} 2\pi c_n^l k(\lambda, \lambda') P_l(1-\lambda+a), & a \leq \lambda \leq a+2, \\ 0, & \lambda > a+2. \end{cases} \quad (14)$$

Первое уравнение системы (13) имеет вид:

$$\sigma(\lambda)\psi_0^0(\lambda) = 2\pi \int_{\lambda-2}^{\lambda} k(\lambda, \lambda') \psi_0^0(\lambda') d\lambda' + f_0^0(\lambda). \quad (15)$$

Так как  $\sigma(\lambda) \equiv \sigma_s(\lambda) \geq \sigma_{\min} > 0$ , то имеют место оценки

$$\left| \frac{f_0^0(\lambda)}{\sigma(\lambda)} \right| < F_0, \quad \lambda \geq a, \quad (16)$$

и

$$\left| \frac{2\pi k(\lambda, \lambda')}{\sigma(\lambda)} \right| < K, \quad \lambda-2 \leq \lambda' \leq \lambda, \quad \lambda \geq a, \quad (17)$$

где  $F_0$  и  $K$  – положительные постоянные. Решение уравнения (1) можно искать в виде ряда

$$\psi_0^0(\lambda) = \sum_{n=0}^{\infty} u_n(\lambda), \quad (18)$$

где

$$u_0(\lambda) = \frac{f_0^0(\lambda)}{\sigma(\lambda)}, \quad (19)$$

$$u_n(\lambda) = \frac{2\pi}{\sigma(\lambda)} \int_{\lambda-2}^{\lambda} k(\lambda, \lambda') u_{n-1}(\lambda') d\lambda', \quad n = 1, 2, \dots \quad (20)$$

При  $n = 1$  имеем:

$$|u_1(\lambda)| < \left| \frac{2\pi}{\sigma(\lambda)} \int_{\lambda-2}^{\lambda} k(\lambda, \lambda') u_0(\lambda') d\lambda' \right| \leq KF_0 \int_a^{\lambda} d\lambda' = KF_0(\lambda - a). \quad (21)$$

При  $n = 2$ , используя полученную оценку, находим:

$$|u_2(\lambda)| < \left| \frac{2\pi}{\sigma(\lambda)} \int_{\lambda-2}^{\lambda} k(\lambda, \lambda') u_1(\lambda') d\lambda' \right| \leq K^2 F_0 \frac{(\lambda-a)^2}{2}. \quad (22)$$

Продолжая этот процесс, при произвольном  $n$ , получим:

$$|u_n(\lambda)| < F_0 \frac{(K(\lambda-a))^n}{n!}. \quad (23)$$

Следовательно, функция  $\varphi_0^0(\lambda)$ , определяемая рядом (18), допускает оценку

$$|\psi_0^0(\lambda)| < F_0 e^{K(\lambda-a)}. \quad (24)$$

Рассмотрим теперь второе уравнение системы (13). Имеем:

$$\sigma(\lambda) \varphi_1^1(\lambda) = 2\pi \int_{\lambda-2}^{\lambda} k(\lambda, \lambda') P_1(1-\lambda+\lambda') \psi_1^1(\lambda') d\lambda' + \frac{\sigma_0}{3} \psi_0^0 + f_1^1(\lambda). \quad (25)$$

Введем новую искомую функцию  $\chi(\lambda)$ , определенную по формуле

$$\chi(\lambda) = e^{-K(\lambda-a)} \psi_1^1(\lambda). \quad (26)$$

Эта функция удовлетворяет уравнению

$$\begin{aligned} \sigma(\lambda) \chi(\lambda) = & 2\pi \int_{\lambda-2}^{\lambda} k(\lambda, \lambda') P_1(1-\lambda+\lambda') l^{-K(\lambda-\lambda')} \chi(\lambda') d\lambda' + \\ & + \left( \frac{\sigma_0}{3} \psi_0^0(\lambda) + f_1^1(\lambda) \right) l^{-K(\lambda-a)}. \end{aligned} \quad (27)$$

Так как свободный член уравнения (25) при  $\lambda \rightarrow 0$  растет по модулю не быстрее чем  $l^{K(\lambda-a)}$ , то свободный член последнего уравнения допускает оценку

$$\left| \frac{1}{\sigma(\lambda)} \left( \frac{\sigma_0}{3} \psi_0^0(\lambda) + f_1^1(\lambda) \right) l^{-K(\lambda-a)} \right| < F_1, \quad \lambda \geq a, \quad (28)$$

где  $F_1$  – постоянная. С другой стороны,

$$\begin{aligned} \left| \frac{2}{\sigma(\lambda)} K(\lambda, \lambda') P_1(1-\lambda+\lambda') l^{-K(\lambda-\lambda')} \right| < K, \\ \lambda-2 \leq \lambda' \leq \lambda, \quad \lambda \geq a. \end{aligned} \quad (29)$$

Поэтому, аналогично предыдущему, получаем:

$$|\chi(\lambda)| < F_1 l^{K(\lambda-a)}. \quad (30)$$

Следовательно, принимая во внимание определение (26), функции  $\chi(\lambda)$  и полученную для нее оценку, находим:

$$|\psi_1^1(\lambda)| < F_1 l^{2K(\lambda-a)}. \quad (31)$$

Точно так же можно найти оценки для  $\psi_2^0$ ,  $\psi_3^1$  и т.д. Таким образом, функции  $y_n^l(\lambda)$  при  $\lambda > a$  действительно удовлетворяют неравенствам вида (10).

Из полученной оценки вытекает, что к системе (8) применимо преобразование Лапласа. Оно позволит также в дальнейшем исследовать асимптотическое поведение функций  $y_n^l(\lambda)$  при  $\lambda \rightarrow \infty$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Марчук Г. Н. Методы расчета ядерных реакторов. М., 1962.
2. Гольдштейн Г. Основы защиты реакторов. М., 1961.
3. Курант Р., Гильберт Д. Методы математической физики. Т. 2. М., 1951.
4. Николайшвили Ш. С. Прохождение гамма-излучения через плоский слой // Некоторые математические задачи нейтронной физики. Под. ред. Кузнецова. М., Изд. МГУ, 1960.



УДК 539.125.523

*Канд. физ.-мат. наук, доц. ГРИГОРОВИЧ Г.А.,  
канд. физ.-мат. наук, доц. ВАЗИЕВА Л.Т.*

#### ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ВОЛЬТЕРРА

*При решении задачи о нахождении пространственных и угловых моментов функции распределения быстрых нейтронов и гамма-квантов в бесконечной водородной среде в случае плоского источника приходим к решению системы уравнений Вольтерра. В работе предлагается разностный метод численного решения такой системы.*

##### 1. Постановка задачи

Пусть  $\{M\}$  – последовательность упорядоченных пар  $(n, l)$  целых неотрицательных чисел. Будем считать, что  $(n, l) \in M$ , если  $n$  и  $l$  имеют одинаковую чет-

ность и  $n \geq l$ . В противном случае  $(n, l) \in M$ . Порядок следования элементов в  $M$  зададим правилом: элемент  $(n_1, l_1)$  предшествует элементу  $(n_2, l_2)$ :

а) при  $n_1 + l_1 \neq n_2 + l_2$ , если  $n_1 + l_1 < n_2 + l_2$ ;

б) при  $n_1 + l_1 = n_2 + l_2$ , если  $n_1 < n_2$ .

Если  $x \in [a, b]$ ,  $[a, b] \subset R$ , то для  $(n, l) \in M$  рассмотрим систему

$$y_n^l(x) = \int_a^x G(x, t) y_n^l(t) dt + f_n^l(x) + \frac{g(x)}{2l+1} \left[ l y_{n-1}^{l-1}(x) + (l+1) y_{n-1}^{l+1}(x) \right] \quad (1)$$

с дополнительными условиями:

$$а) \quad y_{n-1}^{l-1}(x) \equiv 0 \text{ при } n \cdot l = 0, \quad (2)$$

$$б) \quad y_{n-1}^{l+1}(x) \equiv 0 \text{ при любых } n. \quad (3)$$

Здесь через  $y_n^l(x)$  обозначены искомые функции; функции  $g(x)$  и  $f_n^l(x)$  при  $(n, l) \in M$  принадлежат пространству  $C^{2p}[a, b]$ ; ядра  $G_i(x, t)$  также заданы и  $2p$  раз дифференцируемы по обеим переменным при  $a \leq x \leq b, a \leq t \leq x$ .

Из системы требуется найти  $N$  функций  $y_n^0(x)$ ,  $n=0, 1, 2, \dots, 2(N-1)$  при заданном  $N$ . Система (1) решается шаг за шагом в порядке, установленном выше для множества  $M$ . Поэтому задача сводится к решению  $\frac{N(N+1)}{2}$  первых уравнений системы (1), расположенных в указанном порядке.

## 2. Построение разностной схемы

Для численного решения системы (1) разделим отрезок  $[a; b]$  на  $I$  равных частей точками  $x_i = a + ih$ , где  $h = \frac{b-a}{I}$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, I$ .

Умножим обе части уравнения (1) на  $\frac{1}{h} \left( \frac{x - x_{i-1}}{h} \right)^{k-1}$ ,  $k = 1, 2, \dots, p$  и проинтегрируем по  $x$  в пределах  $(x_{i-1}; x_i)$ . Вводя обозначение

$$F_n^l(x) = f_n^l(x) + \frac{g(x)}{2l+1} \left[ l y_{n-1}^{l-1}(x) + (l+1) y_{n-1}^{l+1}(x) \right], \quad (4)$$

будем иметь

$$\frac{1}{h} \int_{x_{i-1}}^{x_i} \left( \frac{x - x_{i-1}}{h} \right)^{k-1} \left[ y_{n-1}^{l-1}(x) - F_n^l(x) \right] dx = I_{i,k}^{(n,l)}, \quad (5)$$

где

$$I_{i,k}^{(n,l)} = \frac{1}{h} \int_{x_{i-1}}^{x_i} \left( \frac{x-x_{i-1}}{h} \right)^{k-1} dx \int_a^x G_l(x,t) y_n^l(t) dt. \quad (6)$$

С помощью простых преобразований соотношения (5,6) приводятся к виду:

$$\int_0^1 \xi^{k-1} \left( y_n^l(x_{i-1} + \xi h) - F_n^l(x_{i-1} - \xi h) \right) d\xi = I_{i,k}^{(n,l)}, \quad (7)$$

$$I_{i,k}^{(n,l)} = h \sum_{j=1}^i \int_0^1 y_n^l(x_{i-1} + \eta \xi) d\eta \int_{\eta_n}^1 \xi^{k-1} (x_{i-1} + \xi h, \quad x_{j-1} + \eta h) d\xi, \quad (8)$$

где  $\eta_n = \begin{cases} 0, j = 1, 2, \dots, i-1, \\ \eta, j = i. \end{cases}$

Для приближенного вычисления интегралов, стоящих в последних формулах, воспользуемся квадратурной функцией Гаусса с  $p$ -узлами. Тогда придем к разностным уравнениям

$$\sum_{q=1}^p A_q \xi_q^{k-1} \left[ y_{i,q}^{(n,l)} - F_{iq}^{(n,l)} \right] = h \sum_{j=1}^i \sum_{q=1}^p b_{lkq}^{(i,j)} y_{jq}^{(n,l)} + R_{ik}^{(n,l)}, \quad (9)$$

где  $y_{jq}^{(n,l)} = y_n^l(x_{i-1} + \xi_q h)$ ; аналогичный смысл имеет обозначение  $F_{iq}^{(n,l)}$ . Числа  $\xi_q$  и  $A_q$ ,  $q = 1, 2, \dots, p$  – узлы и весовые коэффициенты, а  $R_{ik}^{(n,l)}$  – остаточный член квадратурной формулы. Коэффициенты определяются интегралом

$$b_{lkq}^{(i,j)} = A_q \int_{\xi_y}^i \xi^{k-1} G_l(x_{i-1} + \xi h, \quad x_{j-1} + \xi_q h) d\xi, \quad (10)$$

где

$$\xi_n = \begin{cases} 0, j = 1, 2, \dots, i-1, \\ \xi_q, j = i. \end{cases} \quad (11)$$

Введем в рассмотрение  $p$ -компонентный вектор

$$y_i^{(n,l)} = \begin{pmatrix} y_{ik}^{(n,l)} \end{pmatrix}, \quad k = 1, 2, \dots, p, \quad (12)$$

и квадратные матрицы  $\alpha$  и  $\beta_{i,j}^{(i)}$

$$\alpha = (A_q \xi_q^{k-1}), \quad \beta_{ij}^{(l)} = \beta_{lkq}^{(i,j)}, \quad k, q = 1, 2, \dots, p. \quad (13)$$

Тогда системе (9) можно придать вид:

$$y_i^{(n,l)} = h \sum_{j=1}^i \alpha^{-1} \beta_{ij}^{(l)} y_j^{(n,l)} + f_i^{(n,l)} + \frac{\gamma_i}{2l+1} \left[ l y_i^{(n-1,l-1)} + (l+1) y_i^{(n-1,l+1)} \right] + \alpha^{-1} R_i^{(n,l)}, \quad (14)$$

где  $\gamma_i = g(x_{i-1} + \xi_q h) \delta_{kq}$ ,  $k, q = 1, 2, \dots, p$ ,  $\delta_{kq}$  – символ Кронекера, а  $f_i^{(n,l)}$  и  $R_i^{(n,l)}$  –  $p$ -компонентные векторы с компонентами  $f_{ik}^{(n,l)}$  и  $R_{ik}^{(n,l)}$ . Существование матрицы  $\alpha^{-1}$  легко доказать, если принять во внимание тот факт, что  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_p$  попарно различны.

Отбрасывая в последнем уравнении слагаемые с остаточным членом и вводя искомые векторы  $z_i^{(n,l)}$ , получим систему уравнений:

$$z_i^{(n,l)} = h \sum_{j=1}^i \alpha^{-1} \beta_{ij}^{(l)} z_j^{(n,l)} + f_i^{(n,l)} + \frac{\gamma_i}{2l+1} \left[ l z_i^{(n-1,l-1)} + (l+1) z_i^{(n-1,l+1)} \right]. \quad (15)$$

Нетрудно доказать устойчивость и сходимость этой системы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Марчук Г.И. Методы расчета ядерных реакторов. М.: Атомиздат. 1961.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы. М.: Наука, 1973.
3. Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы. М.: Наука, 1973.
4. Григорович Г.А., Степанова С.В. Схема расчета угловых моментов нейтронного поля методом преобразований Фурье. Владикавказ. СКГМИ: Терек. Труды СКГМИ(ГТУ), 2006.





### ОДНА КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ КВАЗИЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ПЯТОГО ПОРЯДКА

В области  $D = \{(x, y) : 0 < x < 1, 0 < y < 1\}$  рассматривается смешанная краевая задача для квазилинейного уравнения пятого порядка. При некоторых предположениях доказывается существование обобщённого решения с точностью до функции

$$f(x, y) = e^{-\lambda y} C_1(x) + C_2(x) e^{-\lambda y} e^{\frac{C_2 y}{C_1}},$$

где  $C_1, C_2$  - произвольные функции из  $H^{-2}(0, 1)$ .

В прямоугольной области  $D = \{(x, y) : 0 < x < 1, 0 < y < 1\}$  рассмотрим нелинейное уравнение

$$Lu \equiv \frac{\partial^5 u}{\partial x^4 \partial y} + \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + a(x, y) \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + b(x, y) u + \alpha(x, y) |u_y|^\rho u_y = f(x, y). \quad (1)$$

**КРАЕВАЯ ЗАДАЧА.** Найти решение уравнения (1) в области  $D$ , удовлетворяющее граничным условиям

$$u|_{\partial D} = 0, u_x|_{x=0} = u_x|_{x=1} = 0, u_y|_{y=0} = u_y|_{y=1} = 0, \quad (2)$$

где  $\partial D$  граница области  $D$ .

Пусть  $a(x, y), b(x, y), \alpha(x, y)$  из  $C^4(\bar{D})$  и  $a(x, y) \geq \delta > 0, \alpha(x, y) \geq \delta > 0, \rho > 0$ . Примем следующие обозначения:  $H^3(D)$  – пространство, снабжённое нормой

$$\|u\|_{H^3}^2 = \int_D (u_{xy}^2 + u_{xx}^2 + u_{yy}^2 + u_y^2 + u_x^2 + u^2) dD,$$

$H^3_0(D)$  – замыкание функций из  $C^\infty_0(D)$  по норме пространства  $H^3(D)$ ,

$H^2(D), H^1_p(D), H^4_2(D), W^2_2(D)$  – пространства, снабжённые соответственно нормами:

$$\begin{aligned} \|u\|_{H^2}^2 &= \int_D (u_{xx}^2 + u_x^2 + u^2) dD, \quad \|u\|_{H^1_p}^\rho = \int_D |u_y|^\rho dD, \\ \|u\|_{H^4_2}^2 &= \int_D (u_{xyy}^2 + u_{xx}^2 + u_{yy}^2 + u_x^2 + u_y^2 + u^2) dD, \\ \|u\|_{W^2_2}^2 &= \int_D (u_{xx}^2 + u_{yy}^2 + u_x^2 + u_y^2 + u^2) dD. \end{aligned}$$

Аналогично  $H^3(D)$  вводится пространство  $H^2(D)$ ;

$H^{-2}(D)$  – негативное пространство, построенное по  $L_2(D)$  и  $H^2(D)$ ;

$C_L(D)$  – класс гладких функций, удовлетворяющих условиям (2);

$W_2^0(D)$  – замыкание функций из  $C_L(D)$  по норме пространства  $W_2^2(D)$ .

ЛЕММА 1. Для любой функции  $u(x,y)$  из пространства  $H^3(D) \cap C^\infty(\bar{D})$  имеет место оценка

$$C_1 + |(Lu, Bu)_0| \geq C(\|u\|_{H^3}^2 + \|u\|_{H^1}^p),$$

где  $p = \rho + 2$ .

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО. Умножим (1) на

$$Bu = \sigma_1 u_{yy} e^{\lambda y} + \sigma_2 u_y e^{\lambda y}, (\sigma_2 > 2\sigma_1, \lambda < 0).$$

Рассмотрим интеграл

$$\begin{aligned} |(Lu, Bu)_0| &= \int_D \left( \frac{\partial^5 u}{\partial x^4 \partial y} + \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + a(x, y) \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + b(x, y) u + \right. \\ &\quad \left. + \alpha(x, y) |u_y|^p u_y \right) (\sigma_1 u_{yy} e^{\lambda y} + \sigma_2 u_y e^{\lambda y}) dD. \end{aligned} \quad (3)$$

Интегрируя по частям выражение (3), используя краевые условия (2) и теоремы вложения, получаем оценку

$$|(Lu, Bu)_0| \geq C(\|u\|_{H^3}^2 + \|u\|_{H^1}^p) - C_1.$$

ТЕОРЕМА. Пусть  $f(x,y)$  принадлежит пространству  $L_2(D)$ . Тогда существует функция  $u(x,y)$  из пространства  $H^3(D) \cap H^1_{\rho+2}(D)$  и  $\gamma(x,y)$  такие, что

$$Lu = f(x, y) + \gamma(x, y),$$

где  $\gamma(x, y) = C_1(x) e^{-\lambda y} + C_2(x) e^{-\lambda y} e^{\frac{\sigma_2 y}{\sigma_1}}$ , ( $C_1, C_2$  – произвольные функции из  $H^{-2}(0,1)$ ).

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО. Положим  $V = W_2^0(D) \cap H_2^4(D)$ ,  $Y = H^{-2}(D)$ ,

$$X = H^3(D) \cap H^1_{\rho+2}(D).$$

На основании леммы 1, выражения  $Lu$  и  $Bu$  образуют коэрцитивную пару, то есть, если  $u \in V$ , то

$$\lim_{\|u\|_X \rightarrow +\infty} \frac{(Lu, Bu)_0}{\|u\|_X} = +\infty. \quad (4)$$

С другой стороны, если  $f(x, y)$  принадлежат пространству  $L_2(D)$ , то

$$\sup_{u \in V} \frac{|(f, Bu)_0|}{\|u\|_X} \leq \|f\|_{L_2}. \quad (5)$$

Пусть  $V_j, j = 1, 2, \dots, n$  – полная система в пространстве  $X$ . Положим

$$u_n = \sum_{j=1}^n c_j v_j,$$

где  $c_j$  определяются из системы нелинейных уравнений

$$(Lu_j, Bv_j)_0 = (f, Bv_j)_0, j = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

Умножив (6) на  $c_j$  и просуммировав по  $j$ , получим

$$(Lu_n, Bu_n)_0 = (f, Bu_n)_0. \quad (7)$$

В силу условия коэрцитивности (4) и соотношения (5), вытекает выполнение “острого угла” и, в силу леммы об “остром угле” следует разрешимость системы (6). Кроме того, из (7), в силу условия коэрцитивности, получаем оценку

$$\|u\|_X \leq K,$$

где  $K > 0$  – постоянная, зависящая от  $f(x, y)$  из  $Y$ .

Из этой оценки и рефлексивности пространства  $X$  вытекает, что существует подпоследовательность  $u_m$ , слабо сходящаяся к некоторому элементу  $u(x, y)$  из пространства  $X$ . Тогда из (6) при  $m \rightarrow \infty$  имеем, что

$$(Lu, Bv_j)_0 = (f, Bv_j)_0, j = 1, 2, \dots, n.$$

Отсюда, в силу того что

$$Bu = \sigma_1 u_{yy} e^{\lambda y} + \sigma_2 u_y e^{\lambda y}$$

линейный непрерывный оператор, вытекает:

$$(Lu, Bv)_0 = (f, Bv)_0, v \in V.$$

А это значит, что

$$Lu = f(x, y) + \gamma(x, y),$$

где  $\gamma(x, y)$  имеет вид:

$$\gamma(x, y) = C_1(x)e^{-\lambda y} + C_2(x)e^{-\lambda y} e^{\frac{\sigma_2 y}{\sigma_1}},$$

где  $C_1, C_2$  – произвольные постоянные из  $H^1(0, 1)$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Соболев С.Л.* Некоторые применения функционального анализа в математической физике. Л.: ЛГУ. 1952.

2. *Лионс Ж.-Л.* Некоторые методы решения нелинейных краевых задач. М.: Мир, 1972

3. *Березанский Ю.М.* Разложение по собственным функциям самосопряжённых операторов. Киев: Наукова Думка, 1965.



УДК 517.946

*Канд. физ.-мат. наук, доц. ВАХРУШЕВ В.А.*

#### КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ПЯТОГО ПОРЯДКА

*В прямоугольной области рассматривается первая краевая задача для уравнения 5-го порядка. При некоторых предположениях на коэффициенты доказывается существование и единственность обобщённого решения в классе функций пространств С.Л. Соболева.*

Рассмотрим краевую задачу в прямоугольнике

$$D = \{(x, y) : 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1\}$$

для уравнения

$$\frac{\partial^5 u}{\partial x^4 \partial y} + a(x, y) \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + b(x, y) \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \mu(x, y)u = f(x, y) \quad (1)$$

при следующих граничных условиях:

$$u|_{\partial D} = 0; \frac{\partial u}{\partial x}|_{x=0} = 0; \frac{\partial u}{\partial x}|_{x=1} = 0, \quad (2)$$

где  $\partial D$  – граница области  $D$ .

В работе [1] рассматривалось уравнение (1) при  $a = 1$ ,  $b = 1$ ,  $\mu = \text{const}$ . Данное уравнение определяет поперечные колебания вязко-упругого стержня [2]. В работе [1] решение ищется в виде бегущей волны, что приводит к обыкновенному дифференциальному уравнению.

В настоящей статье ставится первая краевая задача и доказывается существование и единственность слабого решения. Далее доказывается совпадение слабого и сильного решений.

Пусть  $a(x, y), b(x, y), \mu(x, y)$  – достаточно гладкие функции и  $b(x, y) \geq m > 0$ . Перейдём от функции  $u(x, y)$  к функции  $v(x, y)$ , связанной с ней равенством  $u(x, y) = e^{\lambda y} v(x, y)$ , где  $\lambda$  – пока произвольное число.

Таким образом, получили следующую краевую задачу: найти решение уравнения

$$Lv \equiv \frac{\partial^5 v}{\partial x^4 \partial y} + [\lambda + a(x, y)] \frac{\partial^4 v}{\partial x^4} + b(x, y) \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + 2\lambda b(x, y) \frac{\partial v}{\partial y} +$$

$$+ [\lambda^2 b(x, y) - \mu(x, y)]v = e^{-\lambda y} f(x, y) \quad (3)$$

при граничных условиях (2).

Примем следующие обозначения:  $W_2^{2,1}(D)$  – пространство Соболева с нормой

$$\|u\|_{2,1} = \left\{ \int_D [u^2 + u_y^2 + u_x^2 + u_{xx}^2] dD \right\}^{1/2};$$

$W_2^{-2,-1}(D)$  – негативное пространство Соболева, построенное по  $L_2(D)$  и  $W_2^{2,1}(D)$  [3];  $\overset{0}{W}_2^{2,1}(D)$  – замыкание функций из  $C_2^\infty(D)$  по норме пространства  $W_2^{2,1}(D)$ .

Рассмотрим интеграл

$$(Lv, v) = \int_D [v_{xxxx} v + (\lambda + a)v_{xxxx} v + b v_{yy} v + 2\lambda b v_y v + (\lambda^2 b - \mu)v] dD. \quad (4)$$

Лемма 1. Пусть выполнены условия:  $b(x, y), a_{xx}(x, y) \geq m > 0$ ;

$$a(x, y) \geq 0, \lambda + a = n < 0; N = \lambda^2 b - \mu + \frac{1}{2} b_{yy} - \lambda b_y + \frac{1}{2} a_{xxxx} \leq k < 0.$$

Тогда для  $\forall v \in \overset{0}{W}_2^{2,1}(D) \cap W_2^3$ ,  $\forall v \in \overset{0}{W}_2^{2,1}(D) \cap W_2^3$ .

$$|(Lv, v)| \geq C \|v\|_{2,1}^2, \|Lv\|_{-2,-1} \geq C \|v\|_{2,1}, C > 0. \quad (5)$$

Доказательство. Интегрируя по частям выражение (4) и используя краевые условия (2), получаем

$$|Lv, v| \geq \int_D [mv_y^2 + nv_{xx}^2 + 2mv_x^2 + kv^2] dD \geq C \|v\|_{2,1}^2. \quad (6)$$

Применяя к левой части неравенства (6) обобщенное неравенство Шварца, получаем:

$$\|Lv\|_{-2,-1} \geq C \|v\|_{2,1}$$

что и доказывает лемму.

Рассмотрим сопряжённую задачу

$$\begin{aligned} L^* \eta \equiv & -\frac{\partial^5 \eta}{\partial x^4 \partial y} + (\lambda + a) \frac{\partial^4 \eta}{\partial x^4} + b \frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2} + 2(b_y - \lambda b) \frac{\partial \eta}{\partial y} + \\ & + (\lambda^2 b - \mu) \eta + 4a_x \frac{\partial^3 \eta}{\partial x^3} + 6a_{xx} \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} + 4a_{xxx} \frac{\partial \eta}{\partial x} = e^{-\lambda y} f(x, y) \end{aligned} \quad (7)$$

с граничными условиями (2).

Здесь  $L^* \eta$  выражение формально сопряжённое к  $Lv$ .

Лемма 2. Пусть выполняются условия:  $b(x, y), a_{xx}(x, y) \geq m > 0$ ;

$$a(x, y) \geq 0, \lambda + a = n < 0; N_1 = \lambda^2 b - \mu b_y + \frac{1}{2} a_{xxx} - \frac{1}{2} b_{yy} - a_{xxxx} \leq \ell < 0,$$

$$a(x, y) \geq 0, \lambda + a = n < 0; N_1 = \lambda^2 b - \mu b_y + \frac{1}{2} a_{xxx} - \frac{1}{2} b_{yy} - a_{xxxx} \leq \ell < 0.$$

Тогда для  $\forall \eta \in W_2^{2,1}(D) \cap W_2^3$

$$|(\eta, L^* \eta)| \geq C_1 \|\eta\|_{2,1}^2, \|L^* \eta\|_{-2,-1} \geq C_1 \|\eta\|_{2,1}, C_1 > 0. \quad (8)$$

Доказательство леммы 2 аналогично доказательству леммы 1.

Определение 1. Слабым решением краевой задачи будем называть функцию  $v \in W_2^{2,1}(D)$  и такую, что для всех функций  $\eta \in W_2^{0,2,1}(D)$  выполняется тождество  $(v, L^* \eta) = (f, \eta)$ .

Теорема 1. Пусть выполнены условия:  $b(x, y), a_{xx}(x, y) \geq m > 0$ ;  $\lambda + a < 0, N < 0$ . Тогда для любой функции  $f \in W_2^{-2,-1}(D)$  существует слабое решение задачи.

Доказательство. Так как, по предположению теоремы, выполнены условия леммы 1 и, следовательно, для сопряжённой задачи выполняются условия леммы 2, то имеет место неравенство (8). Но, как известно [3], неравенство (8) является необходимым и достаточным условием для слабой разрешимости краевой задачи, и, тем самым, теорема доказана.

**Определение 2.** Функцию  $v \in W_2^{2,1}(D)$  назовём сильным решением первой краевой задачи, если существует последовательность  $\{v_n\} \in C^\infty$  и такая, что  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|v_n - v\|_{W_2^{2,1}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \|f - Lv_n\| = 0$ .

Покажем, что полученное в теореме 1 слабое решение является и сильным решением краевой задачи (2) – (3).

Рассмотрим модельное уравнение

$$Lv = \frac{\partial^5 v}{\partial x^4 \partial y} + v \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = f. \quad (9)$$

**Лемма 3.** Если  $v$  слабое решение краевой задачи (2)–(9), то оно будет и сильным его решением из пространства  $W_2^{2,1}(D)$ .

**Доказательство.** Пусть  $v$  слабое решение уравнения (9). Тогда на основании результатов работы [4] легко доказать, что если  $f \in C^\infty$ , то и  $v \in C^\infty$ . С другой стороны, на основании априорной оценки  $\|v\|_{2,1} \leq C \|f\|_{-2,-1}$  и плотности класса функций  $C^\infty$  в пространстве  $W_2^{-2,-1}$  следует, что  $v$  сильное решение уравнения (9) и лемма доказана.

Установим, что  $v$  сильное решение задачи (2) для уравнения (3).

**Теорема 2.** Пусть коэффициенты  $b(x, y), a(x, y), \mu(x, y)$  достаточно гладкие функции и  $b(x, y) \geq m > 0$ . Тогда для  $\forall f \in W_2^{-2,-1}(D)$  и  $a_{xx} \geq m > 0, \lambda + a < 0, N < 0$  существует единственное сильное решение краевой (1) – (2) задачи в классе функций  $W_2^{2,1}(D)$ .

**Доказательство.** Запишем уравнение (3) в виде:

$$\frac{\partial^5 v}{\partial x^4 \partial y} + b(x, y) \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = F, \quad (10)$$

где  $F = e^{-\lambda y} f - (\lambda + a) \frac{\partial^4 v}{\partial x^4} - 2\lambda b \frac{\partial v}{\partial y} - (\lambda^2 b - \mu)v$ .

Применяя к уравнению (10) лемму 3 и метод продолжения по параметру, на основании априорной оценки (5) заключаем, что слабое решение краевой задачи (1) – (2) будет и сильным решением краевой задачи (1) – (2), тем самым теорема доказана.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дерендяев Н.В., Новиков В.В. К задаче о колебаниях упругих систем с малым внутренним трением. В сб. “Теория колебаний, прикладная математика и кибернетика”. Горький, 1974. С.29.
2. Бабаков И.М. Теория колебаний. М.: Гостехиздат, 1958.
3. Березанский Ю.М. Разложение по собственным функциям самосопряжённых операторов. Киев, Наукова Думка. 1965.
4. Берс Л., Джон Ф., Шихтер М. Уравнения с частными производными. М.: Мир, 1966.



## ОГРАНИЧЕННОСТЬ ТЕНЗОРНОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ В БАНАХОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ ВЕКТОР-ФУНКЦИИ

Пусть  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  – кусочно-гладкие по Ляпунову кривые и

$$\rho_j \left( t_j \right) = \prod_{k=1}^{n_j} |t_j - c_{jk}|^{\alpha_{jk}}, \quad -1 < \alpha_{jk} < p_j - 1,$$

$$1 < p_j < \infty, \quad c_{j1}, \dots, c_{jn_j} \in \Gamma_j, (j=1,2; k=1, \dots, n),$$

где через  $c_{j1}, \dots, c_{jn_j}$  обозначены узлы линий  $\Gamma_j (j=1,2)$ , при этом точки возврата исключаются.

$L_{p_1}(\Gamma_1, \rho_1)$  будет обозначать банахово пространство функций с нормой:

$$\|\varphi\|_{p_1, \rho_1} = \left( \int_{\Gamma_1} \rho_1(t_1) |\varphi(t_1)|^{p_1} dt_1 \right)^{\frac{1}{p_1}},$$

а для пространства вектор-функций  $\varphi = (\varphi_1, \dots, \varphi_m)$  с нормой:

$$\|\varphi\|_{p_2, \rho_2} = \left( \sum_j \|\varphi_j\|_{p_2, \rho_2}^{p_2} \right)^{\frac{1}{p_2}}$$

будет использоваться обозначение  $L_{p_2}^m(\Gamma_2, \rho_2)$ .

Множество линейных ограниченных операторов в банаховом пространстве  $\mathcal{L}$  будем обозначать через  $\mathcal{L}(\mathcal{L})$ .  $L_{\vec{p}}^m(\Gamma^2, \vec{\rho})$  будет обозначать векторное пространство вектор-функций

$$\psi(t_1, t_2) = \{\psi_j(t_1, t_2)\}_j^m, \quad \vec{p} = (p_1, p_2), \quad \vec{\rho} = (\rho_1, \rho_2)$$

со смешанной нормой:

$$\|\psi\|_{\vec{p}, \vec{\rho}} = \left[ \sum_{j=1}^m \int_{\Gamma_2} \rho_2(t_2) dt_2 \left\| \int_{\Gamma_1} \rho_1(t_1) |\psi_j(t_1, t_2)|^{p_1} dt_1 \right\|^{\frac{p_2}{p_1}} \right]^{\frac{1}{p_2}}.$$



**Теорема.** Пусть  $K_j, A_j \in \mathcal{L}\left(L_{p_j}^{m_j}(\Gamma_j, \rho_j)\right)$ ,

где  $K_1$  и  $K_2$  – конечномерные операторы ( $j = 1, 2, m_1 = 1, m_2 = m$ ),  
 $A_1$  – ограничен в  $L_{p_1}(\Gamma_1, \rho_1)$ ,  $A_2$  ограничен в  $L_{p_2}^m(\Gamma_2, \rho_2)$ .

Операторы

$$T_1 = K_1 \otimes A_1 \text{ и } T_2 = A_1 \otimes K_2$$

ограничены в пространстве  $L_{\vec{p}}^m(\Gamma^2, \vec{\rho})$ .

**Доказательство**

Конечномерный оператор  $K_j$  представляется, как известно, в виде:

$$K_j \varphi(t_j) = \sum_{q=1}^N g_{jq}(t_j) \int_{\Gamma_j} h_{jq}(\tau) \varphi(\tau) d\tau,$$

$$g_{jq} \in L_{p_j}^{m_j}(\Gamma_j, \rho_j), \quad h_{jq} \in L_{p'_j}^{m_j}(\Gamma_j, \rho_j^*)$$

$$p_j = \frac{p_j}{p_j - 1}, \quad \rho_j^*(t_j) = [\rho_j(t_j)]^{-p'_j / p_j}.$$

Следовательно, достаточно доказать ограниченность операторов  $T_1$  и  $T_2$  в случае одномерных операторов  $N = 1$  и скалярном случае  $m = 1$ , т.е.

$$K_j \varphi(t_j) = g_j(t_j) \int_{\Gamma_j} h_j(\tau) \varphi(\tau) d\tau,$$

$$g_j \in L_{p_j}(\Gamma_j, \rho_j), \quad h_j \in L_{p'_j}(\Gamma_j, \rho_j^*).$$

Докажем сначала ограниченность оператора  $T_2 = A_1 \otimes K_2$ . Заметим, что в силу определения тензорного произведения операторов

$$T_2 = A_1 \otimes K_2 = (A_1 \otimes I)(I \otimes K_2)$$

и ввиду ограниченности оператора  $A_1 \otimes I$  (ограниченность оператора  $A_1 \otimes I$ , где  $A_1$  ограничен в  $L_{p_1}(\Gamma_1, \rho_1)$  в пространстве  $L_{\vec{p}}^m(\Gamma^2, \vec{\rho})$  известна), достаточно доказать ограниченность оператора  $T_3 = I \otimes K_2$ . Для него имеем:

$$\begin{aligned} & \|T_3 \varphi\|_{\bar{p}, \bar{p}}^{p_2} = \|(I \otimes K_2) \varphi\|_{\bar{p}, \bar{p}}^{p_2} = \\ & = \int_{\Gamma_2} \rho_2(t_2) |g_2(t_2)|^{p_2} dt_2 \left( \int_{\Gamma_1} \rho_1(t_1) \left| \int_{\Gamma_2} h_2(\tau) \varphi(t_1, \tau) d\tau \right|^{p_1} dt_1 \right)^{p_2/p_1} = \\ & = \|g_2\|_{p_2, \rho_2}^{p_2} \left( \|f\|_{p_1^*, \rho_1^*}^{p_1} \int_{\Gamma_1} f_1(t_1) dt_1 \int_{\Gamma_2} h_2(\tau) \varphi(t_1, \tau) d\tau \right)^{p_2}, \end{aligned}$$

ибо

$$\| \psi \|_{p_1, \rho_1} = \|f\|_{p_1^*, \rho_1^*}^{p_1} \int_{\Gamma_1} f(t_1) \psi(t_1) dt_1.$$

Применяя дважды неравенство Гельдера (по переменной  $t_1$  и по переменной  $\tau$ ), получаем:

$$\begin{aligned} & \|T_3 \varphi\|_{\bar{p}, \bar{p}} = \|g_2\|_{p_2, \rho_2} \|f\|_{p_1^*, \rho_1^*}^{p_1} \int_{\Gamma_2} h_2(\tau) d\tau \int_{\Gamma_1} f(t_1) \varphi(t_1, \tau) dt_1 \leq \\ & \stackrel{3 \text{ Группы СКГУ и (ГТУ), 2008}}{\leq} \|g_2\|_{p_2, \rho_2} \|f\|_{p_1^*, \rho_1^*}^{p_1} = 1 \int_{\Gamma_2} |h_2(\tau)| d\tau \left( \int_{\Gamma_1} \rho_1^*(t_1) |f(t_1)|^{p_1^*} dt_1 \right)^{\frac{1}{p_1}} \times \\ & \times \left( \int_{\Gamma_1} \rho_1(t_1) |\varphi(t_1, \tau)|^{p_1} dt_1 \right)^{\frac{1}{p_1}} = \|g_2\|_{p_2, \rho_2} \int_{\Gamma_2} |h_2(\tau)| d\tau \times \\ & \times \left( \int_{\Gamma_1} \rho_1(t_1) |\varphi(t_1, \tau)|^{p_1} dt_1 \right)^{\frac{1}{p_1}} \leq \|g_2\|_{p_2, \rho_2} \left( \int_{\Gamma_2} \rho_2^*(\tau) |h_2(\tau)|^{p_2^*} d\tau \right)^{\frac{1}{p_2}} \times \\ & \times \left( \int_{\Gamma_2} \rho_2(\tau) d\tau \left( \int_{\Gamma_1} \rho_1(t_1) |\varphi(t_1, \tau)|^{p_1} dt_1 \right)^{\frac{p_2}{p_1}} \right)^{\frac{1}{p_2}} = \\ & = \|g_2\|_{p_2, \rho_2} \|h_2\|_{p_2^*, \rho_2^*} \| \varphi \|_{\bar{p}, \bar{p}}, \end{aligned}$$

что и требовалось доказать.

Докажем теперь ограниченность оператора  $T_I = K_I \otimes A_2$ :

$$\begin{aligned} \|T_1\varphi\|_{\bar{p},\bar{p}}^{p_2} &= \int_{\Gamma_2} \rho_2(t_2) |dt_2| \left( \int_{\Gamma_1} \rho_1(t_1) |g_1(t_1)| \int_{\Gamma_1} h_1(\tau) A_2 \varphi(\tau, t_2) dt \right)^{p_1} |dt_1|^{p_1} = \\ &= \int_{\Gamma_2} \rho_2(t_2) |dt_2| \cdot \|g_1\|_{p_1, \rho_1}^{p_2} \left( \int_{\Gamma_1} h_1(\tau) A_2 \varphi(\tau, t_2) dt \right)^{p_1} \Big|^{p_1} \Big|^{p_1}. \end{aligned}$$

Если

$$\int_{\Gamma_1} h_1(\tau) \varphi(\tau, t_2) d\tau = \psi(t_2),$$

то

$$\begin{aligned} \|\psi\|_{p_2, \rho_2} &= \left( \int_{\Gamma_2} \rho_2(t_2) |\psi(t_2)|^{p_2} |dt_2| \right)^{\frac{1}{p_2}} \leq \\ &\leq \left\{ \int_{\Gamma_2} \rho_2(t_2) \left( \int_{\Gamma_1} \rho_1^*(\tau) |h_1(\tau)|^{p_1} |d\tau| \right)^{\frac{p_2}{p_1}} \times \right. \\ &\times \left. \left( \int_{\Gamma_1} \rho_1(\tau) |\varphi(\tau, t_2)|^{p_1} |d\tau| \right)^{\frac{p_2}{p_1}} \right\}^{\frac{1}{p_2}} = \|h_1\|_{p_1, \rho_1^*} \| \varphi \|_{\bar{p}, \bar{p}}. \end{aligned}$$

Учитывая ограниченность  $A_2$  в  $L_{p_2}^m(\Gamma_2, \rho_2)$ ,

$$\|A_2\psi\|_{p_2, \rho_2} \leq \|A_2\|_{p_2, \rho_2} \|\psi\|_{p_2, \rho_2} \leq \|A_2\|_{p_2, \rho_2} \|h_1\|_{p_1, \rho_1^*} \| \varphi \|_{\bar{p}, \bar{p}};$$

с учетом полученного

$$\|T_1\varphi\|_{\bar{p}, \bar{p}} \leq \|g_1\|_{p_1, \rho_1} \|A\psi\|_{p_2, \rho_2} \leq \|g_1\|_{p_1, \rho_1} \|A\|_{p_2, \rho_2} \|h_1\|_{p_1, \rho_1^*} \| \varphi \|_{\bar{p}, \bar{p}}.$$

**Теорема доказана.**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мухелишвили Н. И. Сингулярные интегральные уравнения. М.: Наука. 1968.
2. Хведелидзе Б. В. Линейные разрывные граничные теории функций, сингулярные интегральные уравнения и некоторые их приложения // Труды Тбилисского математического института АН ГрузССР. 1957. Т.23.
3. Дудучава Р. В. О бисингулярных интегральных операторах с разрывными коэффициентами // Математический сборник. 1976. Т. 101, №4.



## ОБ ОДНОМ АНТИЛИНЕЙНОМ ОПЕРАТОРЕ В БАНАХОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Пусть  $\mathcal{L}$  – банахово пространство над полем  $C$  комплексных чисел и

$$A_1, A_2, V : \mathcal{L} \rightarrow \mathcal{L}$$

ограниченные в нем операторы; при этом  $A_1$  и  $A_2$  линейные, а  $V$  – антилинейный

$$V(\lambda\varphi + \mu\psi) = \bar{\lambda} V\varphi + \bar{\mu} V\psi$$

и идемпотентный

$$V\varphi^2 = VV\varphi = \varphi, \quad (\varphi, \psi \in \mathcal{L}; \lambda, \mu \in C).$$

Рассмотрим оператор

$$A = A_1 + A_2 \varphi, \tag{1}$$

который не будет линейным  $\mathcal{L}$ , но будет линейным (и ограниченным) на  $\mathcal{L}$ ,

если последнее рассматривать над полем действительных чисел  $R = ]-\infty; +\infty[$  (такое пространство будем обозначать через  $R\mathcal{L}$ ).

Пусть  $\mathcal{L}^2$  – векторное пространство

$$\mathcal{L}^2 = \{(\varphi_1, \varphi_2) : \varphi_1, \varphi_2 \in \mathcal{L}\}$$

с нормой

$$\|(\varphi_1, \varphi_2)\| = \|\varphi_1\| + \|\varphi_2\|$$

над полем комплексных чисел  $C$ ; то же пространство над полем  $IR$  действительных чисел обозначим через  $IR \mathcal{L}^2$ .

Линейный оператор

$$\bar{A} = \begin{pmatrix} A_1 & A_1 \\ V A_2 V & V A_1 V \end{pmatrix} : \mathcal{L}^2 \rightarrow \mathcal{L}^2 \tag{2}$$

назовем ассоциированным с  $A$ .

**Теорема.** Оператор (1) в пространстве  $R\mathcal{L}$  (над полем  $IR$ ) и оператор (2) в  $\mathcal{L}^2$

(над полем  $C$ ) нетеровы, обратимы слева или обратимы справа, имеют левый или правый регуляризатор лишь одновременно.

В случае нетеровости их индексы совпадают:

$$Ind A = Ind \bar{A}. \tag{3}$$

Существуют такие константы  $M'$  и  $M''$ , что

$$M' \|A\|_{\mathcal{L}} \leq \|\bar{A}\|_{\mathcal{L}^2} \leq M'' \|A\|_{\mathcal{L}}. \quad (4)$$

**Доказательство.**

Так как  $V^2 = I$ , имеет место равенство:

$$\frac{1}{2} \begin{pmatrix} I & V \\ iI & -iV \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A_1 & A_2 \\ VA_2 & VA_1V \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I & -i \\ V & -iI \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & 0 \\ 0 & A \end{pmatrix},$$

которое можно переписать в виде:

$$G \bar{A} G^{-1} = \begin{pmatrix} A & 0 \\ 0 & A \end{pmatrix}, \quad (5)$$

$$G = \begin{pmatrix} I & V \\ iI & -iV \end{pmatrix}, \quad G^{-1} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} I & -iI \\ V & -iV \end{pmatrix}$$

(ибо  $V_i = -iV$ ).

Из равенства (5) следует эквивалентность операторов (1) (в  $\mathcal{L}$ ) и (2) (в  $R\mathcal{L}^2$ ), ибо (1) эквивалентен оператору

$$\begin{pmatrix} A & A \\ 0 & 0 \end{pmatrix} : R\mathcal{L}^2 \rightarrow R\mathcal{L}^2.$$

Очевидно, что (см.(5))

$$Ind(\bar{A}, R\mathcal{L}^2) = Ind(A^{(2)}, R\mathcal{L}^2) = 2 Ind(A, \mathcal{L}), \quad (6)$$

но если  $\bar{A}$  рассмотреть в пространстве над полем комплексных чисел (т. е. в  $\mathcal{L}^2$ ), то

$$Ind(\bar{A}, \mathcal{L}^2) = 2 Ind(\bar{A}, \mathcal{L}^2). \quad (7)$$

Из (6) и (7) следует (3), (4) является следствием (5), ибо

$$\|A^{(2)}\| = \|A\|.$$

**Теорема доказана.**

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Мухелишвили Н. И. Сингулярные интегральные уравнения. М.: Наука. 1968.
2. Хведелидзе Б. В. Линейные разрывные граничные теории функций, сингулярные интегральные уравнения и некоторые их решения // Труды Тбилисского математического института АН ГрузССР. 1957. Т.23.
3. Дудучава Р. В. О бисингулярных интегральных операторах с разрывными коэффициентами // Сообщения АН ГрузССР. 1978. Т. 91. №2.



УДК 519.6

*Д-р техн. наук, проф. ХАДЗАРАГОВА Е. А.*

**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМ  
ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

*Рассматривается имитационная модель функционирования и развития промышленного предприятия, которая может быть применена в системе поддержки принятия управленческих решений.*

Для совершенствования технических систем управления, повышения качества выпускаемой продукции, сокращения стоимости инженерной подготовки производства требуется комплексный подход к обработке информации на всех этапах жизненного цикла технической системы [1]. Автоматизация процесса проектирования требует переработки и систематизации большого объема технической информации, в том числе инженерных знаний. Однако формализация оценки влияния большинства факторов, от которых зависит процесс проектирования технической системы управления, в большинстве случаев неэффективна из-за значительной трудоемкости.

Синтез и анализ любой сложной системы управления начинается с ее функционального исследования и дальнейшего моделирования системы в целом и ее подсистем. При разработке имитационной модели в описании технической системы используют следующие типы переменных:

1. Входные переменные и воздействия, содержащие внешнюю по отношению к рассматриваемой системе информацию;
2. Выходные переменные, характеризующие некоторые стороны функционирования системы и являющиеся ее реакцией на входные данные;
3. Переменные состояния, определяющие динамическое поведение системы.

Входной информацией процесса проектирования является дескриптивное описание технической системы (техническое задание), а также ее свойства и условия ее функционирования. Выходная информация в соответствии с функциональным назначением системы определяет конструктивное описание проектируемого объекта, формой представления которого являются графические модели, текстовые документы, базы данных. Сам процесс проектирования реализуется с помощью информационно-технических и программных средств вычислительных систем.

Для полноценной реализации процесса проектирования необходима разработка программного обеспечения, реализующего функции управления знаниями о предметной области и моделирования деятельности человека [2].

В общем случае процесс проектирования включает следующие этапы:

1. Разработка базы инженерных знаний, которая начинается с функционального анализа и моделирования различных узлов технической системы. Для этой цели может быть использована методология, представляющая собой

совокупность методов, правил и процедур, предназначенных для построения функциональной структуры сложных технических систем (SADT – Structured Analysis and Design Technique). Здесь реализуются следующие функции: присваивание значений с помощью программных модулей и другие элементы имитационного моделирования. В результате получают базу инженерных знаний, которая является основой для компьютерного имитационного моделирования и оптимизации процесса проектирования технической системы.

2. Имитационное моделирование проектируемой технической системы управления при решении конкретной задачи выбора оптимальных значений параметров. Сгенерированная имитационная модель тестируется на адекватность и передается в подсистему оптимизации или заносится в базу инженерных знаний для дальнейшего использования.

3. Оптимизация параметров спроектированной технической системы, обусловленная тем, что при решении ряда инженерных задач определенный интерес представляют не только выходные результаты (конкретные значения), но и необходимость получения для последующего анализа количественно-качественных характеристик при многовариантности значений определяющих параметров. Таким образом, происходит исследование инженерно-технологического процесса, в котором эффективность технического решения может быть определена методами теории принятия решения в условиях многокритериальности.

Разработанная имитационная модель проектируемой технической системы управления состоит из двух уровней.

Первый уровень модели отражает взаимосвязи между показателями, характеризующими финансово-экономическое состояние предприятия (фондоотдача, рентабельность и т.д.), параметрами, характеризующими внешнюю среду (уровень налогообложения, емкость рынка и т.д.) и управляемыми параметрами, влияющими на производственный процесс (производительность оборудования, объем производства и т.д.). Данный уровень является универсальным для промышленных предприятий любых отраслей народного хозяйства.

Второй уровень имитационной модели определяет связи между управляемыми параметрами и технико-технологическими и организационными характеристиками конкретного производства. Данная часть разрабатывается отдельно для каждого предприятия.

Модель позволяет учитывать большое количество факторов и получать точные количественные оценки, исключая субъективизм экспертов.

Модель должна использоваться для решения следующих задач:

1. Проверки качества решений по текущему управлению промышленным предприятием, позволяющей оценить эффективность конкретного управленческого решения, принимаемого руководством;

2. Разработки прогноза функционирования предприятия на определенный период времени при принятой стратегии управления (например, для оценки платежеспособности);

3. Разработки стратегии управления предприятием при наличии заданной цели (целей);

4. Экспертизы предложений по развитию предприятия на длительный период времени;

5. Разработки программы реформирования предприятия, включающей построение эффективной организационной структуры, мероприятия технико-технологического характера, направленные на повышение производительности труда и эффективности использования оборудования, решения по управлению запасами;

6. Разработки программы реструктуризации для предприятий, реформирование которых невозможно в рамках существующей организационной структуры, предусматривающей выделение «здоровых» производств, способных самостоятельно функционировать в условиях рынка, а также продажу и ликвидацию бесперспективных подразделений [3].

Разработанная имитационная модель функционирования и развития промышленного предприятия может быть применена в системе поддержки принятия управленческих решений для проверки их качества и эффективности, для выработки рациональной стратегии управления путем направленного поиска в заданной области изменения управляемых параметров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Моисеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1987.
2. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий. Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1973.
3. *Трахтенгерц Э.А.* Компьютерная поддержка принятия решений. М.: 1998.



УДК 681.586

*Д-р техн. наук, проф. МУСТАФАЕВ Г. А.*

#### **КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ**

*Показано, что комплексный анализ позволяет совершенствовать систему оперативно-производственного управления и принять правильное управленческое решение.*

Для эффективного управления производством необходим оперативный анализ, базирующийся на данных первичной информации. Он является основой для принятия правильного управленческого решения, так как позволяет вскрывать кратковременное действие различных отрицательных и положительных факторов, своевременно принимать соответствующие решения по использованию внутрипроизводственных резервов.

Основой эффективного управления производством является установление достоверной оценки производственно-хозяйственной деятельности подразделений. При управлении производством задачей анализа является своевременное выявление причин отклонений производственных показателей от установленных заданий. Анализ позволяет вскрывать причины неудовлетворительной работы отдельных производств.

Основными источниками анализа деятельности подразделений являются данные учета и отчетности.



На первом этапе устанавливают, какие достигнуты результаты. На втором этапе выясняют причины получения имеющихся результатов работы. В процессе завершающего этапа анализа разрабатывают предложения по улучшению деятельности подразделений.

В процессе анализа важна оперативность его проведения.

По своему содержанию анализ работы является комплексным, он включает исследование всех звеньев и факторов хозяйствования в их взаимосвязи. Взаимосвязь технико-экономических показателей, отражающих эту деятельность, определяет последовательность проведения комплексного анализа.

В системе управления предприятием анализ является базой для принятия конкретного управленческого решения.

Анализ в подразделениях (как базу для принятия правильного решения) проводят в тесной увязке с показателями их деятельности. К числу их относятся показатели объема производства и качества продукции, уровень производительности труда и себестоимости продукции. На величину этих показателей оказывают влияние многие другие показатели и факторы, как зависящие, так и не зависящие от результатов деятельности подразделений. К числу последних относятся равномерность поставок сырья, материалов, энергии, цены на сырье, материалы, энергию.

Основная цель анализа объема производства и качества продукции заключается в установлении степени выполнения объема продукции по номенклатуре, качеству, ритмичности выпуска изделий, а также в выявлении внутривыпускных резервов и рациональных путей их использования.

Важным фактором повышения эффективности производства является систематическое улучшение качества продукции. Показатели качества продукции являются определяющими при оценке производственно-хозяйственной деятельности. Анализ качества изделий позволяет принять правильное решение о мерах по совершенствованию технологии производства и укреплению технологической дисциплины. В процессе анализа себестоимости выявляют и анализируют слагаемые себестоимости продукции по отдельным статьям расходов, изучают уровень себестоимости отдельных видов продукции с учетом их качества.

В процессе анализа материальных затрат устанавливают размеры отклонений от норм использования материалов, электроэнергии, топлива, газа и др.; причины, обуславливающие эти отклонения; определяют величину резервов в целях их мобилизации.

**Заключение.** Комплексный анализ позволяет своевременно принять решение, связанное с исправлением отрицательных результатов по тому или иному показателю и определить направления совершенствования системы оперативно-производственного управления и эффективного влияния на ход выполнения установленных производственных заданий.



## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ**

*Рассмотрены функции и вопросы эффективности оперативного управления материальными ресурсами.*

От своевременного и комплектного снабжения предприятия сырьем и материалами в значительной мере зависит выполнение производственной программы и уровень основных показателей работы производственных подразделений.

Управление материальным снабжением включает комплекс функций:

- расчет потребности в сырье, основных и вспомогательных материалах;
- определение норм производственных запасов;
- выбор поставщиков и эффективных форм снабжения;
- подготовка данных для заключения договоров с поставщиками;
- организация доставки материалов на предприятие;
- прием и хранение материалов;
- подготовка материалов к производственному потреблению;
- отпуск материалов в производство;
- учет реализации договорных обязательств;
- учет наличия материалов на складах и в пути;
- учет заготовительных расходов по снабжению;
- контроль расходования материалов в подразделениях;
- контроль уровня производственных запасов;
- контроль качества поступивших материалов.

Материальное снабжение начинается с определения потребности в сырье и материалах. Количество материалов, подлежащих заготовке, может быть определено по формуле:

$$P_3 = P_p + P + Z - O,$$

где  $P_p$  – материалы, необходимые для выполнения производственной программы;  $P$  – материалы, необходимые для ремонтных работ;  $Z$  – производственные запасы материалов;  $O$  – предполагаемые остатки материалов на начало планируемого периода.

Исходными данными для определения потребности в материалах, необходимых для выполнения производственной программы ( $P_p$ ), являются объем производства и норма расхода материалов на изготовление единицы продукции.

Составные элементы расчета нормы расхода материалов показаны на рис. 1.

Расход основных материалов включает полезный расход данного материала, содержащегося в готовой продукции, технологические неизбежные отходы, а также потери, возникающие при перевозке и в процессе хранения.

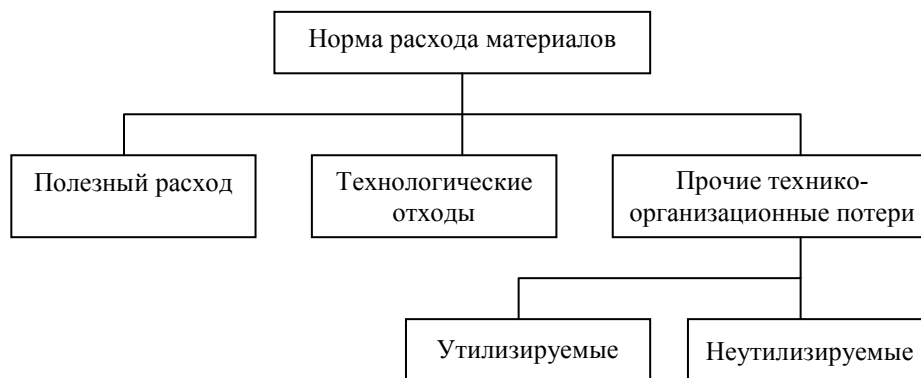


Рис. 1. Составные элементы расчета нормы расхода материалов.

Система материально-технического снабжения подразделений включает элементы: установление учетной единицы; расчет потребности материалов для создания нормативного задела; определение обеспеченности нормативного задела незавершенным производством и остатками материалов; разработку плана-графика обеспечения подразделений материалами; расчет лимита отпуска материалов подразделениями.

Использование ЭВМ для определения потребности производственных подразделений в предметах снабжения позволяет значительно упростить документооборот и организовать доставку материалов непосредственно к рабочим местам (рис. 2).



Рис. 2. Организация оперативного управления материальными ресурсами.

Улучшение работы по обеспечению подразделений материалами сопровождается систематическим контролем за их использованием и состоянием производственных запасов.

Система учета использования материалов на рабочих местах дополняется регулированием производственных запасов в подразделениях и на складах предприятия. Материально-техническое снабжение оказывает огромное влияние на повышение эффективности производства.

**Заключение.** Комплексный подход по совершенствованию определения потребности подразделений в материалах и контроль над расходом материалов и производственными запасами обеспечивают существенное улучшение управления материальными ресурсами в целом предприятия и повышение эффективности производства.



УДК 624.01 + 691.714

*Канд. техн. наук, доц. АВСАРАГОВ А. Б.,  
асп. ТАНДЕЛОВ Л. Ч.*

### **ИНФОРИТМОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАВНОВЕСНЫХ СОСТОЯНИЙ (УСЛОВИЙ РАВНОВЕСИЯ)**

*Материал, изложенный в статье, связан с обоснованием информитмологических основ формирования условий равновесия различных систем и, в частности, в приложении к деформационным процессам с дальнейшим поиском и внедрением в практику исследований эффективных критериев диагностики сталей, изделий и конструкций из них.*

Естественной «целью» перехода различных систем неорганической и органической природы из предыдущего состояния в последующее является достижение ими неких идеальных условий равновесия, основанных на общих представлениях в пустотно-непустотном балансе<sup>1</sup> окружающих и составляющих нас материальных образований.

Однако в реальности наступление таких условий столь же неосуществимо, сколь и абсурдно в силу хотя бы объёмно-размерной ограниченности исследуемых объектов-систем, а потому фактическое равновесие относительно и является вариантом динамического типа за счёт перманентно-контактного характера взаимодействия: данная система – другие системы.

Другими словами, сменоряд чередующихся состояний – отражение эволюционной трансформации материальных систем под прессом разнообразных дестабилизирующих факторов при наличии благоприятных условий от равновесных состояний (РС) более низких к РС более высоких уровней. При этом надо отметить важную особенность – чем «комфортнее» задаваемые условия (интенсивность и продолжительность воздействия неблагоприятных

---

<sup>1</sup> Пустотно-непустотный баланс: равенство объёмов пустоты и непустоты.

факторов оптимальны), тем короче неравновесный период, а, следовательно, выше уровень РС и определяемый им весь спектр свойств и характеристик систем.

Циклирование состояний, как возможное проявление общих тенденций развития, в значительной мере аналогично по сути, если не адекватно стадиям, отражающим кинетику информационных процессов. Но тогда под единицей информации следует подразумевать не известные положения (согласно теории информации) [1], а при более широком понимании – минимальное изменение состояния системы под влиянием тех или иных факторов. Отсюда получается, что переходу системы от РС к неравновесию соответствует стадия набора информации и, обратно, при переходе от неравновесного состояния (НРС) к РС – стадия обработки накопленного системой информационного объёма (рис.1). С этих позиций цельная циклообразная картина ритмирования состояний носит информационно-стадийный характер, а терминологически некоторый перечень логически увязываемых нами положений формирования РС, рассматриваемый во временной перспективе, допустимо трактовать как инфоритмологический.

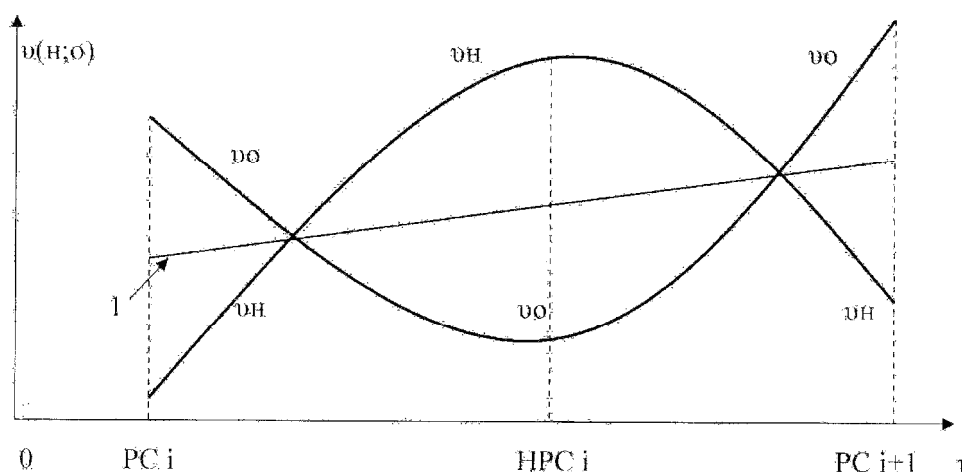


Рис.1. Фрагмент развёртки во времени стадий накопления и обработки информации:  $V_n$  – скорость накопления;  $V_o$  – скорость обработки; РС  $i$  ( $i+1$ ) – равновесные состояния в  $i$ -й, ( $i+1$ -й) момент времени; НРС  $i$  – неравновесное состояние в  $i$ -й момент времени;  $l$  – направление оптимального изменения состояния системы.

Таким образом, можно говорить, что при возможности контроля и поддержания стабильными РС достаточно реально получение системами (в принципе) неограниченных по верхнему пределу совершенно новых свойств и качеств.

Прикладные, локальные аспекты предлагаемых выше положений (а с другой стороны, экспериментальная проверка их наличия) лежат в области поиска новых, достаточно надёжных и удобных критериев диагностирования стальных материалов, с перспективой выхода на оценку элементов конструкций и полносборных стальных конструкций, проводимого на кафедре «Строительных конструкций» СК ГМИ (ГТУ). Отправным пунктом анализа и испытаний

стало обращение к параметрам, позволяющим по существу контролировать интенсивность ритмологических явлений в исследуемых материалах. Дело в том, что деформация, рассматриваемая в работе [2], как реакция материала на внешние механические, механо-коррозионные и другие сопровождающие её воздействия, как раз и есть тот информационный «резервуар», содержащий не в явном виде искомые сведения.

Для получения необходимых оценочных параметров образцы цилиндрического типа из различных марок сталей растягивали по продольной оси, и после достижения нагрузкой определённого уровня (в одном случае уровень не превышал предела текучести стали  $N_T$ , в другом – находился в упруго-пластической стадии работы материала) рост её приостанавливался, что было связано с необходимостью регистрации в ходе паузы абсолютных пластических деформаций (однократно или в процессе разгрузений – восстановлений уровня нагрузки – трижды) (рис.2) [2].

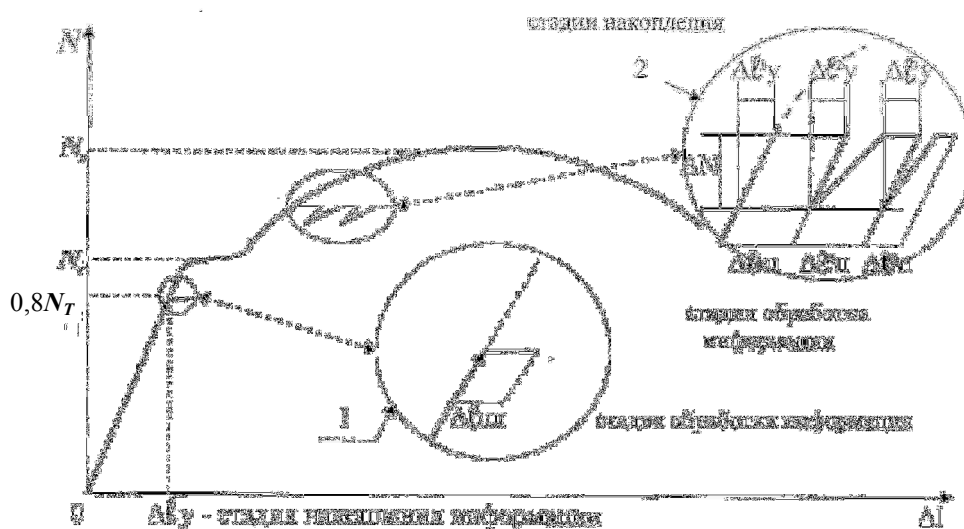


Рис.2. Варианты регистрации деформаций упругого (1) и пластического (2) последующей обработкой данных по соответствующим методикам:  $N_B$ ;  $N_T$  – усилия на пределах прочности и текучести, соответственно;  $\Delta l$  – абсолютное удлинение образцов;  $\Delta N$  – величина снижения приложенного усилия;  $\Delta l_y$  – упругая деформация;  $\Delta l_n$  – пластическая деформация.

С инфоритмологической точки зрения здесь механические воздействия – процесс накопления информации (период дестабилизации состояния), период деформирования (после остановки роста нагрузки) – процесс обработки полученной материалом образца информации механического типа (стадия стабилизации). Поэтому, к примеру, количество времени, затраченного на деформирование, свидетельствует, с одной стороны, о сравнительном качественном состоянии материалов образцов из различных марок сталей, с другой – при переходе к реальным эксплуатирующимся конструкциям может служить параметром, определяющим, в частности, и уровень рабочих напряжений.

Известно, что деформации такого рода, полученные по вышеприводимой методике, относятся к неупругим явлениям и известны как деформации последствия, и наблюдаются в определённый период времени при постоянной нагрузке, находящейся или в упругой стадии (деформации упругого последствия), или в пластической (деформации пластического последствия) [3]. Физическая природа этих деформаций связана с неупругими процессами различной степени локальности: от процессов микропластической деформации и разрушения в отдельных зёрнах поликристалла до явлений выравнивания напряжений в неоднородном температурном поле путём теплопроводности [3].

Фактом является и то, что достаточно чёткой и логичной трактовки данных таких явлений пока нет и, в этой связи большую ясность и адекватность может им придать взгляд с позиций циклирования состояний материала в условиях действующих деструктивных факторов в процессе фиксации соответствующих деформационных параметров. Кстати, ранее [4] степень влияния на стали различного рода несовершенств кристаллического строения количественно оценивали по характеристике локально-механической ослабленности (параметр «*m*»), которая, в принципе, очень близко связана с уровнем неравновесности материала, в данном случае сталей.

Общие рекомендации, опирающиеся на аналитико-экспериментальные данные, могут сводиться к тому, что, во-первых, режим внешних (механических) воздействий на объект должен быть таким, чтобы величина и продолжительность процесса пластической деформации были бы минимальными, и, во-вторых, исходное и текущее состояние исследуемых материалов можно было бы достаточно эффективно оценивать по деформационным критериям на основании отработанных методик с точки зрения инфоритмологических представлений.

Дальнейшим, логически неизбежным этапом доказательства объективности существования рассматриваемых закономерностей является переход к биологическим системам органической природы. И чем развитей (равновесней) анализируемый объект (система), тем наглядней и содержательней анализ. На высоких уровнях становления биосистем (к примеру, у человека) закладываются способности саморегуляции и самоконтроля, что кардинально активизирует процесс развития (саморазвития). Каналы поступления информации у человека эволюционно чётко сформированы и разнообразны: зрительные, слуховые, обонятельные, вкусовые, кожные [1], а ритмологические процессы намного сложнее, но инфоцикл аналогичен и ещё более нагляден: приём – обработка.

Множественность каналов поступления информации, а также разнообразие режимов функционирования организма (например, умственная, физическая работы и т.д.) определяют сменно-стадийный характер формирования РС. Простое понимание стратегической важности поддержания инфоритмологических циклов в организме в пределах естественного фона, что определяется целями, которые ставит перед собой человек, и на этой основе нарастающее ощущение всё большей и большей степени комфорта психоэмоционального состояния, стимулирует к достижению новых уровней жизнедеятельности, не имеющих, в принципе, верхних ограничений.

Актуальность соблюдения личностью вышеприведённых норм организации жизни ещё более важна с общественных позиций, учитывая наметившийся непреодолимый технократический крен развития (развитие «вширь»), в тисках которого, на глазах нарастающие непропорциональные информационные массивы (что самое неприятное, связанные с чрезмерным стремлением человека перепоручить машине не только непосильные, трудоёмкие, но и возможные для себя функции и задачи, а также из-за неизбежного неоптимального подчинения личных потребностей общественным) и жесточайший дефицит времени, остающегося на их обработку, приводят к сбоям поступательного развития и формирования РС организма человека, реализуя, по существу, деградиционный путь движения взамен всестороннему прогрессу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Физиология человека. т.1. Пер. с англ. под ред. Шмидта Р., Тевса Г. М.: Тир. 1996.
2. Авсарогов А. Б., Басиев К. Д. Диагностика деформативных систем. Труды молодых учёных. ВНЦ РАН. № 2, 2004.
3. Фридман Я. Б. Механические свойства металлов. Ч.1. М.: Машиностроение. 1974.
4. Автореферат диссертации на соискание учёной степени к. т. н. Оценка сопротивляемости сталей и сварных соединений H<sup>2</sup>S- содержащим средам по деформационным параметрам. ГАНГ им. Губкина. М.: 1995.



УДК 621.383.8

*Д-р техн. наук, проф. КОЗЫРЕВ Е. Н.,  
канд. техн. наук, доц. КОДЗАСОВА Т. Л.*

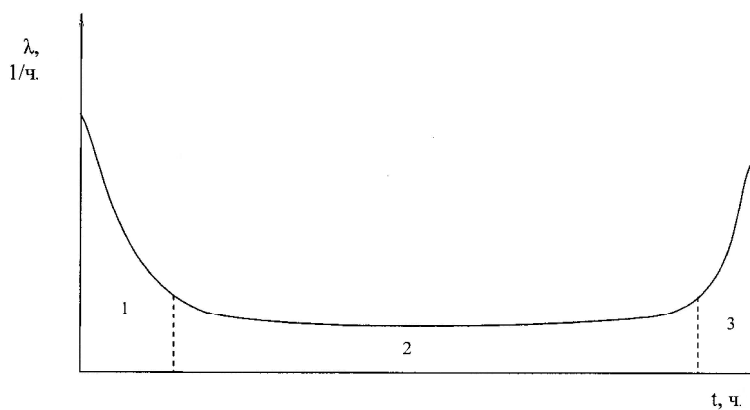
#### СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

*Показана необходимость точного, четко обоснованного математически и физически планирования ускоренных испытаний с целью получения статистически убедительных экспериментальных данных по отказам, без которых любой формальный математический прогноз надежности не состоятелен.*

Отказ прибора – это внезапный или постепенный переход прибора в нерабочее состояние. Типы отказов бывают разные. Существуют случайные отказы, природа которых, как правило, неопределима. Есть отказы, связанные с грубыми нарушениями эксплуатации приборов. И есть отказы, связанные со старением (деградацией, деструкцией) элементов прибора, так называемые параметрические отказы. Тип отказов должен учитываться при разработке методов ускоренных испытаний на надежность.

Проиллюстрируем типы отказов на примере зависимости интенсивности отказов от времени  $\lambda(t)$  (рисунок).





Зависимость интенсивности отказов от времени эксплуатации приборов.

Это идеализированная кривая, которая в теории надежности в последнее время почти не употребляется, но тем не менее, долгое время лежала в основе даже таких документов, как военные стандарты США с обозначением MIL и NAVY. Это связано с тем, что в основное время (участок 2 на рисунке) интенсивность отказов считалась постоянной  $\lambda = \text{const}$ , что соответствует экспоненциальному распределению отказов. Поэтому можно было легко делать расчеты и устанавливать нормы надежности. Сейчас эта кривая практически не применяется, но для анализа отказов незаменима.

Рассмотрим более подробно эту зависимость: первая область – приработочные отказы. Это отказы приборов, дефектность которых выявляется на ранней стадии работы приборов. Их появление связано с грубыми нарушениями технологической дисциплины на заводе, слабым входным контролем исходных составляющих прибора и выходным контролем готовых изделий, неправильными тренировочными режимами и так далее. Приработочные отказы никогда не являлись и не должны являться предметом для анализа путем ускоренных испытаний. С ними необходимо бороться, их просто не должно быть. Вторая область – случайные (внезапные, катастрофические) отказы. Природа случайных отказов такая же как и у приработочных отказов, т.е. является следствием производственных дефектов. Но дефекты в этом случае очень слабо выражены и их превращение в отказ может происходить через достаточно длительные и непредсказуемые промежутки времени. Поэтому такие отказы являются случайными, и их анализ может и должен проводиться с помощью теории случайных величин. Для их описания используются такие математические модели, как нормальное и экспоненциальное распределения, логарифмически нормальное распределение, распределение Вейбулла, гамма-распределения и так далее. Задачей ускоренных испытаний в этом случае является определение типа распределения и его параметров.

Иногда для описания случайных отказов используется такой параметр, как интенсивность отказов, т.е. количество отказов за единицу времени. Мгновенная интенсивность отказов рассчитывается по формуле:

$$\lambda = \frac{dF(t)/dt}{1 - F(t)},$$

где  $F(t)$  – функция распределения отказов от времени в интегральной форме или функция надежности.

Иногда используют такие величины как интенсивность отказов за определенный промежуток времени и средняя интенсивность отказов за весь рассматриваемый период. Для экспоненциального распределения, где  $\lambda = \text{const}$  все три вида интенсивности равны.

Интенсивность отказов ИЭТ должна быть не менее  $1 \cdot 10^{-6}$ ;  $1 \cdot 10^{-7}$  1/ч.

Оценим вероятность констатации (проявления) отказов в выборке приборов, по которой определяется надежность в зависимости от объема и времени испытаний.

Вероятность проявления отказов в выборке (равной 10 приборам) в зависимости от времени испытаний приведена в таблице:

Интенсивность отказов, 1/ч	Время испытаний			
	натурные испытания		ускоренные испытания (в 10 раз)	
	100 ч	1000 ч	100 ч	1000 ч
$1 \cdot 10^{-5}$	0,01	0,1	0,1	1
$1 \cdot 10^{-6}$	0,001	0,01	0,01	0,1

Из данных таблицы видно, что вероятность констатации даже одного отказа для выборки из 10 приборов и времени испытаний 1000 ч очень невелика. Поэтому, если целью ускоренных испытаний является регистрация случайных отказов, статистически правильный подход к ним должен быть серьезно продуман.

С другой стороны, вероятность случайных отказов никогда не равна нулю и отказ может проявиться даже в начале испытаний, что может привести к дискредитации даже очень высоконадежных приборов. Поэтому иногда в ТУ на прибор рекомендуют в таких случаях проводить повторные испытания приборов на удвоенном количестве образцов.

Параметрические отказы. Анализ этих отказов является основной целью ускоренных испытаний высоконадежных ЭОП. Параметрические отказы – это детерминированные (неслучайные) отказы, являющиеся следствием неизбежного процесса старения (деградации) элементов прибора, постепенно развивающегося во времени. Задачей ускоренных испытаний в этом случае является определение типа закономерности старения и его параметров. Так как испытываемые приборы очень высоконадежны и процесс старения развивается очень медленно, то определение его типа и параметров требует достаточно большого времени испытаний, даже при ускоренных. Например, в стандарте МЭК-216 рекомендуют, чтобы время ускоренных испытаний для уверенного прогноза было не менее 25 % от длительности предполагаемого прогноза.

Для определения параметров закономерности старения требуются испытания при нескольких режимах ускорения, т. е. должны быть испытаны не одна, а несколько выборок. Это ведет к увеличению испытываемых приборов. С другой стороны, параметрические отказы могут быть отнесены и к случайным отказам. Дело в том, что поставляемые приборы индивидуальные

по своим свойствам. Это зависит от качества технологии их производства и ее соблюдения. Поэтому наработки на отказ для приборов не одинаковы, а разбросаны случайно по величине. В этом случае долговечность должна характеризоваться какой-то средней величиной, например, среднеарифметическим и  $\gamma$ -процентным ресурсами. Но средней величины для объективной оценки надежности приборов недостаточно, так как разброс значений для отдельных приборов может быть очень велик. Поэтому является обязательной оценка дисперсии результатов. Это требует статистически обдуманного выбора объема выборки. Оценка дисперсий по величине среднеквадратического отношения не всегда корректна. Среднеквадратическое отклонение является математически обоснованным параметром только для нормального распределения и может сильно исказить действительную картину в случае других распределений, особенно ассиметричных.

Формирование выборки включает в себя статистически обдуманный выбор объема (количества приборов в выборке) и отбор конкретных приборов для испытаний. Определение объема было рассмотрено выше. Отбор конкретных приборов также не может быть произвольным. Обычно выборка приборов для ускоренных испытаний определяется как группа случайно выбранных приборов. Но это не совсем правильно, так как качество приборов зависит от многих внешних факторов (например, сезонных колебаний качества промышленного электричества (днем и ночью, зимой и летом), атмосферных условий, от степени изношенности оборудования). Поэтому отбор приборов для выборки также должен быть продуманным. Например, неразумно формировать выборку из продукции, произведенной одной рабочей сменой.

Таким образом, формирование выборки, определение длительности испытаний и режимов ускорения требует внимательного статистического подхода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Тареев Б. М.* Герметизация полимерными материалами радиоэлектроники. М.: Энергия. 1980.
2. *Тагер А. А.* Физикохимия полимеров. М.: Химия, 1981.



УДК 621.383

*Канд. техн. наук, доц. ПЕРЕПЕЛИЦЫН В. В.,  
студ. ИВАНОВ М. Ю.*

#### **ОПТИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СМОДЕЛИРОВАННЫХ ОПЫТОВ ДЛЯ КАНАЛЬНОГО УМНОЖИТЕЛЯ**

*Проведены численные эксперименты по моделированию усилительно-шумовых свойств канального умножителя. В результате обработки данных по амплитудным спектрам найдено, что определение значений коэффициента усиления и среднеквадратического отклонения с погрешностью менее 3 % требует реализации десяти тысяч опытов.*

Принцип действия канального умножителя (КЭУ) давно известен. Входящий в канал под некоторым углом первичный электрон при столкновении со стенкой порождает некоторое количество вторичных электронов, которые под действием ускоряющего поля движутся по параболическим траекториям, многократно сталкиваясь со стенкой. При каждом соударении эмитируется случайное число электронов со случайной энергией и случайными углами. Выходящий из канала импульс («пакет») электронов содержит случайное число частиц. Таким образом, выходной сигнал канального умножителя представляет собой поток импульсов длительностью примерно 0,5 нс и частотой следования около  $10^4 \text{ с}^{-1}$  [1].

Его можно охарактеризовать амплитудным, угловым и энергетическим распределениями. На практике чаще всего используют амплитудное распределение, из которого находят средний коэффициент усиления  $\overline{M}$  и дисперсию  $S^2$  распределения, необходимую для расчета фактора шума. Фактор шума  $F$  является важным параметром микроканальных пластин (МКП):

$$F = \frac{1}{\omega} \left( 1 + \frac{s^2}{M^2} \right), \quad (1)$$

где  $\omega$  – прозрачность входа МКП.

При экспериментальном измерении параметров  $\overline{M}$  и  $S^2$ , которое длится несколько минут, через канал проходит несколько сотен тысяч импульсов, так что погрешность, обусловленная статистикой, заметной роли не играет. Другое дело, если амплитуду каждого импульса приходится рассчитывать по компьютерной модели КЭУ. Здесь уже возникают ограничения на длительность расчета, а следовательно, на количество опытов в численном эксперименте. Потому возникает вопрос: какое минимальное число опытов нужно просчитать, чтобы погрешность определения  $\overline{M}$  и  $S^2$  не превышала заданной величины? Учитывая многократное применение методов Монте-Карло в каждом опыте, вполне очевидно, что получить ответ на этот вопрос на основании аналитических методов едва ли возможно.

Эта задача решалась путем статистической обработки массива из  $N = 100000$  рассчитанных амплитудных импульсов. Гистограмма исходного массива приведена на рис. 1. Вычисленное для этого массива среднее  $\overline{M} \equiv m_1$  (первый выборочный момент) и выборочная дисперсия  $S^2$  были приняты за истинные значения генеральной совокупности  $\mu$  и  $\sigma^2$  соответственно. Далее рассчитывались средние  $m_1$ , дисперсии  $S^2$  и среднеквадратические отклонения (СКО)  $S$  для выборок по  $n = 10, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000$  и  $50000$  опытов. На рис. 2 показан точечный график для средних значений.

Из рис. 2 видно, что отклонение от среднего значения уменьшается с ростом числа опытов, и в диапазоне  $10000$ – $100000$  опытов становится незначительным. Похожий график можно рассчитать и для выборочной дисперсии. Можно задать диапазон отклонения искомой величины от истинной для нормального распределения  $N(\mu, \sigma)$ . Для оценки среднего и среднеквадратического отклонения с вероятностью  $P = 0,95$  воспользуемся известными соотношениями [2]:

$$\bar{x} - 1,96 \cdot s_{\bar{x}} < \mu < \bar{x} + 1,96 \cdot s_{\bar{x}},$$

$$s - 1,96 \cdot s_s < \sigma < s + 1,96 \cdot s_s.$$

(2)

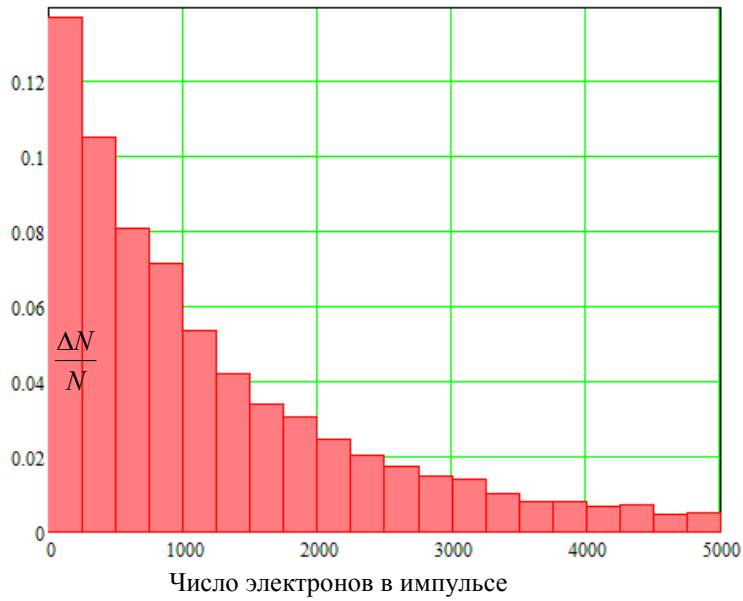


Рис. 1. Гистограмма исходного массива.

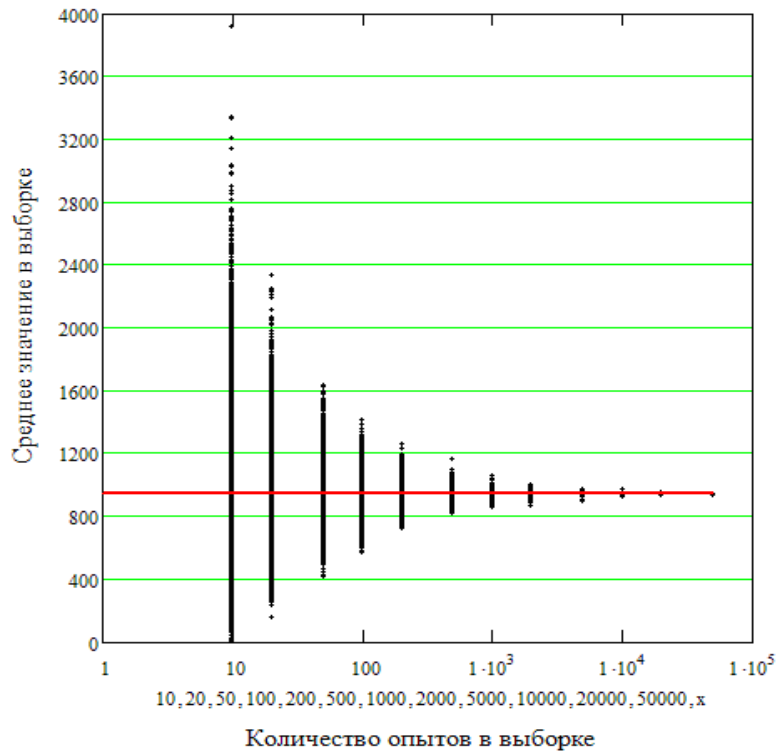


Рис. 2. Распределение среднего в выборках разного объема.

Рассматриваемое амплитудное распределение не является нормальным. Однако на основании теоремы Линденберга [2]: если  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – выборка из распределения с конечным математическим ожиданием  $\mu$  и с конечной дисперсией  $\sigma^2$ , то выборочное распределение среднего значения выборки  $\bar{x}$  будет асимметрически нормальным с математическим ожиданием  $\mu$  и дисперсией  $\sigma^2/n$  при растущих  $n$  – мы можем использовать соотношения (2) и для нашей задачи.

Относительные погрешности (ОП) определения искомых величин  $\mu$  и  $\sigma$  были рассчитаны по соотношениям:

$$\begin{aligned} ОП_x &= \frac{2s_x}{x} \\ ОП_s &= \frac{2s_s}{s} \end{aligned} \quad (3)$$

Результаты расчетов приведены в таблице.

Из данных таблицы видно, что погрешность менее 3 % реализуется при числе опытов  $n \geq 10000$ . Более наглядно уменьшение погрешности с числом опытов видно из данных рис. 3.

**Погрешность среднего и СКО в зависимости от объема выборки**

Объем выборки	СКО от среднего	СКО от СКО	ОП среднего, %	ОП СКО, %
10	446,43	614,66	94,85	86,51
50	196,93	331,37	41,84	46,64
100	137,34	237,28	29,18	33,40
200	96,16	165,43	20,43	23,28
500	62,56	102,84	13,29	14,47
1000	42,67	72,33	9,07	10,18
2000	29,06	49,08	6,17	6,91
5000	22,12	32,33	4,70	4,55
10000	13,20	18,01	2,80	2,54
20000	8,25	7,41	1,75	1,04

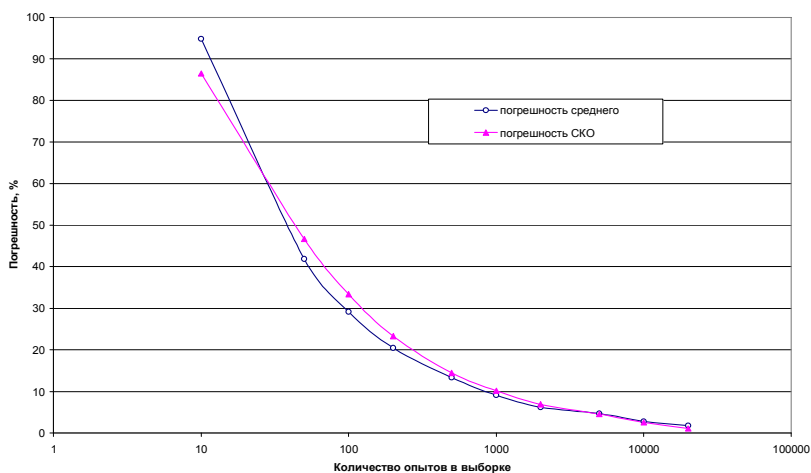


Рис. 3. Зависимость погрешности среднего (1) и СКО (2) от числа опытов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вакуумные фотоэлектронные приборы / А. Г. Берковский, В. А. Гаванин, И. Н. Зайдель и др. М., 1988.
2. Справочник по прикладной статистике. В 2-х т. Т. 1. М.: Финансы и статистика, 1989.



УДК 621.382:546.28

*Д-р физ.мат. наук, проф. СОЗАЕВ В. А.,  
асп. КОРОТКОВ П. К., доц. КУМЫКОВ В. К.,  
ст. преп. МАНУКЯНЦ А. Р.,  
д-р техн. наук, проф. КОЗЫРЕВ Е. Н.,  
д-р техн. наук, проф. ХОСАЕВ Х. С.*

### **ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И ПОВЕРХНОСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК НА КРЕМНИИ И МИКРОКАНАЛЬНЫХ СТРУКТУРАХ**

*Изучено влияние времени ультрафиолетового отжига на поверхностное сопротивление.*

К числу распространенных технологических операций, применяемых при создании систем металлизации к кремнию, относится фотонный отжиг как когерентным, так и некогерентным излучением, который позволяет модифицировать физико-химические свойства полупроводниковых структур [1–4].

Так, облучение некогерентным излучением с энергией фотонов  $\leq 6$  эВ (ртутная лампа) и  $-21$  эВ (разряд гелия) тонких пленок алюминия и золота толщиной от 7 до 50 нм на подложках из  $\text{SiO}_2$  и Si привело к увеличению адгезии пленок к подложкам [2].

Облучение с помощью кварцевых галогенных ламп длительностью 0,6–1,8 с пленок алюминия (с добавкой 2,0–2,5 % (масс.) кремния), нанесенных на монологированный кремний ориентации (111), приводило к уменьшению переходного сопротивления пленка–подложка с  $70 \cdot 10^{-5}$  до  $5 \cdot 10^{-5}$  Ом·м [3].

Использование некогерентного излучения с целью фотонного отжига предпочтительнее, когда необходимо снизить «тепловой удар», обеспечить более плавное нарастание температуры поверхности облучаемого материала и когда облучаемая поверхность велика.

Настоящая работа является продолжением исследований начатых в работе [4], где в качестве источника мощного излучения использовали установку фотонного отжига «Волна». В процессе облучения при её длительном времени отжига наблюдали отслоение пленок.

В настоящей работе нами используется ультрафиолетовое излучение меньшей мощности.

**Методика эксперимента.** Напыление пленок алюминия, хрома и никеля на кремниевые подложки марки КЭФ-4,5 диаметром 100 мм и ориентацией (111) и пленок хрома на МКП проводили на установке УВН-70 при давлении  $10^{-4}$  Па. Температуру кремниевой подложки или МКП в процессе напыления поддерживали  $\sim 20$  °С. Толщину металлических пленок контролировали по сопротивлению спутника, она составляла  $\sim 100$  нм.

Облучение проводили на везерометре согласно ГОСТ 11279-83. В везерометре образцы в виде пластинок устанавливают на наружной стороне вертикального цилиндрического барабана, вращающегося вокруг ультрафиолетовой лампы. Облучение образцов происходит при 20 °С, на расстоянии  $r = 210$  мм и длине волны  $\lambda \geq 300$  нм.

Морфологию поверхности пленок до и после отжига изучали на атомно-силовом микроскопе марки SOLVER P47.

**Результаты измерений и их обсуждение.** На рис. 1 (а-в) показаны зависимости поверхностного сопротивления от времени отжига при ультрафиолетовом облучении. Видно, что для систем Cr-Ni/Si, Al/Si и Cr на МКП оптимальное время отжига 6, 5 и 4 с. соответственно, так как при этих временах отжига поверхностное сопротивление минимально.

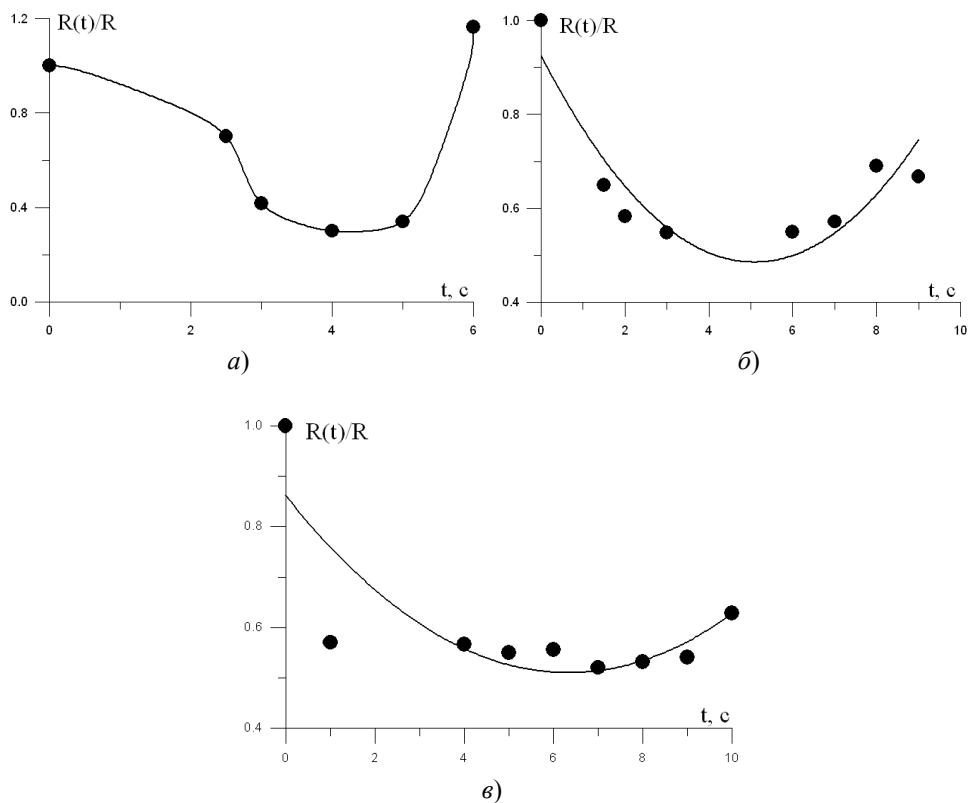


Рис. 1. Зависимость сопротивления пленки Cr – Ni/Si (а), Al/Si (б) и Cr на МКП (в) от времени отжига.



На рис 2-7 приведены сканы поверхностей пленок до и после отжига.

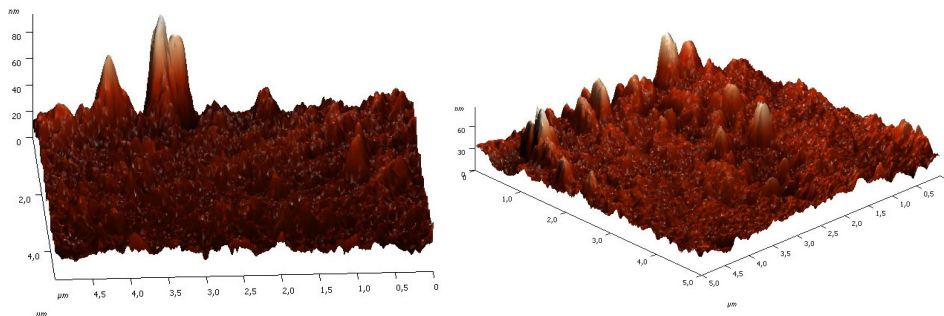


Рис. 2. Сканы поверхности хрома на МКП до отжига.

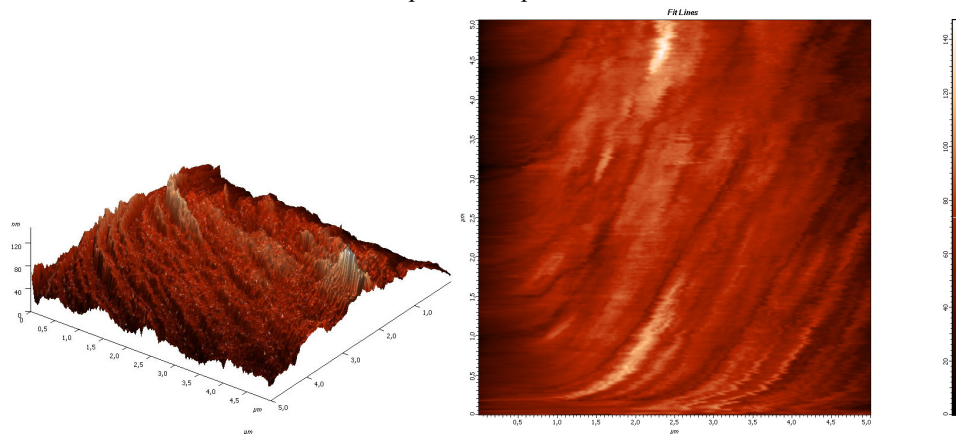


Рис. 3. Сканы поверхности хрома на МКП после отжига в течение 4 с.

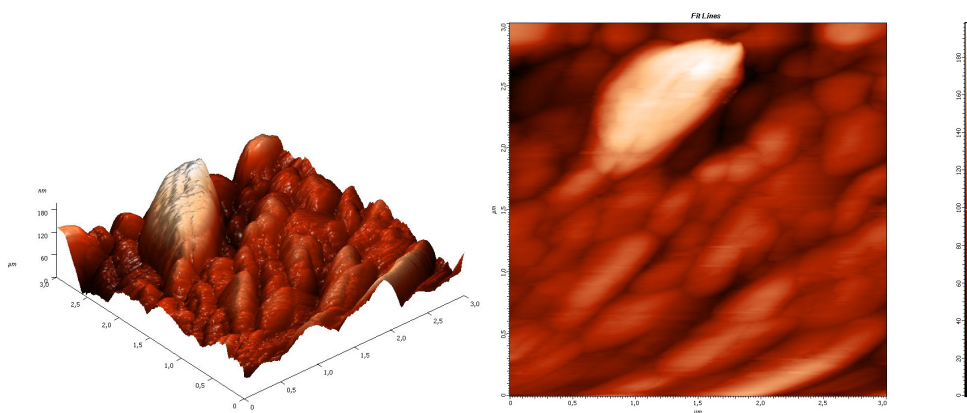


Рис. 4. Сканы пленки алюминия на кремниевой подложке до отжига.

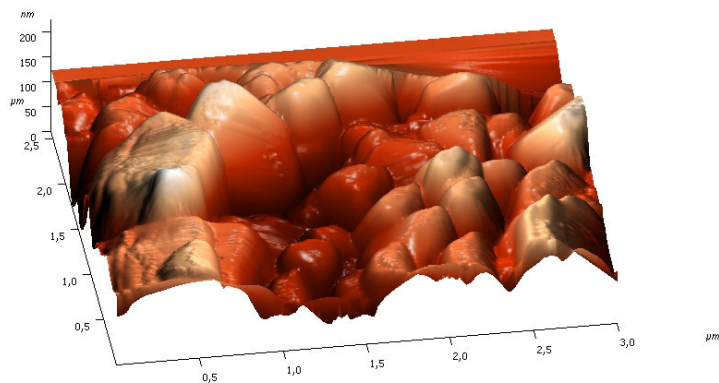


Рис. 5. Скан пленки алюминия на кремниевой подложке после отжига в течение 5 с.

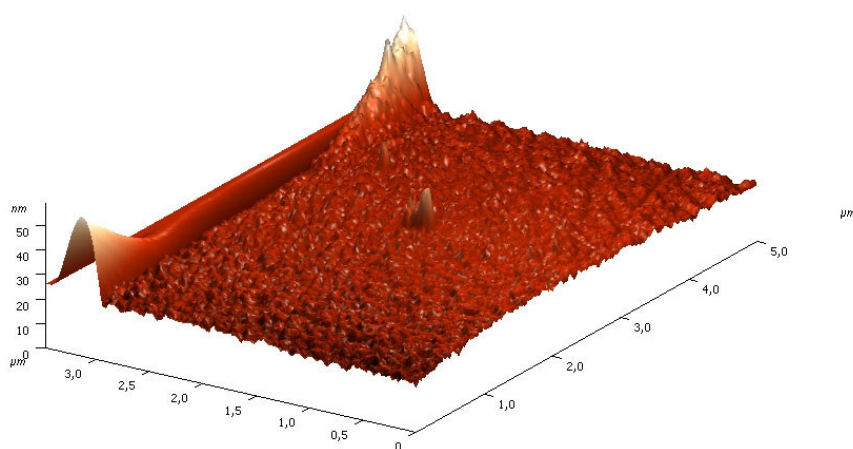


Рис. 6. Скан поверхности пленки хром-никель на кремниевой подложке до отжига.

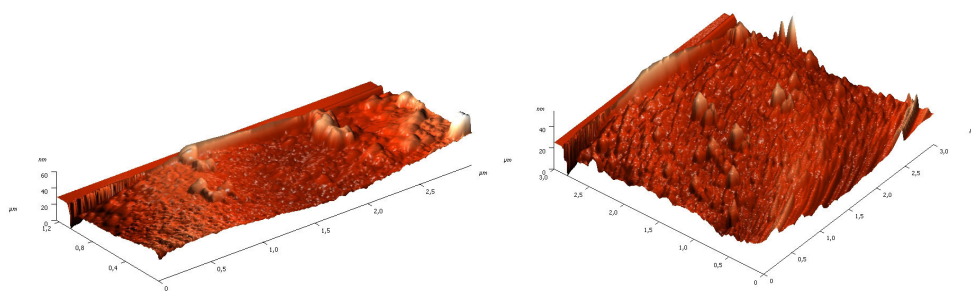


Рис. 7. Сканы поверхности пленки хром-никель на кремниевой подложке после отжига в течение 6 с.

Из сравнения соответствующих рисунков до и после отжига видно, что размеры неровностей уменьшаются. Это указывает на то, что отжиг приводит к образованию более однородной пленки, снижению дефектов и в целом к снижению сопротивления. Таким образом, установка с более слабой мощностью облучения приводит к улучшению морфологии поверхности и соответственно к уменьшению сопротивления.

**Заключение.** Изучено влияние времени ультрафиолетового отжига на поверхностное сопротивление. Для систем Al/Si, Cr–Ni/Si и Cr на МКП оптимальные времена отжига соответственно равны 5, 6 и 4 с.

Авторы выражают благодарность Е.Г. Дедковой за помощь в проведении работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Альтудов Ю. К., Гарицин А. Г.* Лазерные микротехнологии и их применение в электронике. // М.: Радио и связь. 2001. С.370-374.
2. *Kellock A. J., Nyberg G. L., Williams J. S.* Thin film adhesion improvement under photon irradiation // J. Vac. 1985. V.35. N12. P. 625-628.
3. *Верещагина З.Д., Крысов Г.А., Цехмейстер Е.А., Сергеичев А.С.* Импульсное вжигание металлических пленок в кремнии // Электрон. техника. Сер. Электроника СВЧ. 1983. Вып. 10(358). С.57-59.
4. *Гукетлов Х. М., Демченко А. В., Кумыков В. К., Манукянц А. Р., Фетисова В. М.* Влияние фотонного отжига на структуру и электрические свойства тонких металлических пленок на кремни // Известия вузов. Материалы электронной техники. 2006. С.77-79.



УДК 621.382.2

*Канд. техн. наук, доц. ЧУГУЕВА З. И.*

#### О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ МЕХАНИЗМА ПРОВОДИМОСТИ В n-GaAs

*Исследованы электропроводность  $\sigma$ , эффект Холла  $R$  и магнитосопротивление кристаллов арсенида галлия с концентрацией электронов и доноров ( $10^{14}$ – $10^{17}$ ) см<sup>-3</sup>. Определена энергия активации примесей  $E_D$  и ее зависимость от  $n$  и  $N_D$ .*

Участие примесных состояний в переносе электронов и формировании энергетического спектра проводящих зон играет существенную роль в полупроводниковых кристаллах.

Формирование энергетического спектра легированного кристалла определяется следующими факторами:

1) концентрацией доноров  $N_D$ , она задает среднее перекрытие волновых функций примесных атомов и тем самым возможность переноса между ними и их расщепление;

2) полной концентрацией ионов  $N_D + N_A$ , которая задает флуктуацию кулоновского потенциала и связанное с этим дополнительное расщепление уровней;

3) концентрацией электронов  $n$ , задающей среднюю экранировку примесей;

4) хаотичностью распределения примесей.

При низкой концентрации примесей волновые функции их практически не перекрываются, примесные уровни локальны и не расщеплены. Незначительный перенос между ними все же возможен благодаря туннельному эффекту (прыжковая проводимость).

С увеличением концентрации, когда среднее расстояние между ними ( $a = 1/N_D^{1/3}$ ) становится порядка боровской орбиты, начинается расщепление и обобществление примесных уровней – образуется примесная зона.

При высокой концентрации примесные уровни сливаются с зоной проводимости, образуется единая проводящая зона.

Экранировка электронами примесных атомов уменьшает энергию активации примесей  $E_D$ , т.е. сближает как целое все примесные состояния и дно зоны проводимости.

Компенсация приводит к большему расщеплению примесных состояний под действием кулоновских полей примесных ионов и к созданию более локализованных состояний.

Хаотичность распределения примесей приводит к образованию “хвостов” и локальных состояний, расположенных в самой примесной зоне.

Из температурной зависимости коэффициента Холла  $R(T)$  и электропроводности  $\sigma(T)$  была найдена температурная зависимость концентрации электронов  $n_1$ , активируемых в зону проводимости. Используя уравнение нейтральности  $\ln xT^{3/2}/n_1+N_A = \ln g/v + E_D/kT$ , где  $g$  – фактор спинового вырождения донорных уровней,  $v = 2(2\pi m^*k/h^2)^{3/2}$  – плотность состояний электронов в зоне проводимости,  $x = n_3/n_1$ ,  $n_3$  – концентрация электронов на примесных уровнях  $N_A$  – концентрация акцепторов, была найдена энергия активации  $E_D$ .

Анализ экспериментальных результатов показал:

1. Во всех чистых кристаллах с  $n$ ,  $N_D$  менее  $4 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$  примесные состояния четко отделены от зоны проводимости. Энергия активации составляет (3–5) мэВ, расщепление примесных состояний мало  $\Omega < 1 \text{ мэВ}$  (рис. 1).

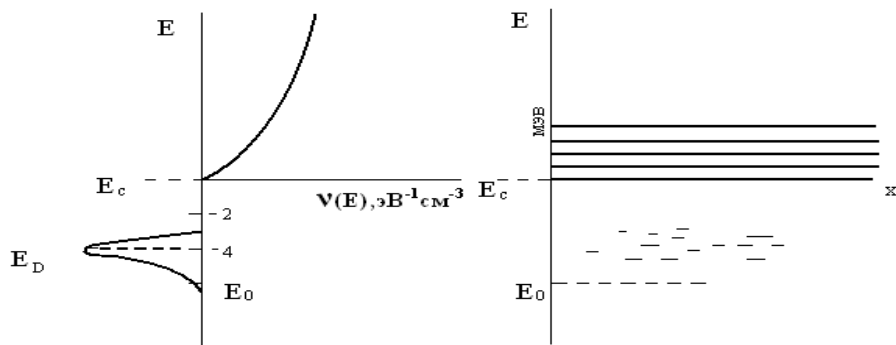


Рис. 1. Энергетическая схема слабо легированного арсенида галлия.

2. В образцах с промежуточным легированием ( $n$ ,  $N_D$   $4 \cdot 10^{15} - 10^{16} \text{ см}^{-3}$ ) энергия активации уменьшается  $E_D = (1-2) \text{ мэВ}$ , однако примесные

состояния по-прежнему отделены от зоны проводимости и слабо расщеплены  $\delta = (1-2)$  мэВ. Проводимость по ним, однако, переходит от прыжкового к “металлическому” характеру, донорные состояния обобществляются (рис.2).

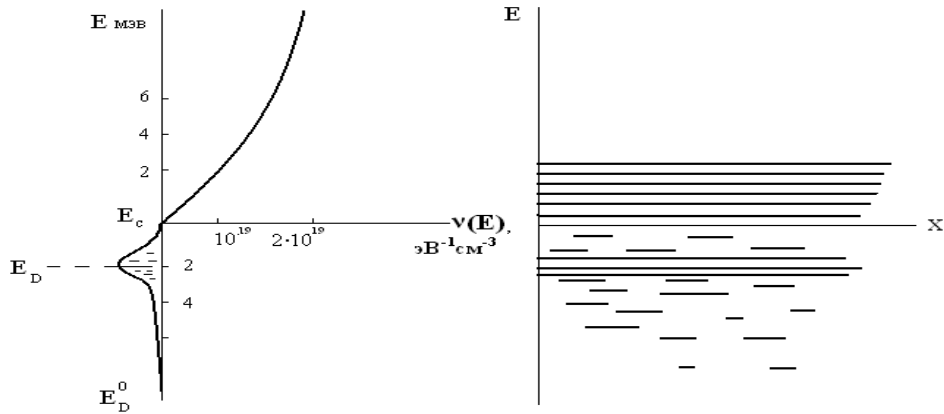


Рис. 2. Энергетическая схема промежуточно легированного арсенида галлия.

3. При концентрации примесей  $N_D \geq (2-3) \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$  происходит “размазывание” примесных состояний ( $\Omega \geq 3-5$  мэВ) и слияние их с зоной проводимости. Примесные уровни быстро “исчезают” в зоне, так что при  $n$ ,  $N_D > 2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$  образуется единая зона с хвостом состояний (рис. 3).

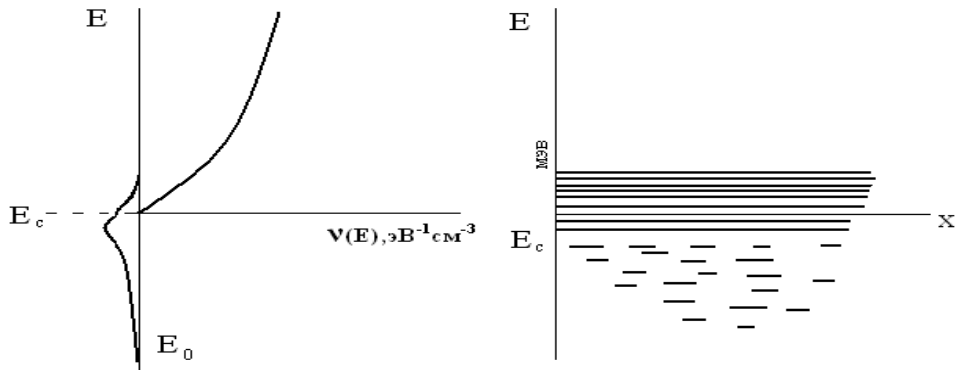


Рис. 3. Энергетическая схема сильно легированного арсенида галлия.

Структура примесных уровней как при низких, так и при высоких концентрациях носителей тока оказывается сложной. Помимо основных обобществленных “зонных” примесных уровней в примесной зоне и зоне проводимости сильнолегированного кристалла возможны отдельные локальные состояния.

На существование таких локальных состояний указывает отрицательное магнитосопротивление (уменьшение сопротивления в магнитном поле). Оно наблюдается в  $n$ -GaAs при всех концентрациях от  $10^{16} - 10^{18} \text{ см}^{-3}$  и выше. Это

означает, что частично локализованные примесные состояния существуют практически при любых высоких концентрациях и играют определенную роль в общей проводимости. При  $n = 10^{18} \text{ см}^{-3}$  и более их вклад в  $\sigma$  в сотни раз меньше, чем при  $n = 10^{16} \text{ см}^{-3}$ .

**Заключение.** Особенность проводимости в арсениде галлия ( $n\text{-GaAs}$ ) состоит в том, что во всех кристаллах даже в самых легированных, проводимость кроме зонных состояний осуществляется по локальным состояниям. Во всех кристаллах даже в самых чистых проводимость помимо локальных состояний осуществляется и по зонным состояниям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лагунова Т. С. Автореф. диссертации, канд. физ.-мат. наук, Ленинград, 1968.
2. Емельяненко О. В., Лагунова Т. С., Марончук И. С., Чугуева З. И // ФТП, 11, 12, 2338, 1977.
3. Емельяненко О. В., Лагунова Т. С., Наследов Д. Н., Телегин А. А., Чугуева З. И. // ФТП, 10, 7, 1280, 1976.



УДК 53

*Канд. физ.-мат. наук, доц. СТАРОСЕЛЬЦЕВА С.П.,  
канд. физ.-мат. наук, доц. МЕТРЕВЕЛИ С.Г.*

#### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЛАБОКОМПЕНСИРОВАННОГО ФОСФИДА ИНДИЯ

*Рассмотрены температурные зависимости удельной электропроводности, концентрации и подвижности носителей тока в слабокомпенсированном фосфиде индия.*

Для исследования параметров фосфида индия при температуре жидкого азота и комнатной температуре использовали прижимные контакты, которые изготавливали из вольфрамовой проволоки диаметром 0,1 мм путём электролитического заострения её концов. Такой контакт на образцах с концентрацией электронов  $n = 10^{15} - 10^{17} \text{ см}^{-3}$  является слабовыпрямляющим с сопротивлением в несколько Ом. Поэтому он формируется электрической искрой при разряде конденсатора ( $c = 0,1 \text{ мкФ}$ ,  $U \approx 300 \text{ В}$ ), после чего выпрямление исчезает и сопротивление становится незначительным (0,1–1 Ом). Преимуществом прижимных контактов является высокая точность измерений удельной электропроводности вследствие их малых размеров.

Для исследования температурной зависимости параметров полупроводника использовали паянные свинцовые контакты. Однако они не обеспечивают высокой точности измерений из-за большей, по сравнению с прижимными, поверхности соприкосновения с образцом. Поэтому проводили корректировку расстояния между паянными контактами по измерению удельной электропроводности на прижимных.

К основным погрешностям измерения следует отнести следующие:

1. Погрешность в измерениях магнитного поля, составляющая 2–3 %,
2. Погрешность, обусловленная измерениями в нестационарном тепловом режиме. Для её уменьшения температуру измеряли дважды: непосредственно перед измерением физической величины (например, падения напряжения между зондами) и сразу после него. Эту методику особенно важно было соблюдать в интервале температур 77–150 К; затем процесс нагревания кристалла замедлялся.

Образцы для измерения выбирали однородными по физическим свойствам и были монокристаллами. Отношение длины образца к ширине составляло  $\approx 5$ .

Исследование температурной зависимости удельной электропроводности, концентрации и подвижности носителей тока проводили в интервале температур 77–300 К на слабокомпенсированных образцах фосфида индия электронного типа с концентрацией носителей тока  $7 \cdot 10^{15} - 5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$  при  $T = 300 \text{ К}$ .

Графики зависимости коэффициента Холла  $R$ , удельной электропроводности  $\delta$  от обратной температуры приведены на рис. 1 и 2. Измерения проведены в слабом электрическом и магнитном полях.

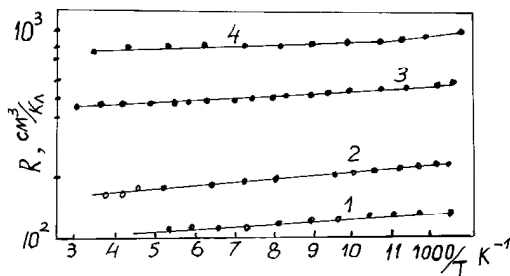


Рис. 1. Зависимость коэффициента Холла от обратной температуры.

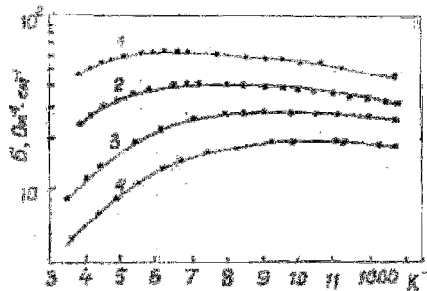


Рис. 2. Зависимость удельной электропроводности от обратной температуры.

У всех образцов наблюдается уменьшение коэффициента Холла в  $\approx 1,5$  раза при повышении температуры от 77 до 300 К.

На кривых  $\delta(T^{-1})$  имеется максимум, смещающийся в сторону низких температур по мере уменьшения концентрации электронов.

Кривые, отражающие зависимость подвижности носителей тока от температуры (рис.3) также проходят через максимум, причём у образцов с большей концентрацией электронов он наблюдается при более высокой температуре (около 120 К), а у образцов с меньшей концентрацией – при  $T \approx 80 \text{ К}$ . Анализируя результаты эксперимента, заметим, что во всём температурном интервале (77–300 К) электронный газ не вырожден. Для образцов с концентрацией электронов  $7 \cdot 10^{15} - 5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$  приведённый уровень Ферми лежит в пределах от  $-4$  до  $-1,8$  при комнатной температуре, а при температуре жидкого азота – в пределах от  $-2,2$  до  $0$ . Отклонение от параболичности зоны проводимости при рассмотренных концентрациях не имеет места. Действие

примесной зоны при  $T > 77$  К можно не учитывать и считать, что образцы содержат один сорт носителей тока – электроны.

Приняв допущения, обсудим механизм рассеяния электронов в образцах с вышеуказанной концентрацией. Будем учитывать: рассеяние на ионизированных примесях, акустических и оптических колебаниях решетки, используя общеизвестные формулы Брукса–Херринга, Бардина–Шокли и Эренрайха.

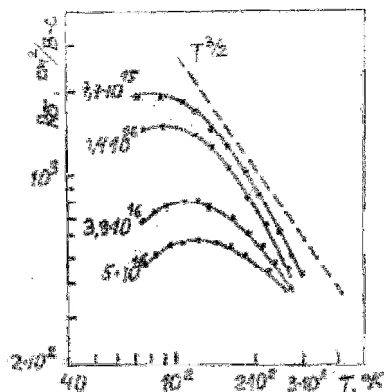


Рис. 3. Температурная зависимость холловской подвижности электронов.

Рассеянием электронов на нейтральных примесях пренебрегаем по следующей причине: энергия активации водородоподобных донорных примесей в фосфиде индия составляет по порядку величины  $10^{-3}$  эВ. В рассматриваемом температурном интервале значение  $kT$  намного превышает эту величину (при 300 К  $kT = 25,8 \cdot 10^{-3}$  эВ), поэтому атомы мелких примесей ионизированы, и вкладом нейтральных атомов в механизм рассеяния электронов можно пренебречь. В самом деле, если в полупроводнике существует некоторое количество донорных примесей  $N_g$ , то число  $N_N$  нейтральных атомов при данной температуре равно  $N_N = N_g - n_t$  или  $N_N = N_{ист} - n_t$ , где  $(n_t)$  – концентрация носителей тока при данной температуре  $t$ ,  $n_{ист} = N_g$  – концентрация истощения, равная концентрации доноров.

Если в примесном полупроводнике помимо донорных примесей имеются акцепторные, то число  $N_N$  нейтралей ( $N_N = N_a - N_g - n_t$ , где  $(N_a - N_g) = n_{ист}$ ).

Температурный ход коэффициента Холла свидетельствует о неизменной или почти неизменной концентрации носителей тока в интервале 77–300 К. Слабое уменьшение  $R$  с ростом уменьшения температуры обусловлено не изменением концентрации носителей тока, а изменением механизма рассеяния и связанным с ним значением Холл-фактора, который при рассеянии на колебаниях решётки равен  $a_t = 1,18$ , а при рассеянии на ионизированных примесях  $a_t = 1,93$ . Так что можно полагать, что  $n_{ист} \approx n_t$ , т. е. концентрация нейтралей мала, а значение подвижности с учётом рассеяния на нейтралах, велико.

На рис. 4 сравниваются теоретические кривые температурной зависимости подвижности при разных механизмах рассеяния с экспериментальной температурной зависимостью. Кривая  $U_p$  – температурная зависимость подвижности электронов при рассеянии на акустических и оптических колебаниях решетки. Кривая  $U_i$  – температурная зависимость подвижности при рассеянии электронов на ионизированных атомах примеси с учетом, что концентрация ионизирован-



ных примесей равна концентрации электронов.  $N_i$  может быть больше  $n$ , так как в реальных кристаллах может содержаться неконтролируемое число акцепторных примесей, которые специально не вводили. Допущение  $N = n$  приводит к несколько завышенному значению подвижности. Теоретическая подвижность с учётом рассеяния на ионах и колебания решётки, рассчитанная по формуле

$$U_{(i+p)} = \frac{U_i \cdot U_p}{U_i + U_p},$$

как видно из графика, отличается от экспериментальной. Если

же учесть  $f$ -фактор, являющийся функцией отношения  $U_{i \text{ эксп}} / (U_{i \text{ эксп}} + U_p)$  и рассчитать теоретическую подвижность  $U_{(i+p)} \cdot f$ , то совпадение теории с экспериментом в образце с концентрацией электронов  $n = 1,4 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$  при температуре выше 160 К очень хорошее.

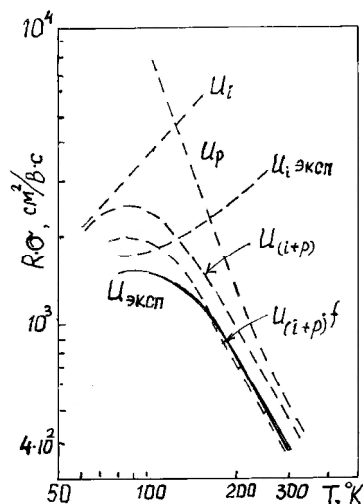


Рис. 4. Температурная зависимость подвижности электронов. Пунктирные кривые – теория. Сплошные кривые – эксперимент.  $n = 1,4 \cdot (10^{16} \text{ см}^{-3})$  при  $T = 300 \text{ К}$ .

В области более низких температур совпадение теории с экспериментом менее удовлетворительное, что объясняется, возможно, некоторой компенсацией, обусловленной присутствием неконтролируемых акцепторных примесей.

#### Расчёт подвижности для образца с $n = 1,4 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$

$T, \text{ К}$	$U_i, \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$	$U_p, \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$	$U_{(i+p)}, \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$	$U_{i \text{ эксп}}, \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$	$\frac{U_{i \text{ эксп}}}{U_{i \text{ эксп}} + U_p}$	$f$	$U_{(i+p)} f, \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$
78	$3 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^4$	0,1	0,8	$2 \cdot 10^4$
100	$4 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^4$	$2,7 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$	0,19	0,75	$2 \cdot 10^4$
200	$8,4 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$	$2,7 \cdot 10^4$	0,68	0,74	$7 \cdot 10^3$
300	$1,2 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^3$	$4,8 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	0,81	0,8	$3,8 \cdot 10^3$



**ОПТИЧЕСКИЙ ПЕРЕНОС ФОТОВОЗБУЖДЕНИЯ В n-InP,  
ЛЕГИРОВАННОМ ОЛОВОМ**

*Показано, что в n-InP из-за низкой скорости поверхностной рекомбинации возможен эффективный перенос возбуждений, который осуществляется за счет переизлучения неравновесными носителями в материале In и P.*

В последнее время все более широкое распространение получают ультрафиолетовые источники излучения – в науке, технике, медицине [1], поэтому требуется адекватное расширение функциональных измерительных приборов, основным элементов которых является фотоприемник, чувствительный к ультрафиолетовому диапазону [2, 3].

При разработке фотоприемников, чувствительных в ультрафиолетовой области, существенным является положение р-n перехода, так как ультрафиолетовое излучение поглощается у поверхности и для этого излучения становится важным эффективный перенос фотозвозбуждения через эмиттер к р-n переходу [4].

Исследования внешнего квантового выхода выполнялись в режиме непрерывного возбуждения, однако из-за разогрева максимальная плотность падающего на образец светового потока была ограничена величиной  $600 \text{ Вт/см}^2$ . Как было показано в [4], из-за высоких значений внешнего квантового выхода излучательной рекомбинации в n-InP должны наблюдаться эффекты многопроходности и переизлучения, которые приводят к существенному электронному переносу неравновесных носителей. В данной работе исследовалось влияние эффектов многопроходности и переизлучения на спектры люминесценции n-InP.

Для этого использовали фосфид индия, полученный методом Чохральского, легированный оловом. Концентрация неконтролируемых примесей составляла  $n = 3 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ , толщина исследуемых образцов порядка 200 мкм, ориентация {100}, а также двойные гетероструктуры InP–InGaAsP–InP, выращенные методом жидкофазной эпитаксии. Четырехкомпонентный твердый раствор имел ширину запрещенной зоны  $E_g = 0,83 \text{ эВ}$ . Эпитаксиальная пленка InP была выращена достаточно толстой и составляла 5 мкм. Затем эта структура была приклеена к стеклянной пластине со стороны эпитаксиальной пленки. Селективным травителем, который имел разную скорость травления твердого раствора и InP, стравливали подложку фосфида индия до четырехкомпонентного твердого раствора. Микронный слой четырехкомпонентного твердого раствора легко стравливали полирующим травителем. В результате получали почти 5 мкм эпитаксиальную пленку InP на стеклянной пластине.

На полученных образцах при комнатной температуре определяли внешний квантовый выход излучательной рекомбинации. Его определяли по площади спектров люминесценции. Установка, на которой снимались спектры люминесценции, позволяла получать спектры люминесценции в двух

геометриях – в геометрии на просвет и когда спектры снимались с возбуждающей стороны. В качестве источника возбуждения использовали непрерывный аргоновый лазер ( $\lambda_{\text{воз}} = 0,53$  мкм).

Измерения внешнего квантового выхода на толстом образце показали, что значения могут достигать 4–5 % что позволяет говорить о том, что внутренний квантовый выход излучательной рекомбинации в исследуемом образце при 300 К превышает 60 %. При таких значениях в прямозонном полупроводнике внешний квантовый выход  $\eta_e$  и эффективные времена жизни, а также пространственное распределение неравновесных носителей полностью определяются эффектами самопоглощения и переизлучения собственной люминесценции.

На рис. 1 показаны зависимости в абсолютных значениях внешнего квантового выхода для толстых и тонких образцов. Рост величины внешнего квантового выхода обусловлен уменьшением роли неактивного самопоглощения при увеличении уровня возбуждения. Это уменьшение потерь на самопоглощение обусловлено «просветлением» непрокаченной области за счет насыщения глубоких центров безызлучательной рекомбинации. Повышение внутреннего квантового выхода за счет уменьшения роли безызлучательной рекомбинации способствовало диффузии излучения через образец и вызывало увеличение величины внешнего квантового выхода в геометрии на просвет.

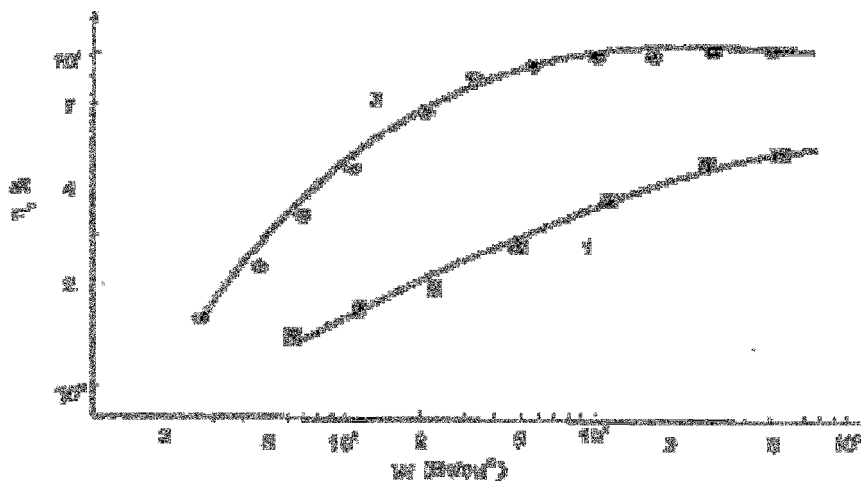


Рис. 1. Зависимость внешнего квантового выхода от плотности возбуждающего излучения. 1 – толстые образцы  $d = 200$  мкм, 2 – тонкие образцы  $d = 5$  мкм.

Изменение формы и положения спектров фотолюминесценции для толстых и тонких образцов показано на рис. 2, на котором максимальные значения интенсивностей фотолюминесценции для удобства сравнения приведены к единице. Из данных рисунка видно, что максимумы спектров для тонких образцов независимо от геометрии эксперимента совпадают с максимумами для толстых образцов. Отличием в этих спектрах является коротковолновая часть. Для толстых образцов коротковолновая часть спектра спадает быстрее, чем для тонких. Такое поведение обусловлено большими значениями коэффициента поглощения коротковолнового излучения, которое поглощается

при распространении в глубь образца в непрокаченном светом пространстве. Для тонких образцов спад коротковолнового излучения значительно слабее, так как прокаченная область в них практически отсутствует. На это указывает и полуширина спектра. Если для толстого образца полуширина спектра составляет  $2kT \approx 56$  эВ, что соответствует теории люминесценции, то для тонких образцов полуширина спектра значительно больше и может достигать 90 эВ. Такое возрастание полуширины спектра и внешнего квантового выхода для тонких образцов можно объяснить только эффектами переизлучения люминесцентного излучения, которое приводит к «диффузии» излучения в глубь образца, эффективному переносу возбуждения.

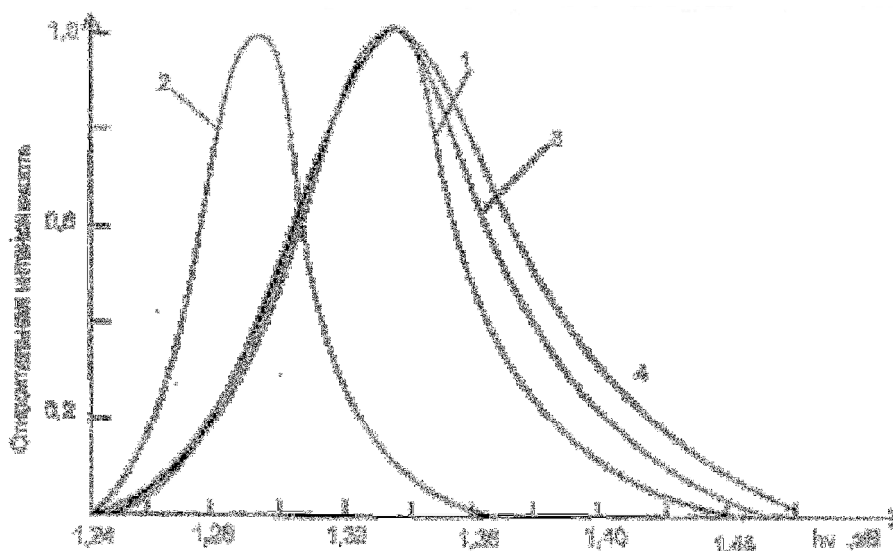


Рис. 2. Спектры фотолюминесценции для InP (максимальные значения приведены к единице). 1, 2 – образцы толщиной 200 мкм: 1 – при «фронтальной» геометрии эксперимента, 2 – при геометрии на «просвет»; 3, 4 – образцы толщиной 5 мкм: 4 – при «фронтальной» геометрии эксперимента, 3 – при геометрии на «просвет».

В геометрии "на просвет" для толстых образцов максимум спектра смещен в длинноволновую часть, так как для них внутренний квантовый выход составляет менее 50 % и коротковолновая часть спектра безызлучательно поглощается и не переизлучается.

Таким образом, n- InP, обладая низкой скоростью поверхностной рекомбинации и высокими значениями внутреннего квантового выхода, может эффективно переносить возбуждение в глубь образца. Такой перенос возбуждения можно свести к росту эффективной длины пробега неравновесных носителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Махний В.П. УФ фотоприемники с барьером Шоттки на основе селенида цинка // ЖТФ, 1998, т.68, № 9.
2. Стафеев В.И., Анисимова И.Д. Полупроводниковые фотоприемники УФ диапазона // ФТП. 1994. т. 28, вып. 3.

3. Ботнарюк В.М., Горчак Л.В., Диакону И.И., Рудь В.Ю. Фотоэлектрические свойства гетеропереходов p-CdS/p-InP // ФТП. 1998. Т. 32. вып. 1.

4. Агаев В.В., Созаев В.А., Яблочкина Г. И. Влияние диэлектрической пленки SrF<sub>2</sub> на люминесцентные свойства p-InP // ЖТФ, 2004, т.74, вып.11.



УДК 539.2

*Канд. физ.-мат. наук, доц. МЕТРЕВЕЛИ С. Г.,  
ст. преп. ТРЕГУБ А. И.*

## **НАНОТЕХНОЛОГИЯ – ТЕХНОЛОГИЯ XXI ВЕКА**

Впервые о возможности миниатюризации всего и работе с отдельными атомами заговорил в 1959 г. американский физик Фейнман Ричард Филлипс (1918–1988), один из основателей электродинамики. Он показал, что законы квантовой механики не препятствуют созданию нужных людям структур из небольшого числа атомов. В то время единственным прибором, позволяющим разглядеть что-то в наномасштабе, был электронный микроскоп, и идеи Фейнмана казались фантастикой. Однако уже в 1974 г. японский физик Танигути вводит в обиход термин «нанотехника». Сегодня многие связывают рождение новой эпохи с 1981 г., когда немецкие физики Биннигерд и Руска Эрнест создали растровый туннельный микроскоп (расстояние между острием и подложкой в нем ~1 нм), позволяющий не только видеть, но и переносить с места на место отдельные атомы. Только в 1989 году сканирующий туннельный микроскоп удалось использовать как наноманипулятор, сложив с его помощью регулярную структуру из атомов. Аккуратные сотрудники компании ИВМ выложили название своей компании из 35 атомов ксенона на поверхности кристалла никеля. Эта работа заняла 22 часа и проходила при температуре вблизи абсолютного нуля (–273 °С). После нагрева кристалла до –230 °С буквы ИВМ испарились.

Надо отметить, что сканирующие зондовые микроскопы так и не стали основным инструментом нанотехнолога. С самого начала огромный интерес ко всему, что связано с наноразмерными объектами проявляли компьютерные гиганты. Они и по сей день главные двигатели прогресса. Именно уменьшение размеров элементной базы обеспечило рост быстродействия и стоимости ЭВМ.

Эти два процесса – миниатюризация и повышение быстродействия не случайно идут вместе и жестко связаны.

Любая микросхема содержит не только транзисторы и резисторы, но и много полезных и вредных электрических емкостей. Эти маленькие конденсаторы приходится периодически заряжать и разряжать, расходуя не только энергию, но и время. Чем меньше геометрические размеры активных элементов, тем меньше паразитные емкости и тем меньшими токами и быстрее можно перевести микросхему из одного логического состояния в другое. Быстрее происходят различные математические действия.

Процессор Пентиум, появившийся 14 лет назад, имел характерный размер элементов 1 мкм и содержал  $3 \cdot 10^6$  транзисторов, и работал на частоте 60 МГц, и при этом потреблял до 15 Вт электроэнергии (мощность).

Пентиум-4, изготовленный по технологии 65 нм в 2005 г. и работающий на тактовой частоте 3,4 ГГц, содержит  $1,7 \cdot 10^9$  транзисторов. И хотя каждый транзистор тратит на одно переключение всего лишь сотые доли фемтоджоуля ( $10^{-15}$  Дж), с учетом их числа и высокой скорости срабатывания общая мощность потребления энергии  $\sim 100$  Вт. Для нормальной работы процессора нужны не только десятки ампер тока, но и система принудительного охлаждения.

Сегодня компания «Интел» приступила к массовому производству процессоров Пентиум с размером структурных элементов 45 нм, а слои, используемые в качестве изолятора (диэлектрика) оксида гафния, имеют толщину  $\sim 1$  нм.

Как ни парадоксально, но основным инструментом современной микроэлектроники является свет, точнее ультразвуковые лучи с длиной волны 151 нм. В массовом производстве электроники отказаться от электромагнитного излучения и фотошаблонов пока никто не собирается, даже при переходе на технологию с шагом 22 нм. Более того, проводят опыты, в том числе и в России, с жестким ультрафиолетовым излучением с длиной волны всего 13,5 нм. У миниатюризации, естественно, имеется предел. Время межатомного взаимодействия измеряется фемтосекундами ( $10^{-15}$  с).

Компьютер, работающий на тактовой частоте в несколько терагерц ( $10^{12}$  Гц) и состоящий из триллионов ( $10^{12}$ ) сверхминиатюрных логических элементов, легко разместится внутри макового зернышка. Причем он будет потреблять так мало энергии, что его можно будет вживить человеку. Так что, не в столь отдаленном будущем каждый желающий может существенно повысить свои познания, интеллектуальные возможности, объем памяти.

Кроме микроэлектроники, нанотехнология применяется для создания ряда сплавов, покрытий, композитных материалов. При этом в одном материале удается совместить твердость и пластичность.

Можно привести такой пример: для получения сплава "Победит" в мягкую хромовую матрицу вводят твердый карбид вольфрама. Однако полвека назад это делали с помощью частичек карбида размером около десяти микрон, а сегодня используют порошки, частицы которых меньше одного микрона. Благодаря этому он не только становится тверже, но и более гладко режет сталь.

Нанопорошки используют при изготовлении всех видов магнитных носителей информации. Специальные смеси нанопорошков «лечат» двигатели внутреннего сгорания и трущиеся узлы.

Используя нанополимеры и углеродные нанотрубки (получают из графита), сегодня пытаются сделать искусственные мышцы и дешевые солнечные элементы.

Нанотехнологии по своей значимости сравнимы с овладением ядерной энергией и с космическими полетами. То, что нанотехнологии имеют важное значение и для развития нашей страны следует из того, что в 2005–2006 гг. на нанотехнологии было истрачено  $5 \cdot 10^9$  р. Еще больше будет вложено в освоение наномира в ближайшие 5 лет. В 2007–2012 гг. на развитие приоритетных

направлений планируется вложить почти  $200 \cdot 10^9$  р. Причем на наносистемы и материалы из этой суммы будет истрачено не менее трети. В США на развитие нанотехнологий каждый год выделяют  $10^9$  долл. Наши расходы на нанотехнологию будут в два раза больше, чем на энергетику и энергосбережение.



УДК 539.1

*Канд. физ.-мат. наук, доц. МЕТРЕВЕЛИ С. Г.,  
ст. преп. ТРЕГУБ А. И.*

### **СВЕРХМОЩНЫЙ АДРОННЫЙ УСКОРИТЕЛЬ НА ВСТРЕЧНЫХ ПУЧКАХ (ЦЕРН)**

В 2008 г. в ЦЕРНЕ вблизи Женевы начнет работать на полную мощность сверхмощный ускоритель на встречных пучках протонов и ядер. Протонам будет сообщаться энергия 7 ТэВ (Тера –  $10^{12}$ ), а ядрам свинца – 1000 ТэВ. Что от него ждут? Возможно будет получена кварко-глюонная плазма и измерена её температура. Физики уверены, что при такой энергии будет обнаружен предсказанный теоретически бозон Хиггса, дающий ключ к пониманию слабых и электромагнитных сил. Будет проверена теория превращения одного вида нейтрино в другой (гипотеза Гинзбурга и других физиков). Создание этого ускорителя с гигантскими детекторами – это одна из самых сложных научно-технических задач, которые когда-либо предстояло решить. Приведем некоторые характеристики этого уникального ускорителя на встречных пучках. Он состоит из двух кольцевых труб (камер) длиной 27 километров, в которых будет циркулировать протонный пучок, состоящий из 2808 сгустков по 100 миллиардов протонов в каждом. Поперечник пучка 0,03 мм, а суммарная масса всех протонов в пучке – меньше одного нанограмма ( $10^{-9}$  г) (масса покоя). Но в них заключена колоссальная энергия – 300 мегаджоулей. Эта энергия сопоставима с кинетической энергией самолета или 100 кг тротила. И не удивительно, что предусмотрены меры безопасности, начиная от системы слежения за пучком и заканчивая специальным аварийным выходом для него. Специальные магниты уведут его в бункер, где он поглотится огромной графитовой мишенью.

Еще большая энергия – 100 миллиардов джоулей – запасена в нескольких тысячах сверхпроводящих магнитов, работающих при температуре на два градуса выше абсолютного нуля ( $-273,15$  °C). Все магниты уже смонтированы и проводится их испытание. Несмотря на огромные размеры и энергии этот ускоритель является очень точным прибором. Достаточно сказать, что для успешной работы необходимо принимать во внимание положение Луны и Солнца. Вызываемые ими приливы в литосфере ежедневно поднимают и опускают окрестности Женевы на 25 см. В результате периметр ускорительного кольца меняется примерно на один миллиметр, а это будет приводить к небольшим изменениям энергии пучков. В основе этого ускорителя лежит принцип синхротрона: синхронно с ростом энергии увеличивается магнитное поле и частицы остаются на постоянной орбите в вакуумном

кольце. В нескольких точках два кольца пересекаются. Именно там происходят столкновения встречных частиц. Тут же расположены и детекторы. Ускоряют протоны клистроны. Но разогнать и столкнуть частицы это только полдела. Необходимо еще и зарегистрировать новые частицы. Определить их траекторию, импульс, энергию, массу, заряд, скорость. Для этого служат детекторы. В этом ускорителе применяются гигантские детекторы: диаметр – 15 м, длина – 22 м, масса – 14500 тонн.

Современные детекторы мощных ускорителей многослойные. Внутренний слой позволяет определить точку столкновения частиц и точку рождения новых частиц. В следующем слое идут трековые детекторы. Они измеряют искривление траектории в магнитном поле и позволяют вычислить импульс частицы. Следующим слоем расположены черенковские счетчики, которые измеряют скорость пролетевшей заряженной частицы. Зная импульс и скорость можно определить её массу и тип. Именно черенковские детекторы надёжно различают скорости 95 и 99 % скорости света в вакууме, что при равных импульсах отвечает частицам с массами, различающимися вдвое. Но для такой большой скорости необходимо прозрачное вещество с показателем преломления  $n = 1,01 \div 1,05$ . Но таких веществ в природе не существует. Так, в детекторах (черенковских) появились аэрогели, которые иногда называют «твердым дымом». Они всего в несколько раз плотнее воздуха.

Наконец внешние слои состоят из нескольких разных калориметров, измеряющих энергию частиц. С ускорителя будет поступать 10 петабайт (пета –  $10^{15}$ ) данных в год. Для этого потребуются сотни тысяч процессоров, участие в работе примут исследователи со всего мира.





УДК 553.98

*Д-р геол.-минералог. наук, проф. БЕРГЕР М. Г.*

### **К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ОТКРЫТОЙ ПОРИСТОСТИ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ В ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ЗАЛЕЖАХ НЕФТИ И ГАЗА**

*Приведена краткая характеристика методов (в том числе предложенных автором новых методов) прогнозной оценки величины открытой пористости не вскрытых бурением нефтегазоносных пород-коллекторов. В основе предложенных автором методов лежит учет известного эффекта ингибирования (замедления) структурных преобразований пород-коллекторов и связанной с этим консервацией (сохранением) величины их открытой пористости с приходом в них углеводородов (УВ) при продолжении катагенетических преобразований (в том числе уменьшении величины открытой пористости) пород, не содержащих УВ.*

При прогнозировании коллекторских (фильтрационно-емкостных) свойств пород в целях оценки перспектив нефтегазоносности тех или иных геологических объектов и, в том числе, в целях количественной оценки прогнозных ресурсов нефти и газа важнейшим параметром является величина открытой пористости ( $m_o$ ) пород-коллекторов.

Возможны различные методические подходы к решению задачи прогнозирования величины открытой пористости потенциально нефтегазоносных пород-коллекторов. Выбор того или иного из них в каждом конкретном случае определяется, прежде всего, имеющимися исходными геологическими материалами.

**1. Эталонно-аналоговый.** При таком подходе в качестве прогнозной величины открытой пористости потенциально нефтегазоносных коллекторов принимается известная (установленная) величина открытой пористости коллекторов с установленной нефтегазоносностью, рассматриваемых в качестве эталонных для данного геологического объекта (характеризующихся значительным сходством с оцениваемыми коллекторами, прежде всего, по структурно-тектоническому положению, литологическому типу, возрасту и глубине залегания). Именно такой методический подход к определению величины открытой пористости коллекторов обычно используется при количественной оценке прогнозных ресурсов УВ. Его использование, однако, не всегда возможно (во всяком случае, не всегда позволяет получить достоверные результаты) в связи с неполной аналогичностью эталонных объектов оцениваемым.

**2. Расчетно-эталонно-аналоговый.** При таком подходе в качестве прогнозной величины открытой пористости потенциально нефтегазоносных коллекторов в пределах прогнозируемых залежей ( $m_{o,з}$ ) принимается известная фоновая величина открытой пористости ( $m_{o,ф}$ ) не содержащих углеводородных (УВ) скоплений водоносных пород-коллекторов геологически сход-

ных с оцениваемыми эталонных объектов с учетом величины предложенного и обоснованного автором пересчетного эмпирического коэффициента прогноза пористости ( $K_{\text{пн}}$ ) нефтегазосодержащих коллекторов. Этот метод наиболее обоснован и эффективен в случаях именно нефтяного фазового состава УВ.

При весьма распространенном простом перенесении данных о величине открытой пористости принимаемых в качестве эталонных водоносных коллекторов на оцениваемые потенциально нефтегазоносные коллекторы (без введения пересчетного коэффициента  $K_{\text{пн}}$ ) результаты определения искомой величины  $m_{0,3}$  и количественной оценки прогнозных ресурсов УВ оказываются заниженными. Это замечание относится и к характеризующим ниже третьему и четвертому методам.

**3. Расчетный (графоаналитический).** При таком подходе в качестве исходных для определения величины  $m_{0,3}$  используются значения  $m_{0,ф}$  не эталонных объектов, а объектов той же площади, района, участка, если эти значения известны. Иначе говоря, при таком подходе в качестве прогнозной величины открытой пористости потенциально нефтегазонасыщенных коллекторов принимается известная (установленная) фоновая величина открытой пористости водонасыщенных коллекторов ( $m_{0,ф}$ ) оцениваемых (а не других, выбранных для них в качестве эталонных, аналогичных) площадей, районов, участков и т. п. на соответствующих глубинах, пересчитанная с учетом значений  $K_{\text{пн}}$ , полученных из установленных автором графиков зависимости величины  $K_{\text{пн}}$  от значений  $m_{0,ф}$  для терригенных и, отдельно, карбонатных коллекторов.

**4. Экстраполяционно-расчетный.** При таком подходе в качестве прогнозной величины  $m_{0,3}$  принимается величина  $m_{0,ф(n)}$ , полученная (предполагаемая, прогнозируемая) путем экстраполяции на соответствующие (оцениваемые) глубины величины  $m_{0,ф}$ , установленной (известной) для вышележащих коллекторов того же литологического типа, с учетом пересчетного коэффициента  $K_{\text{пн}}$  (значения которого определяются, естественно, исходя из предполагаемых на основе экстраполяции значений  $m_{0,ф}$ ). Таким образом, сначала методом экстраполяции необходимо получить прогнозную фоновую величину открытой пористости водонасыщенных коллекторов ( $m_{0,ф(n)}$ ) для оцениваемых глубин, а затем, подобно предыдущему методу, пересчитать эту величину с учетом  $K_{\text{пн}}$  для потенциально нефтегазонасыщенных коллекторов соответствующего литологического типа на этих глубинах.

**5. Палеолитофизический.** При таком подходе, принципиально новом для нефтегазовой геологии и, в целом, для геологии, производится реконструкция величины открытой пористости (палеопористости) оцениваемых коллекторов на момент начала возможного формирования в них УВ залежей с учетом определения вероятной глубины их залегания в это время (которая, естественно, может достаточно существенно отличаться от современной глубины их залегания).

В основе палеолитофизического подхода лежит выдвинутое и обоснованное автором положение, согласно которому прогнозируемая современная величина открытой пористости нефтегазонасыщенных коллекторов ( $m_{0,3(c)}$ ) близка (приблизительно равна) величине открытой пористости (палеопористости) этих коллекторов к моменту начала аккумуляции в них углеводородов, т. е. тогда, когда они еще были водонасыщенными и величина их открытой

пористости примерно соответствовала фоновым значениям ( $m_{o,\phi(пл)}$ ) для тех глубин, на которых залежали эти коллекторы в то время, т. е.

$$m_{o,z(c)} \approx m_{o,\phi(пл)}$$

Таким образом, при палеолитофизическом подходе прогнозная величина современной открытой пористости коллекторов в пределах прогнозируемых УВ залежей  $m_{o,z(c)}$  определяется путем реконструкции палеозначений величины открытой пористости (палеопористости)  $m_{o,\phi(пл)}$  тех же коллекторов к моменту начала формирования в них УВ залежей.

Принципиально аналогичное положение должно выполняться и для проницаемости коллекторов ( $k$ ): ее современные значения для потенциально нефтегазонасыщенных коллекторов в прогнозируемых УВ залежах ( $k_{z(c)}$ ) должны быть близкими к фоновым значениям палеопроницаемости этих коллекторов ( $k_{\phi(пл)}$ ) к моменту начала аккумуляции в них углеводородов на глубинах, на которых залежали эти коллекторы в то время:

$$k_{z(c)} \approx k_{\phi(пл)}$$

Соответственно, аналогичным должен быть и методический подход к определению прогнозной величины современной проницаемости потенциально нефтегазонасыщенных коллекторов в УВ залежах.

Подобный, палеолитофизический, методический подход, основы которого намечены в данной и ряде предшествующих работ автора, является теоретически одним из наиболее обоснованных. Практическая же реализация его, однако, требует использования целого ряда фактических геологических данных (прежде всего по возрасту и составу пород, их коллекторским свойствам и мощностям в современном геологическом разрезе), которые часто (особенно при неполном отборе керн) определяются с недостаточной детальностью либо же вообще неизвестны, как это имеет место в геологически слабо изученных районах. В таких случаях практическое использование палеолитофизического подхода является либо невозможным, либо весьма затруднительным, не позволяющим получить вполне достоверные и достаточно точные прогнозные численные значения величины открытой пористости коллекторов в УВ залежах. При проведении прогнозно-оценочных нефтегазогеологических работ в таких районах наиболее целесообразным и реальным является использование в данных целях того или иного из отмеченных выше эталонно-аналоговых либо расчетных методических подходов.

Изложенные в данной работе методические подходы количественного прогнозирования фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов в пределах возможных (предполагаемых) УВ залежей могут быть использованы и в ряде других количественных определений, например, для прогнозной оценки нефтеотдачи пластов (при определении прогнозных величин коэффициентов извлечения нефти и газа).

Некоторые из предложенных методических подходов получили применение, в частности, при прогнозной количественной оценке запасов УВ в не вскрытых бурением залежах нефтегазоносных бассейнов юга России.

## О ВОЗМОЖНОСТИ И ПУТЯХ СВЕДЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАТНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ТЕРРИГЕННОЙ МИНЕРАЛОГИИ К ОДНОФАКТОРНЫМ МОДЕЛЯМ

*Показана возможность сведения считающейся многофакторной основной обратной геологической (геолого-генетической) задачи терригенной минералогии к двум последовательным однофакторным моделям.*

«К сожалению, многие из подлежащих выяснению проблем в науках о Земле настолько сложны, что почти всегда для их разрешения необходимо прибегать именно к многомерному анализу. Очень возможно, что такое положение объясняется отсутствием подходящих моделей, которые, будучи достаточно емкими, могли бы привести к адекватным и объективным формулировкам обычных геологических проблем в достаточно простых терминах. Видимо, именно поэтому решение геологических задач до сих пор остается главным образом эвристическим».

*Дж. Гриффитс.* Научные методы исследования осадочных пород. М.: Мир, 1971, с. 388.

Одним из основных вопросов осадочной геологии и, в частности, терригенной минералогии является вопрос о факторах, определяющих минеральный состав осадочных образований, и одним из основных затруднений этих областей геологии является достоверное и доказательное решение основной (классической, стандартной) обратной геологической задачи – выявление (реконструкция) действия различных природных факторов на основе данных о минеральном составе осадочных образований, что связано, прежде всего, с многочисленностью этих факторов.

Наиболее перспективным путем решения этой проблемы является учет изменений в количественных соотношениях между отдельными минералами и их группами в осадочных образованиях (а также в предполагаемых коренных породах источников сноса и развитых по ним корах выветривания) с учетом имеющихся сведений о проявляющихся в различных условиях осадочного процесса (седиментологических) свойствах минералов, прежде всего, их химической и гидроаэродинамической устойчивости. Обобщение этих сведений послужило основой при разработке автором [1] различных вариантов седиментологической системы минералов, содержащей соответствующую информацию, так сказать, «в свернутом виде».

Вместе с тем, как отмечает в этой связи Дж. Гриффитс [2, с. 186], «необходимо отдавать отчет в том, что изменения в соотношениях между различными минеральными видами определяются рядом всевозможных факторов, т. е. возникающая здесь проблема является многофакторной. В первом приближении взаимоотношения можно выразить таким образом:

$$Var(X_i) = f(Sa, Wth, Er, Tr, Dep, Di), \quad (1)$$

т. е. изменчивость содержания минерала  $X_i$  является функцией изменчивости содержаний минералов в области сноса  $Sa$ , выветривания в области сноса  $Wih$ , эрозии  $Er$ , транспортировки  $Tr$ , осаждения  $Dep$ , диагенеза  $Di$ . Сомнительно, чтобы эксперимент, охватывающий изменчивость шести факторов..., успешно выполнялся только с помощью изучения изменчивости в соотношениях акцессорных минералов».

Таким несколько пессимистическим в его резюмирующей части высказыванием Дж. Гриффитса завершает предпринятое им обстоятельное рассмотрение проблем изучения минерального состава осадочных образований и, прежде всего, состава (видового набора) и количественного содержания присутствующих в отложениях акцессорных тяжелых терригенных минералов, в том числе проблемы изменчивости содержаний этих минералов в отложениях и проблемы установления (расшифровки) в каждом конкретном случае геологических факторов, вызвавших эту изменчивость, определивших условия формирования и постседиментационного изменения («диагенеза») отложений.

Рассмотрим, однако, несколько внимательнее и подробнее «возникающую здесь проблему» и приведенную выше формулу (1) Дж. Гриффитса, выражающую «взаимоотношения», а именно существующую функциональную зависимость наблюдаемой в отложениях изменчивости содержаний минералов от перечисленных в формуле различных геологических факторов, т. е. попытаемся перейти от рассмотрения взаимоотношений «в первом приближении» к следующему.

Изменчивость исходных содержаний минералов в области сноса  $Sa$  (т. е. *петрофонда*, по получившему широкое распространение в отечественной геологической литературе краткому терминологическому обозначению данного фактора) – безусловно, особый, самостоятельный (ни к чему не сводимый) весьма существенный геологический фактор, определяющий во многом (хотя, разумеется, и не полностью, как иногда всё ещё полагают) состав терригенно-минералогических ассоциаций осадочных образований.

Однако влияние данного фактора на *изменчивость* содержаний минералов в сопоставляемых (сравниваемых) отложениях (по отдельным пробам или любым их совокупностям) можно в значительной мере *исключить*, если непосредственно сопоставлять лишь *копетрофондовые* отложения, т. е. отложения, для которых можно вполне доказательно, с достаточно высокой вероятностью установить идентичность петрофонда, т. е. исходных содержаний минералов в породах области сноса  $Sa$  (безотносительно к конкретным численным значениям этих содержаний). Методика геологически и математико-статистически вполне доказательной проверки любых терригенно-минералогических ассоциаций на их копетрофондовость (т. е. на их формирование за счет одних и тех же пород источников сноса), вполне применимая как к современным осадкам (для которых решение данного вопроса во многих случаях и без того очевидно), так и к любым ископаемым отложениям, обоснована, изложена и иллюстрирована на многих примерах в ряде предшествующих работ автора.

Выветривание в области сноса  $Wih$  и эрозия  $Er$  не являются взаимонезависимыми геологическими факторами.

Собственно говоря, эрозия  $Er$  (зависящая в свою очередь, прежде всего, от тектоно-геоморфологических условий в области сноса) сама по себе не определяет содержание минералов (и его изменчивость в отложениях), а

влияет на него через то же выветривание *With*, содействуя увеличению его продолжительности (в условиях длительной относительной тектонической стабильности и пенеппенизации рельефа) или же уменьшению его продолжительности (в условиях повышенной тектонической активности, орогенеза и высокой степени расчлененности рельефа).

Одновременно с этим на содержание минералов через выветривание пород в областях сноса влияют, естественно, и климатические условия, содействующие или же препятствующие (в зависимости от характера этих условий и направления их эволюции) повышению интенсивности и, соответственно, скорости протекания процессов выветривания минералов (прежде всего – химических процессов их растворения и разложения, деструкции).

В этом же направлении химического растворения и разложения минералов, хотя и в иное время (в том числе спустя многие миллионы, десятки и сотни миллионов лет), на иных (постседиментационных) стадиях и этапах протекания осадочного процесса и в совершенно иных условиях (в условиях глубинного, погруженного, перекрытого другими отложениями, внутрислойного (внутрипластового) залегания минералов), в иной физико-химической (в частности, геотермодинамической) обстановке, на содержание минералов в составе осадочных образований действует и ещё один справедливо указываемый Дж. Гриффитсом [2], вслед за многими другими авторами, геологический фактор, а именно диагенез *Di* (диагенез и катагенез, следуя принятым в отечественной литературе терминологическим обозначениям стадий осадочного процесса).

Таким образом, все эти три геологических фактора *With*, *Er* и *Di* проявляются, главным образом, в усилении или же ослаблении действия процессов химического растворения и разложения ( $Ch_{sol}$ ) минералов (степени (глубины) их проявления), определяя сохранение (в неизменном или в той или иной мере трансформированном виде) или уничтожение (полное или частичное) тех или иных минералов (минеральных видов).

Объединение отмеченных трех фигурирующих в приведенной выше формуле (1) Дж. Гриффитса параметров (геологических факторов) (*With*, *Er*, *Di*) в один ( $Ch_{sol}$ ) является, разумеется, не столько желательным, сколько вынужденным, обусловленным взаимосвязью первых двух из них (*With* и *Er*) и близким, во многом сходным по характеру (направленности) воздействием на изменчивость содержаний минералов первого (*With*) и третьего (*Di*) факторов, вследствие чего обоснованное разграничение действия этих факторов на основе лишь наблюдаемых изменений в количественных соотношениях между различными минеральными видами, без привлечения дополнительных геологических материалов, при всей желательности такого разграничения, нередко оказывается, к сожалению, весьма затруднительным, трудно осуществимым.

Однако привлечение дополнительных, независимых от минералогии, данных (палеонтологических, гранулометрических и др.) вполне позволяет осуществить достаточно обоснованное разграничение воздействия каждого из этих факторов на минеральный состав отложений, как это сделал, например, канадский геолог Р. Хиггс (R. Higgs), убедительно показавший, что присутствие значительного количества слабо измененных химически низкоустойчивых терригенных минералов в меловых и палеогеновых песчаных отложениях полуострова Лабрадор и Западной Гренландии указывает именно на приподнятый расчлененный рельеф окружающей суши (областей сноса) в

это время и ее интенсивную денудацию (эрозию, фактор  $Er$ , по Дж. Гриффитсу) и, соответственно, незначительность воздействия на минералы пород области сноса процессов поверхностного химического выветривания (фактора  $With$ ) (как и последующего постседиментационного внутрислойного растворения минералов – фактора  $Di$ ) в силу его недостаточной продолжительности в таких условиях – поскольку, как установлено с помощью иных методов, климат в течение мела и палеогена в районе Лабрадорского моря и Баффина залива был преимущественно теплым гумидным. При ином, пенепленизированном рельефе и, соответственно, слабой денудации (эрозии) пород и более продолжительном протекании процессов выветривания в таких климатических условиях (как и при значительном проявлении процессов постседиментационного растворения) химически низкоустойчивые минералы были бы в значительной мере уничтожены. Разумеется, в природе могут быть и более сложные для интерпретации случаи.

Впрочем, и сама терригенная минералогия в некоторых случаях может дать дополнительные вполне убедительные основания для доказательного определения и разграничительной оценки действия этих факторов.

В частности, уже давно в результате многочисленных исследований были выявлены различные признаки постседиментационных («диагенетических») изменений типоморфных особенностей минералов – прежде всего, кристалломорфологических ограничений и характера скульптуры («микротекстуры») поверхности минеральных зерен, являющиеся следами их химического травления, коррозии, частичного растворения в глубинных внутрипластовых условиях.

Привлечение этих и других дополнительных данных позволяет дать более аргументированную раздельную оценку роли в формировании и изменении состава терригенно-минералогических ассоциаций климатических, тектоно-геоморфологических и постседиментационных условий, т. е. факторов (параметров в уравнении (1)), обозначенных Дж. Гриффитсом [2] как  $With$ ,  $Er$  и  $Di$  и объединенных выше в единый обобщенный параметр  $Ch_{sol}$  – показатель суммарного действия процессов химического растворения и разложения минералов в различных условиях про-, син- и эпигенеза (если воспользоваться редко употребляемой в настоящее время, но достаточно удобной обобщающей системой терминов, по Л. В. Пустовалову).

Оставшиеся два геологических фактора из числа упоминаемых Дж. Гриффитсом [2] – транспортировка  $Tr$  и осаждение  $Dep$  – сводятся, в сущности, к фациально-динамическим условиям обстановки (среды) осадконакопления, прежде всего, к гидроаэродинамической активности (энергетическому уровню) среды, и проявляются, главным образом, в гидроаэродинамической селективной сортировке (сепарации, дифференциации,  $Hd_{dif}$ ) минералов. Транспортировка  $Tr$  в какой-то мере может влиять и на физико-механическое уничтожение минералов в результате проявления процессов их дробления и истирания. Соответствующий круг вопросов отчасти уже был рассмотрен ранее [1]. Здесь же отметим лишь, что, как показано автором [1], воздействие отмеченных процессов на минеральный состав осадочных образований и изменения в соотношениях между различными минеральными видами является относительно второстепенным и им можно во многих случаях пренебречь.

На основании вышеизложенного, при сопоставлении копетрофондовых отложений основные геологические причины (факторы) наблюдаемых различий (изменчивости) в содержаниях и количественных соотношениях минералов сводятся, в сущности, всего лишь к двум – преимущественно химическому уничтожению (растворению, разложению) минералов ( $Ch_{sol}$ ) и их гидроэродинамической дифференциации (разделению, сортировке, селекции, сепарации) ( $Hd_{dif}$ ). Соответственно, взаимоотношения изменчивости содержания минерала  $X_i$   $Var(X_i)$  с определяющими её геологическими факторами (параметрами) в копетрофондовых отложениях можно выразить в виде следующей функциональной зависимости:

$$Var(X_i) = f(Ch_{sol}, Hd_{dif}). \quad (2)$$

Зафиксировав же воздействие на изменчивость относительных содержаний (количественные соотношения) минералов любого одного из этих факторов путем использования введенных и обоснованных автором соответствующих специальных систем минералогических показателей (терригенно-минералогических коэффициентов), изменения величины каждого из которых практически не зависят от влияния этого одного из отмеченных геологических факторов – параметров в выражении (2), но достаточно чувствительны к влиянию другого фактора, можно легко свести «эксперимент» и, в целом, всю «возникающую здесь проблему» (пользуясь выражениями Дж. Гриффитса) к весьма простой однофакторной модели, точнее, к двум последовательным однотипным однофакторным моделям.

Таким образом, хотя, как справедливо подчеркивают, наряду с Дж. Гриффитсом, очень многие специалисты, геологические явления весьма сложны, а взаимодействующие геологические факторы весьма многочисленны, в данном случае, весьма существенном для терригенной минералогии и ее многочисленных приложений и всей осадочной геологии и палеогеографии, имеются все основания согласиться с Дж. Гриффитсом [2, с. 340] в том, что, «если экспериментатор знает, что он делает, он всегда сможет свести свою проблему к простому решению».

Впрочем, едва ли можно в полной мере принять это утверждение, высказанное в столь общей и категорической форме: при его полной, абсолютной справедливости состояние многих областей геологии (в частности, геолого-генетических (в том числе палеогеографических) построений) должно было бы, вероятно, быть всё же более совершенным, по сравнению с современным, охарактеризованным в одной из работ автора [3] и в первом из приведенных выше в данной работе высказываний Дж. Гриффитса [2, с. 388].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бергер М. Г. Терригенная минералогия. М.: Недра, 1986.
2. Гриффитс Дж. Научные методы исследования осадочных пород. М.: Мир, 1971.
3. Бергер М. Г. Четыре уровня организации вещества, четыре аспекта их изучения и четыре уровня познания в геологии//Горно-металлургический комплекс России: состояние, перспективы развития. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию кафедры «Технология разработки месторождений» им. академика М. И. Агошкова (СКГМИ). Владикавказ, 25-28 июня 2003 г. Владикавказ: СКГМИ:Терек, 2003. С. 41-48.



**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ  
ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОДНЯТИЯ ГЛАВНОГО КАВКАЗСКОГО  
ХРЕБТА В РАЗРЕЗАХ И МЕЖДУРЕЧЬЯХ РЕК ТЕРЕК, АРДОН,  
ГЕНАЛДОН (ГОРНАЯ ОСЕТИЯ)**

*Рассматриваются вопросы петрологии зоны Центрального поднятия Главного Кавказского хребта по разрезам и междуречьям рек Терек, Ардон, Геналдон; взаимоотношение гранитоидов с вмещающими породами; освещаются вопросы тектоники и сейсмической опасности в регионе.*

Рассматриваемый регион находится в зоне Центрального поднятия Главного Кавказского хребта, расположен в осевой части мегаантиклинория Большого Кавказа, в зоне Главного надвига, ширина которой колеблется в пределах 9–18 км.

С севера зона Главного надвига ограничена от зоны продольных депрессий серией крупных разломов (надвигов) широтного простирания, кулисообразно заходящих друг за друга; с юга зона Главного надвига ограничена Адайком-Казбекским разломом; в южной части зоны выделяется реликтовый рубец – зона спрединга Закавказской и Скифской плит. В регионе развиты преимущественно гранитоиды и вмещающие их глубоко метаморфизованные вулканогенно-осадочные породы, в совокупности образующие нижний (герцинский) структурно-тектонический этаж зоны Центрального поднятия Кавказа; стратиграфически выше выделяются киммерийский и альпийский структурные этажи.

Остро дискуссионной нерешенной проблемой более чем 100-летней давности, при рассмотрении вопросов геологии зоны Центрального поднятия, является определение места становления во времени и пространстве гранитоидов Главного хребта. Гранитоиды Дарьяльского, Гвилетского и Кассарского массивов объединены под общим названием – гранитоиды кассарского типа. Вопрос об относительном возрасте гранитоидов и вмещающих их пород является одним из главных при решении вопросов петрологии региона, геологического строения и связанных с ними вопросов тектоники и сейсмичности. «О необходимости постоянной увязки петрологии с тектоникой, геофизикой, геохимией, минералогией отражено в решении Первого Всесоюзного петрографического совещания» (Г.Д.Афанасьев, 1958 г.).

Несмотря на длительную геологическую изученность региона, среди исследователей–геологов существуют различные, часто диаметрально-противоположные, мнения о возрасте и природе гранитоидов кассарского типа и их взаимоотношении с вмещающими породами.

Одна часть исследователей считает их метасоматическими образованиями, возникшими за счет гранитизации кристаллических сланцев без участия магмы гранитного состава. Они считают гранитоиды более древними, чем контактирующие с ними вмещающие породы; отрицают проявление контактового метаморфизма; считают кварциты, филлиты, спилиты, порфириитоиды

нижнеюрскими образованиями, трансгрессивно перекрывающими гранитоиды (В.П.Рентгартен, Г.М.Заридзе, Н.Ф.Татришвили, С.М.Тибилев и др.).

Другие исследователи (Л.А.Варданянц, Г.Д.Афанасьев, В.А.Мельников, П.А.Полквой и др.) считают гранитоиды кассарского типа изначально магматическими интрузивными образованиями с наложением на них процессов динамометаморфизма и К-На метасоматоза в процессе их длительной и сложной эволюции, в связи с формированием Северо-Кавказской складчатой области. Эти исследователи относят контактирующие с гранитоидами глубоко метаморфизованные породы к образованиям ниже-, среднепалеозойского возраста, а различную степень метаморфизма их ставят в зависимость от близости и контактового воздействия на них гранитов Главного хребта.

Особое место среди многочисленных работ, посвященных исследованию магматизма Северного Кавказа, в частности, вопросам петрологии гранитоидов кассарского типа, принадлежит Г.Д.Афанасьеву, многолетние труды которого приняты нами за научную основу при рассмотрении этих проблем.

Г.Д.Афанасьевым в осевой зоне Главного Кавказского хребта выделена древняя раннегерцинская серия изверженных пород, так называемого Уруштенского комплекса, с интрузивными проявлениями которого связана серия натровых гранитов (плагиигранитов), а с эффузивной фацией – спилиты, порфириитоиды, развитые в виде пластовых залежей среди кристаллических сланцев вмещающих пород.

Г.Д.Афанасьев датирует возраст образования плагиигранитов 310–270 млн лет (использовался К–Аг метод). Он отмечает, что для плагиигранитов характерны особенности состава породообразующих минералов – существенно натровый состав полевых шпатов, среди которых преобладают пертитовые образования; отмечает контактовое воздействие этих гранитов на вмещающие породы; этот древний комплекс отличается присущей только ему химической специализацией др.

Разделяя взгляды Г.Д.Афанасьева по вопросам магматизма, мы приводим дополнительные данные, подтверждающие их.

Дополнительно к его взглядам о первоначальном магматическом происхождении гранитоидов, преобразованных при дальнейшей эволюции их, частично в «тектониты» и в гнейсовидные крупно порфировидные гранитоиды Главного Кавказского хребта, приводим следующие аргументы.

Нами выявлено и подробно закартировано активное контактовое воздействие гранитоидов на вмещающие породы по разрезам рек Терек, Кистинка, Чач, Ардон, Бад. В разрезе р. Терек, о северном контакте гранитоидов Дарьяльского массива с вмещающими породами Г.Д.Афанасьев [1, 2] пишет: «...близконтактовые породы более окремненные, со слегка красноватым оттенком, часто встречающимся у ороговикованных пород». Нами также наблюдалось в разрезе р. Терек на контакте гранитов со сланцами окремненные вмещающих контактирующих с гранитоидами пород, которые приобрели красноватый оттенок.

В зоне экзоконтакта гранитоидов Дарьяльского массива в низовьях р. Кистинка по правому борту ущелья мы наблюдали интенсивную графитизацию вмещающих пород, которая особо интенсивно проявлена в полосе сланцев, зажатых между Кассарским и Гвилетским массивами, где она сопровождается «узловатыми» хиастолитовыми сланцами.

Графитизация наблюдается и в зоне северного экзоконтакта Кассарского массива, над южной окраиной пос. Бурон в районе слияния рек Цей и Ардон. Под микроскопом эти породы обнаруживают бластоалевролитовую структуру, плейчатую пятнистую текстуру; состоят из зерен кварца и основной массы серицит–графитового состава. Часто в них наблюдаются образования хиастолита, кордиерита, что придает им бугристый, узловатый облик.

Образование графита в углеродсодержащих черных сланцах Главного хребта в контакте с гранитоидами можно объяснить влиянием высокой температуры магмы в восстановительной среде, в условиях абиссального и гипабиссального гранитообразования.

Активный горячий спайный крутопадающий контакт гранитов с вмещающими аспидными сланцами мы наблюдали в ущелье по р. Чач; аспидные сланцы на контакте с гранитами превращены в плотные скрытокристаллические роговики. Под микроскопом в них наблюдается интенсивное окварцевание, роговиковая структура и новообразования хиастолита [10]. Описываемый район контакта находится на большой высоте (3800 м) над дном ущелья в исключительно труднодоступных местах. Л.А.Варданянц на основании находок фауны относит, наблюдаемые выше по ущелью, вблизи ледника Чач, кварциты, аспидные сланцы и конгломераты к карбону. Следовательно, наблюдаемые стратиграфически ниже, ороговикованные аспидные сланцы, чередующиеся с кварцитами в зоне контакта с гранитами, можно также считать палеозойскими образованиями.

Активный контакт гранитоидов (плагиигранитов) с вмещающими породами, сопровождаемый мощной (около 100 м) зоной контактово-измененных пород с четко выраженной нормальной метаморфической зональностью, мы наблюдали в верховьях р. Бад (бассейн р. Ардон). Плагииграниты верховьев р. Бад в эндоконтактовой зоне превращены в результате сильнейшего динамометаморфизма в милонитизированные катаклазиты и гнейсы. Они характеризуются бластомилонитовой, бластокластической и нематобластовой структурами с элементами реликтовой гипидиоморфной структуры. В этих милонитизированных породах сохранились реликты плагиоклаза, калиевых полевых шпатов и кварца. Порфинокласты их выделяются в виде «очков» в перетертом и перекристаллизованном материале кварцево-полевошпатового состава, имеющего гетеробластовую, зубчатую мозаичную микрогранобластовую структуры. Порфинокласты плагиоклаза мутные, тонко сдвойникованные. По составу они соответствуют олигоклазу № 23-25 ( $Np'$ : (010) = 7–8°). Аналогичные результаты дали и измерения плагиоклаза на Федоровском столике и при расшифровке рентгеновских порошкограмм. Во многих случаях плагиоклаз замещается шахматным альбитом и вторичным кварцем (табл. I, рис. 1, 2).

Калиевые полевые шпаты, по сравнению с плагиоклазом, присутствуют в подчиненном количестве. В порфинокластах их широко развиты пертиты замещения. Калишпаты характеризуются высоким содержанием альбита в твердом растворе от  $Or_{30}Ab_{70}$  до  $Or_{20}Ab_{80}$ ; угол оптических осей  $-2V = -80^\circ$ , оптическая упорядоченность  $\Delta o = 0,66-1,0$ .

Кварц в порфинокластах перекристаллизован и представлен зернами с мозаичным угасанием, с зубчатой границей зерен. Для описываемых гранитов (плагиигранитов) характерно отсутствие поздних порфиробластов микроклина.

В непосредственной близости к гранитам и зонам мигматизации среди вмещающих пород наблюдаются контактовые роговики, скарны, кордиерит-биотитовые и кордиерит-антофиллитовые сланцы, яшмо-кварциты; средняя зона представлена узловатыми (хиастолитовыми) сланцами; во внешней зоне наблюдаются пятнистые сланцы.

Непосредственно на контакте с плагиогранитами наблюдаются роговики, представляющие уплотненную яшмовидную породу со слабо выраженной, параллельной контакту, текстурой. Цвет роговиков изменяется от коричнево-вишневого с зеленоватым оттенком до серого с розовым оттенком. Под микроскопом роговики обнаруживают кварцево-кордиерит-биотитовый, кварцево-кордиерит-антофиллитовый, эпидот-актинолитовый состав; роговиковую, порфириобластовую (в них наблюдаются реликты плагиоклаза) структуры, с лепидобластовой и реликтовой микролитовой структурой основной массы. На фоне тонкозернистого материала кварцево-биотитового состава наблюдаются относительно крупные (0,2 мм) новообразования-порфириобласты кордиерита. Кордиерит встречается также в кордиерит-антофиллитовых сланцах, которые характеризуются линейно-параллельной структурой (см. табл. I, рис. 3).

В метаморфической ороговикованной толще в верховьях Бадского ущелья в зоне экзоконтакта с гранитами широко развиты скарны. Помимо ранее известных минералогических ассоциаций скарнов – гранат-пироксеновой, эпидот-цоизит-пироксеновой, пироксен-амфибол-эпидотовой – нами дополнительно выявлены в них везувиан-скаполит-пироксеновая и волластонитовая (высокотемпературные) ассоциации. В скарнах повсеместно наблюдаются реликты порфириовой структуры вулканогенных пород. По нашему мнению, скарны генетически связаны с зоной экзоконтакта плагиогранитов Уруштенского комплекса (табл. II, рис.3, табл. III, рис. 1).

По мере удаления от контакта с гранитами роговики сменяются уплотненными черными филлитами и узловатыми (хиастолитовыми) шелковистыми аспидными сланцами с сегрегацией углистого вещества под углом к общему рассланцеванию породы (табл. I, рис. 4, табл. II, рис. 2).

Выше по разрезу среди шелковистых аспидных и узловатых сланцев появляются пропластки зеленокаменно измененных рассланцеванных пропильтизированных порфиритов и диабазов, часто имеющих облик яшмо-кварцитов, цвет их изменяется от различных оттенков серого до светло-зеленого с розовым оттенком (табл. II, рис. 1, табл. III, рис. 1).

Пересчет химических анализов их по методу А.Н. Заварицкого дает следующие коэффициенты:  $S = 72,36$ ,  $a = 0,84$ ,  $c = 4,59$ ,  $e = 14,98$ ,  $Q = +24$ ,  $a/c = 1,8$ ,  $a = 35$ ,  $f = 35$  проба № 131, химические анализы приведены в табл. IV. Судя по отмеченным петрохимическим особенностям, ороговикованные и пропильтизированные породы первоначально соответствовали андезитовым порфиритам (табл. IV, проба № 131).

Для установления первоначального состава этих пород был использован и метод пересчета на изохимические ряды (акад. Н. П. Семенов, 1966), давший аналогичные результаты. Согласно рассчитанным химическим коэффициентам, порфиритоиды и скарны относятся к группе щелочноземельно-алюмосиликатных пород орторяда, соответствующего средним вулканогенным породам, что согласуется с их минералого-петрографическими особенностями.

Спорным является вопрос и об относительном возрасте баддонских конгломератов и гранитов. Нами получены дополнительные данные, подтверждающие мнение Л.А.Варданянца, что к моменту образования свиты конгломератов (нижняя пермь  $P_1$ ), баддонские граниты (плагиограниты) уже существовали; а во время образования свиты конгломератов граниты уже размывались, на что указывает факт наличия в конгломератах субугловатых обломков разложенного плагиоклаза-олигоклаза и К-полевых шпатов (табл. III, рис. 3,4).

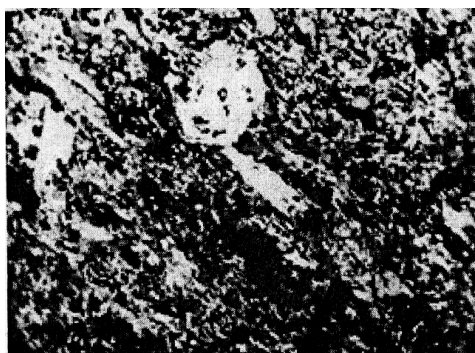
Т а б л и ц а I



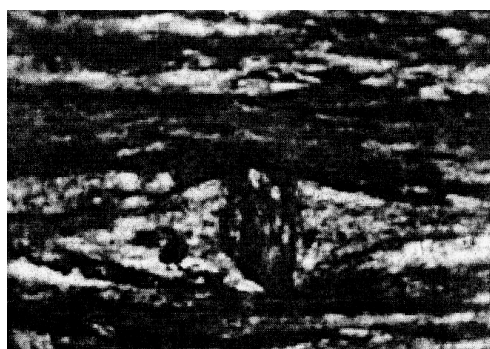
*Рис. I-1.*



*Рис. I-2.*



*Рис. I-3.*



*Рис. I-4.*

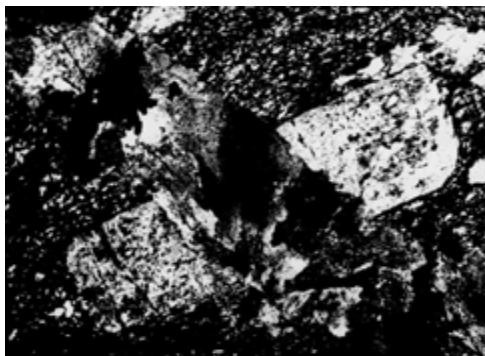
*Рис. I-1.* Милонитизированные бадские граниты. Структура порфирокластическая, в центре порфирокласт К-полевых шпатов с хорошо выраженным пертитовым строением. Верховья реки Бад. Николи скрещены. х65.

*Рис. I-2.* Милонитизированные бадские граниты. Структура бластокластическая, в центре порфирокласт плагиоклаза. Верховья реки Бад. Николи скрещены. х65.

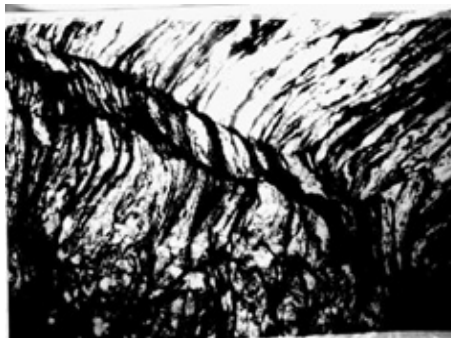
*Рис. I-3.* Кордиерит-биотитовый роговик, в центре порфиробласт кордиерита. Николи скрещены. х70.

*Рис. I-4.* Аспидные сланцы с новообразованиями хиастолита. Николи скрещены. х100.

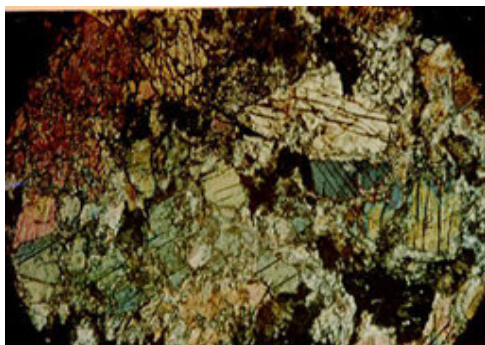
Т а б л и ц а П



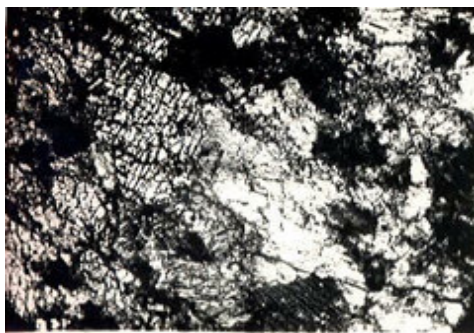
*Рис. II-1.*



*Рис. II-2*



*Рис. II-3(a)*



*Рис. II-3(б)*

*Рис. II-1.* Порфироид, структура реликтовая порфировая Верховья р. Бад.  
Николи скрещены. х100.

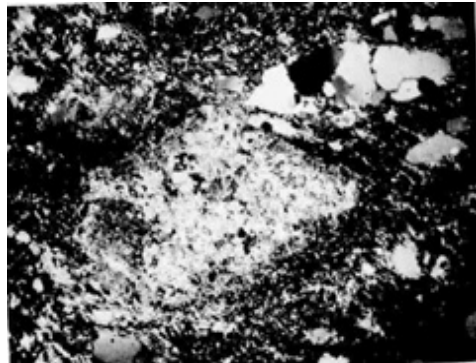
*Рис. II-2.* Аспидные сланцы с волнообразной микротекстурой за счет перегруппировки глинистого вещества. Николи скрещены. х65.

*Рис. II-3.* Скарн-везувиан-скаполит-пироксеновая минералогическая ассоциация.  
*а* – николи скрещены, *б* – николи параллельны. х60.

Т а б л и ц а Ш



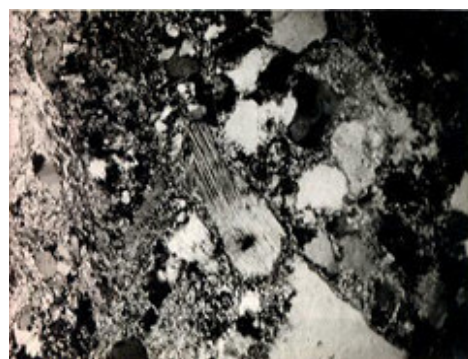
*Рис. III-1.*



*Рис. III-2*



*Рис. III-3.*



*Рис. III-4.*

*Рис. III-1.* Скарн, гранат-пироксеновая минералогическая ассоциация замещается эпидот-амфибол-карбонатной ассоциацией. Николи скрещены. х60.

*Рис. III-2.* Пропилитизированный порфиритоид, верховья р. Бад. Николи скрещены. х70.

*Рис. III-3.* Конгломераты нижней баддонской свиты (С<sub>3</sub>). В центре обломок калишпата. Шлиф 132-1. Николи скрещены. х70.

*Рис. III-4.* Баддонские конгломераты (С<sub>3</sub>). В центре обломки калишпата и плагиоклаза. Шлиф 132-2. Николи скрещены. х70.

**Результаты пересчёта химических анализов контактовых роговиков верховьев Бадского ущелья на химические коэффициенты и изохимические ряды (по акад. М. П. Семененко).**

№ пробы	Оксиды, вес. %															Хим. коэф-ты по М.П. Семененко						Изохимический ряд
	SiO <sub>2</sub>	Ti O <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Soгm	П.пр 900- 950	H <sub>2</sub> O	Σ	F	A	M	C	FM	T	
113-а	64,04	0,82	17,56	0,08	1,19	0,15	9,33	1,54	1,73	1,35	0,14	0,04	1,90	0,24	100,07	9,2	40,2	9,2	41,9	18,4	-19	Алюмосиликатный ряд, подгруппа известково-алюмосиликатных пород
113	65,40	0,86	15,91	0,75	3,38	0,15	2,98	2,64	3,69	2,29	0,27	0,04	1,41	0,00	99,73	27,3	41,1	17,0	14,0	44,0	+17	Щёлочноземельный алюмосиликатный орторяд
131	63,16	0,58	17,39	0,88	3,71	0,11	3,82	3,11	0,35	3,50	0,23	0,03	2,42	0,20	99,46	26,0	40,0	18,0	16,0	44,0	+26	Щёлочноземельный алюмосиликатный орторяд

Проба 113-а – ороговикоманный порфиритоид бело-розового цвета с зеленоватым оттенком; проба 113 - ороговикоманный порфиритоид серого цвета; проба 131 – пропилитизированный порфирит. Пробы проанализированы в химической лаборатории Северо-Кавказского горно-металлургического института.



При рассмотрении вопросов петрологии региона, нужно правильно и определенно, с учетом вышеизложенного, решить вопрос об относительном возрасте, вмещающих гранитоиды, глубоко метаморфизованных пород. В разрезе р. Терек Г.Д.Афанасьев Кистинскую и Циклаурскую свиты относит к древнему палеозою. Он пишет: «Учитывая, что кварцитовидные и графитизированные песчаники, конгломераты и сланцы, вмещающие Дарьяльский массив, испытали контактное воздействие со стороны пород массива, а также были интродуцированы спессартитами, следует признать, что Кистинская и Циклаурская свиты Терского разреза не могут быть синхронизированы с толщами глинистых сланцев нижней юры, охарактеризованных фаунистически по р.Геналдон».

И далее: «К палеозойским додевонским отложениям, по данным проведенного нами анализа, должна быть отнесена часть так называемых сланцев Главного хребта – Кистинская и Циклаурская свиты Терка; «диабазы», секущие эти метаморфические свиты и более древние кристаллические сланцы, представляют жильные спессартиты древнего доверхнепалеозойского магматического комплекса». Он же пишет: «Планомерна постановка вопроса о необходимости пересмотра стратиграфического положения части сланцев Главного хребта, полностью относимых сейчас к отложениям нижней юры, что должно повести за собой уточнение сводных геологических карт Северного Кавказа».

Таких же взглядов придерживаются многие геологи, изучающие ранее эту проблему (М. Х. Срабонян, В. А. Мельников, П. А. Полквой, А. М. Колесникова и др.).

В последнее время Кистинская и Циклаурская свиты в разрезе р. Терек идентифицируются с фаунистически охарактеризованными нижнеюрскими черными графитизированными узловатыми сланцами по р.Геналдон, прорванными Теплинскими неоинтрузиями (qđ N<sub>2</sub>t) и оказавшими на эти сланцы контактное воздействие (Э.Л.Энн, С.М.Тибилев и др.).

На наш взгляд, такая возрастная увязка их крайне необоснована – воздействие на сланцы разорванного во времени контактового метаморфизма проявляется в схожих внешних признаках – графитизации, «узловатости», окремнении сланцев, что не может служить доказательством их одновозрастности; также необосновано возрастное отождествление их с отдаленными фаунистически охарактеризованными районами, в данном случае, например, со Сванетией.

Слабо аргументируется возраст сланцевых толщ (Г. А. Чихрадзе, 1969, 1981) по находкам в среднем течении р. Кистинки, в сводовой части горы Гургала, на гранитах в базальных конгломератах, переходящих в глинистые сланцы, гальки гранитов. Что, по нашему мнению, является триасовой корой выветривания на гранитах, которая признаётся многими исследователями. Нами на гранитах г. Гургала наблюдались лишь линзы гравелитов, переходящих в глинистые сланцы, представляющие низы Джерахской свиты (J<sub>1</sub>). Они покрывают склоны г. Мальчоч-корт на Перевальном хребте к р. Армхи и прослеживаются к северу по Ляжгинскому и Обенскому ущельям бассейна р. Армхи. Они тектонически надвинуты по Бурон-Ларскому разлому на породы Циклаурской и Кистинской свит по разрезам рек Терек и Кистинка. Кистинская же свита кварцитов, филлитов, аспидных узловатых сланцев прослежи-

вается стратиграфически ниже. Свита интенсивно графитизирована на контакте с гранитоидами на крыльях Дарьяльской антиклинали в низовьях реки Кистинки, а также в полосе глубокометаморфизированных сланцев между Дарьяльским и Гвилетским массивами.

Столь же дискуссионным является вопрос о возрасте Циклаурской свиты в разрезе реки Терек, занимающей более высокое стратиграфическое положение по сравнению с Кистинской свитой и имеющей с ней постепенные переходы. Она также состоит из филлитизированных сланцев, преобладающих над редкими и тонкими прослоями песчаников и кварцитов. Характерной особенностью Циклаурской свиты является присутствие в ней пластов порфиритоидов и диабазов, мощностью от нескольких сантиметров до 1 – 5 м, обладающих шаровой отдельностью. В.А.Мельников на основании находок фауны – остатков аммонита *Arctoceras* на г. Мальчоч–корт относит Циклаурскую свиту к нижнему триасу.

Другими аргументами в пользу первоначально магматической природы гранитоидов, сложной эволюции их во времени и в пространстве, с превращением их по ослабленным зонам в «тектониты», приданием им гнейсовидности, крупно-порфировой структуры в результате К-Na метасоматоза, являются и другие факты: батолитовая форма интрузий; присутствие в массивах гранитов различных фациальных разновидностей, жил аплитов и пегматитов, с преобладающим развитием равномернозернистых массивных гранитов в центральных частях массивов; развитие трещин отдельности, чаще всего в апикальной части массивов гранитоидов; выделяющиеся в гранитоидах различные ассоциации породообразующих минералов; соответствие гранитоидов, по совокупности химического состава фациальных разновидностей, среднему составу гранитов по Дэли и др. (рис.1, 2).

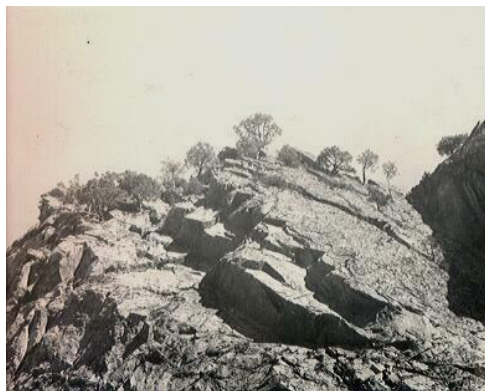


Рис. 1. Трещины отдельности в гранитах в апикальной части кассарского массива.

По результатам оптических и рентгеноструктурных исследований нами выделены в гранитоидах различные минералогические ассоциации породообразующих минералов:

1 минералогическая ассоциация, более древняя, соответствует плагиогранитам Уруштенского комплекса; представлена она разложенным пелитизированным плагиоклазом (олигоклазом) – микроклин-пертитом, с высоким содержанием альбита в твердом растворе (границы зерен корродированные), хлоритизированным биотитом, дробленным кварцем с мозаичным угасанием;

2 минералогическая ассоциация, наложенная на 1, представлена плагио-оклазом-альбитом (редко-олигоклазом) – решетчатым микроклином, свежими чешуйками биотита.

В выделенных ассоциациях особенно четко по оптико-структурным особенностям различаются К-полевые шпаты.

К-полевые шпаты 1 минералогической ассоциации проявляют пертитовое строение или представлены несдвойникованными зернами; отличаются высоким содержанием альбита в твердом растворе –  $Or_{30}Ab_{70}$ – $Or_{20}Ab_{80}$ ,  $-2Y = 70$ – $80^\circ$ . Эта разновидность полевых шпатов входит в состав основной массы гранитоидов, имеет магматическое происхождение (плагиограниты).



Рис. 2. Различные фациальные разновидности в гранитоидах кассарского массива.

К-шпаты, определяющие 2 минералогическую ассоциацию, образуют знаменитые крупные порфиробласты микроклина; для них характерна микроклиновая решетка, высокое содержание ортоклаза в твердом растворе –  $Or_{95}Ab_5$  –  $Or_{97}Ab_3$ ,  $-2Y = 78$ – $82^\circ$ ; степень оптической упорядоченности  $\Delta_0 = 0,5$ – $1,0$ ; триклинная упорядоченность  $S_{тр.} = 0,925$ – $1,0$ . Характерно, что в одном порфиробласте эти значения могут колебаться в широких пределах – это указывает на их метасоматическую природу; низкую температуру образования ( $400^\circ C$  по криптограмме) в твердом состоянии. Г. Д. Афанасьев датирует возраст их 190 млн лет (К-Аг метод).

3 разновидность – моноклинные промежуточные кали-шпаты, характеризуются низкой степенью оптической упорядоченности  $\Delta_0 = 0,2$ – $0,44$  и рентгеновской триклинности, достигающей до 0,4. Эта разновидность кали-шпатов характерна для биотитовой и лейкократовой фациальных разновидностей гранитоидов; в них отмечается высокое содержание ортоклаза в твердом растворе –  $Or_{80}Ab_{20}$ – $Or_{90}Ab_{10}$ , эти кали-шпаты являются магматическими образованиями.

Порфиробласты К-полевых шпатов соответствуют максимальному решетчатому микроклину – на порошкограмме различаются отдельные пики

(131); "... произошли порфиробласты в результате фазовых превращений в твердом состоянии при переходе высокотемпературных форм (магматических образований) в поле устойчивости низкотемпературных форм (метасоматический генезис), т.е. в формы, отвечающие соответственно моноклинной симметрии, переходят в более упорядоченную триклинную симметрию; превращение происходит в твердом состоянии" (А.С.Марфунин, 1962).

Рассматриваемый регион находится в зоне Главного надвига, которая в разрезе рек Терек–Ардон имеет ширину 9–18 км, характеризуется сложной тектонической обстановкой. С юга зона ограничена Адайком-Казбекским разломом и ответвляющимся от него Цесским надвигом. Эти разломы имеют падение на север, представляют зону милонитизированных пород мощностью от 60 м до 1 км.

С севера зона Главного надвига ограничена серией крупных надвигов широтного простирания, кулисообразно заходящих друг за друга. Наиболее крупные из них в направлении с востока на запад следующие: Алхойчоч-Кистинский, Дарьяльский (Верхне-Ларский), Кайджанский, Чачский, Верхне-Кармадонский, Сырхубарзонский, Хилагский, серия Колотинских разломов, Главный надвиг и др.

В разрезе р. Терек и восточнее выделяются разломы – Алхойчоч-Кистинский и Дарьяльский, которые, в совокупности при геологическом картировании в масштабе 1:50000, были названы Верхне-Ларским разломом; по нему наблюдается тектонический контакт между палеозойскими кристаллическими сланцами Главного хребта и юрской сланцевой толщей (Джерахская свита). Зона смятия по разлому в разрезе Военно-Грузинской дороги составляет 10–15 м. Этот разлом протягивается в субширотном направлении через с. Верхний Ларс к хребту Ох-Кури – на востоке, и к хребту Кайджаны-Чач – на западе, и далее проходит в бассейн рек Фиагдон и Ардон, падение его на север. Он участками затушевывает контактивное воздействие гранитов на кристаллические сланцы, которые в зоне контакта по р. Терек окремнены, имеют красноватый оттенок.

Для палеозойских шелковистых аспидных сланцев в разрезе р. Чач от дна ущелья до вершины г. Чач (4098 м) характерна тонкая плитчатость и «текучесть» осыпей; при ударе молотком эти сланцы раскалываются на тонкие плитки и «щепки», что является результатом сильнейшего их динамометаморфизма, действующего на них по проходящему здесь Верхне-Ларскому (Главному) разлому и других факторов.

Гранитоиды Дарьяльского и Гвилетского массивов образуют горстообразные поднятия, приуроченные к структурной осевой подзоне, а также антиклинали северную и южную.

Продолжение Верхне-Ларского разлома на западе в районе Геналдонских ледников, прослежено и описано Л.А.Варданянцем [3], который называет этот разлом «сбросом», осложняющим северное крыло Дарьяльской (северной) антиклинали и носит название – Верхне-Кармадонский; к нему приурочены термальные источники Кармадона. Южное крыло этой северной антиклинали осложнено разломом, проходящим вблизи южного контакта Дарьяльского массива. Между разломами, проходящими по р. Кабахи и по южной окраине Гвилетского массива, находится южная антиклиналь. Простирание обеих антиклиналей – широтное; между антиклиналями находится,

соединяющая их, синклиналь. Эти разломы, ограничивающие антиклинали, прослеживаются между Чачским и Девдоракским ледниками и далее по рекам Геналдон, Фиэгдон и Ардон.

В шарнире северной антиклинали над Дарьяльским горстом, восточнее и выше крутопадающего контакта гранитоидов с аспидными сланцами на высоте около 4000 м (обн.6243, 6244), нами наблюдались значительные площади, устланные горизонтально лежащими плитками аспидных сланцев, что может служить доказательством, происходящих в Дарьяльском горсте вертикальных подвижек, т.е. кливажа, «происходящего под влиянием механических сил при горообразовательных процессах» [4]. Это подтверждается и развитием базиса эрозии по р. Терек в Дарьяльском ущелье; в верхней части оно задерживается и остается неизменным в результате непрерывного поднятия Дарьяльского горста; ниже горста «эрозия работает вполне свободно» (Л.А.Варданынц). Вследствие такого прерывистого поднятия (сотрясения) происходят толчки, вызывающие катастрофические обвалы горных пород и в первую очередь, ледников.

На «скачкообразное поднятие Дарьяльского горста и его высокую сейсмичность» указывает Ф.Н. Цхурбаев [6].

Признаками эндогенных причин обвалов можно считать следующие. По свидетельству местных жителей, перед катастрофами 1902 и 1967 гг. и 2003 г. по р. Геналдон начинались камнепады там, где их раньше не было; кроме того, изменялся режим термальных источников, они мутнели, начинали проявлять пульсацию; по свидетельству очевидцев, также непосредственно перед началом обвалов, раздавался громopodobный грохот и гул (что при землетрясении связывают с разрывом земной коры и высвобождением из недр земли упругих волн), перерастающие в страшной силы вихрь, сметающий все на своем пути. Все перечисленные особенности эндогенной активизации имели место при катастрофических обвалах каменно-ледниковых масс и по р.Геналдон (ледник Колка), а также при обвалах Девдоракского и Мидагробинского ледников. При рассмотрении вопросов о причинах схода ледника Колка нужно учесть высокую неотектоническую активность в районе верховьев р.Геналдон, входящем в зону разломов Главного надвига.

Важно отметить, что в Кассарском ущелье в зоне Центрального поднятия, являющейся западным продолжением Дарьяля, наблюдается аналогичная Дарьялю геоморфологическая и геотектоническая обстановка. Эта зона проявляет полную аналогию с Дарьяльским горстом и является его продолжением. Здесь наблюдается западное продолжение Северного разлома зоны Главного надвига и другие нарушения широтного простирания, входящие в выделенную здесь сейсмически опасную зону.

Особое внимание следует уделить мониторингу сейсмической опасности в зоне Северного (Главного) нарушения Главного надвига и не только в Геналдонском районе, но и в Дарьяльском ущелье по р. Терек, в Кассарском ущелье по р. Ардон; узлам пересечения этих нарушений с зоной глубинного меридионального Ардонского разлома, проходящего по р. Ардон; в совокупности образующих Нарскую эпицентральною и Цейско-Ардонскую сдвиговые сейсмически опасные зоны.

Этот сейсмически активный район требует особо пристального внимания, ввиду строящейся здесь плотины Зарамагской ГЭС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Афанасьев Г.Д.* Основные итоги изучения Большого Кавказа. Сб. «Проблемы металлогении и магматизма Кавказа». М.: Наука, 1970.
2. *Афанасьев Г.Д.* Метаморфизм. Сб. "Геология СССР", т. IX. М.: Недра, 1968.
3. *Варданянц Л.А.* Геотектоника и геосейсмика Дарьяла как основная причина катастрофических обвалов Девдоракского и Геналдонского ледниковых массивов // Изв. географического общества, т. LXIV, 1932.
4. *Левинсон-Лессинг Ф.Ю.* Петрографический словарь. М.: Госгеолтехиздат, 1963.
5. *Марфунин А.С.* Полевые шпаты – фазовые взаимоотношения, оптические свойства, геологическое распределение. М.: Тр. ИГЕМ АН СССР, вып. 78, 1962.
6. *Природные и техногенные катастрофы.* Владикавказ: Проект-Прогресс, 2005.
7. *Срабонян М.Х.* Новые данные о геологическом строении осевой части Главного хребта Северо-Западного Кавказа. Ставропольское книжное издательство. Тр. по геологии и полезным ископаемым Северного Кавказа, выпуск XI. 1964.
8. *Штебер Э.А.* Ледниковые обвалы в истоках Геналдона. Изд. Географического общества, 1902 г. (перепечатано в газете «Северная Осетия», 3 октября 2002 г., №185).
9. Отчет по ОКР Геофизического центра экспериментальной диагностики ВНИЦ РАН и Правительства РСО-Алания. Владикавказ, 1999.
10. *Полквой П.А., Колесникова А.М. и др.* Отчет по геологической съемке листа К-38-42– В, масштаб 1:50000. Владикавказ, 1958. Фонды организации «Центроводоресурсы».
11. *Энн Э.Л. и др.* Отчет Терской геологической партии по работам 1984-1988 гг. в горной части СОАССР. Северо-Кавказское Производственное объединение «Севкавгеология», Центральная геолого-съёмочная экспедиция. Владикавказ. Фонды организации «Центроводоресурсы».



УДК 553.44:550.84

*Канд. геол.-минералог. наук, доц. ДАРЧИЕВА А. Е.*

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ**

*Рассмотрены закономерности перераспределения типоморфных и нетипоморфных элементов в околожильных породах и их значение для разбраковки геохимических аномалий.*

В околожильных породах полиметаллических месторождений выделяются две генетические ассоциации аномальных концентраций элементов. Первая из них включает типоморфные элементы – свинец, цинк, медь, серебро, висмут, кадмий, германий и индий, образующие ореолы привноса. Другая группа – нетипоморфные элементы – олово, барий, бериллий, ванадий, молибден, никель, хром, калий и рубидий, создающие ореолы выноса. Для них характерны

как положительные, так и отрицательные аномальные содержания. Пространственно и те и другие совмещаются с гидротермальными изменениями вмещающих пород, в частности со второй (рудной) стадией. Все эти факты однозначно свидетельствуют о генетической связи процесса переотложения элементов с гидротермальными изменениями, а те, в свою очередь, с формированием руд.

Это также подтверждается спецификой вторичных изменений и особенностями концентрации элементов в породах с прожилково-вкрапленным типом оруденения, которое не представляет практического интереса. Из гидротермальных изменений здесь незначительно развиты серицитизация по плагиоклазу и микроклину, прожилки серицит-хлоритового состава без рудных минералов и окварцевание, т.е. в основном дорудная и пострудная стадии. Важно, что здесь не отмечается заметное выщелачивание и переотложение элементов, но отмечаются аномальные (положительные) содержания свинца, цинка, серебра, меди. По данным минераграфических и петрографических исследований, вмещающие породы содержат рассеянную вкрапленность галенита, сфалерита, халькопирита и пирротина, но независимо от гидротермальных изменений. Для рудных минералов характерны зернистые структуры, т. е. они образовались в результате отложения в открытых полостях, а не метасоматическим путем.

Зоны выщелачивания и переотложения имеют пространственную приуроченность. Граница между ними резкая и по всем изученным объектам приурочена к контакту рудных и надрудных участков. Здесь возникали условия, которые резко нарушали химическое равновесие в поднимавшемся рудоносном растворе, и происходило переотложение выщелоченных ранее компонентов. Вероятно, это связано со значительными колебаниями физических параметров – температуры и давления в зоне выклинивания рудных тел. Колебания давления могут быть значительными, и, по данным результатов экспериментальных исследований Г. Б. Наумова [1], могут вызвать изменение и даже инверсию кислотности (основности) раствора. При этом « ... понижение температуры способствует повышению кислотных свойств растворов, а падение давления – возрастанию их щелочности ». Процесс инверсии протекает локально около каждой жилы в отдельности даже в случае тесного пространственного сближения.

Характер околорудных изменений также подтверждает изменение кислотно–основных характеристик гидротермальных растворов. Так, в рудных и подрудных интервалах вмещающих пород преобладают: серицитизация, хлоритизация и окварцевание. В надрудных участках, в основном, развиты карбонатизация и альбитизация. Причем интенсивность проявления последних увеличивается по восстанию. Все перечисленные здесь факты говорят о том, что на границе рудных и надрудных интервалов происходило существенное изменение химизма растворов, т. е. инверсия раствора от кислого до щелочного состава. В интервале выклинивания рудных тел по восстанию, при затухании процессов их формирования сброс давления реален. Действительно, кислую среду растворов подтверждают серицитизация, хлоритизация и окварцевание, а щелочную – карбонатизация и альбитизация.

О перераспределении элементов свидетельствуют также результаты исследований химического состава минералов в фоновой и околожильной зоне вмещающих пород.

**Уровень концентрации элементов по вертикали в околожилльных вмещающих породах (в %)**

Интервалы околожилльных пород	Срез вмещающих пород относительно рудных жил	Частота встречаемости аномальных концентрации					
		положительных			отрицательных		
		от 50 % и более	от 10 до 50%	менее 10%	от 50 % и более	от 10 до 50 %	менее 10 %
100-300 м	верхний надрудный	Cr	K,Rb,Ni, Cr,Mo,V	Cr,V,Ba	-	-	K,Rb,Ba*
0-100 м	нижний надрудный	K,Rb,V,Mo, Ba,Be,Cr	Ni,K,Rb,Cr, Ba,Be	Ni,Cr,K,Rb	-	-	-
1/3/ L	верхний рудный	-	Ni,Ba,Be,Mo	Ba,Cr,V	-	K,Rb	Ni*
1/3/ L	центральный рудный	-	Be	Be	Mo,V,Rb,K	Mo,Ba,Ni,K, Rb,Cr,V	Ba
1/3/ L	нижний рудный	-	-	-	Ni,V,K, Rb,Be	Ba,Cr,V,Rb, Ni,K,Mo	-
	подрудный	-	-	-	Be,K,Rb,Mo	Cr,Ni,Be, V, Mo,K,Rb	Ba

- 96 -

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

— — ассоциации не установлены,

 — полиметаллическая жила,

\* — отмечается в единичных случаях,

-----  
----- — границы различных участков вмещающей породы,

0-100 — околожилльная порода и ее мощность в различных интервалах,

L — протяженность жилы по вертикали.

-



Обращают на себя внимание особенности соотношения уровней концентрации типоморфных и нетипоморфных элементов в рудных и подрудных интервалах вмещающих пород. В пробах с положительными аномальными содержаниями свинца, в пределах рудных срезов все нетипоморфные элементы отмечаются в концентрациях меньше или на уровне геохимического фона. В надрудной зоне, в аналогичных пробах, концентрация этих элементов достигает положительных аномальных значений или остается на уровне фона.

Причем в рудном срезе свинец, в основном, фиксируется в галените, а в надрудных – в виде изоморфной примеси в плагиоклазе, значительная часть которого образовалась при альбитизации.

Оценку перераспределения элементов в околожилых породах также производили с помощью различных методов математической статистики. Были использованы два отличительных критерия – Стьюдента и Фишера [2] для сопоставления средних содержаний и дисперсии элементов перераспределения в рудной и надрудной зонах. Расчетные значения этих критериев показали, что средние и дисперсии рудных и надрудных срезов существенно различны (при 5 % уровне значимости).

Все вышеуказанные особенности перераспределения элементов позволяют выделить их ассоциации с различными уровнями концентрации, характерные для определенных уровней среза (таблица). Это позволяет практически оценить уровень среза любой геохимической аномалии.

Для разбраковки эндогенных геохимических аномалий и более целенаправленного ведения дальнейших работ, необходимо прежде всего:

выявить природу исследуемой аномалии, т. е. определить: связана ли она с промышленным оруденением или с рассеянной минерализацией;

определить уровень среза аномалии.

Перспективной можно считать аномалию при условии, если, по данным геохимического опробования, в ее пределах отмечается переотложение нетипоморфных элементов, а также, если в ее пределах отмечаются гидротермальные изменения рудной стадии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Наумов Г.Б., Наумов В.Б.* Влияние температуры и давления на кислотность эндогенных растворов и стадийность рудообразования // Геология рудных месторождений, 1977, №1, с.13-23.

2. *Беус А.А., Григорян С.В.* Геохимические методы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых. М.: Недра, 1975.



### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕСЕЙ В РУДАХ И МИНЕРАЛАХ АРХОНСКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Рассмотрено поведение некоторых сопутствующих элементов-примесей в рудах и минералах Архонского месторождения. Заключение сделано на основании аналитических исследований многих рудных и нерудных минералов.*

Архонское месторождение приурочено к Архоно-Холстинской антиклинали, представляющей собой восточное окончание Садоно-Унальской антиклинали. Основная масса известных полиметаллических месторождений и рудопроявлений приурочена именно к этому району. В его геологическом строении принимают участие палеозойские магматические и осадочные породы. Оруденение связано с большим количеством жил, расположенных в трех тектонических блоках, которые ограничиваются крупными тектоническими нарушениями в основном северо-западного и субширотного простирания.

Наибольшее количество жил локализовано в трещинах двух блоков - Юго-Западном и Центральном. С юга они ограничены Садоно-Унальским разломом, с севера – Диагональным.

В Северо-Восточном блоке, заключенном между Диагональным и Широтным разломами, количество жил уменьшается. В настоящее время разрабатывается жила Северная, приуроченная к центральной части этого блока.

Руды Архонского месторождения относятся к полиметаллической формации. Главными рудными минералами являются сфалерит, галенит, пирит и пирротин. К второстепенным можно отнести арсенопирит и халькопирит, а к жильным – кварц, хлорит и кальцит (рис. 1).

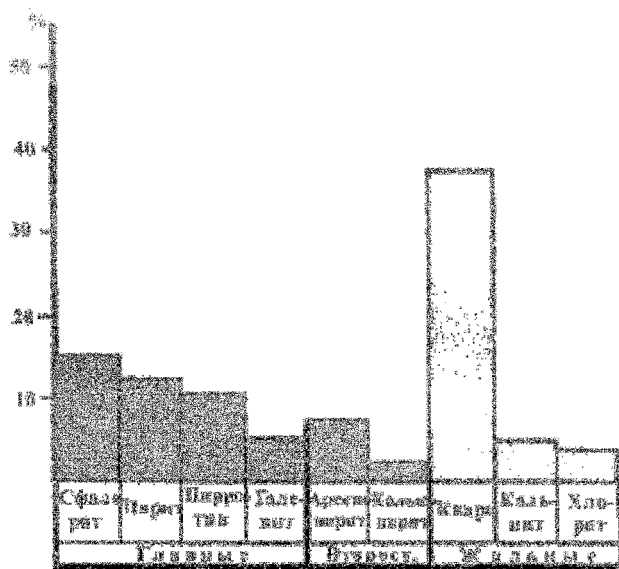


Рис. 1. Количественные соотношения минералов в рудах Архонского месторождения.

Химические анализы руды в количестве 87 штук, проведенные на основные (свинец и цинк) и примесные элементы, показали большой разброс их содержаний. Данные анализов иллюстрируются рис. 2, где показаны их средние значения по 15 элементам в порядке убывания.

Известно, что в процессе металлургического передела, кроме свинца и цинка извлечению подвергались серебро и висмут из свинцового концентрата, а также кадмий и индий – из цинкового. Это можно объяснить геохимической близостью свинца с серебром и висмутом, а цинка – с кадмием и индием, а также их относительно высоким содержанием в основных минералах-носителях – галените и сфалерите.

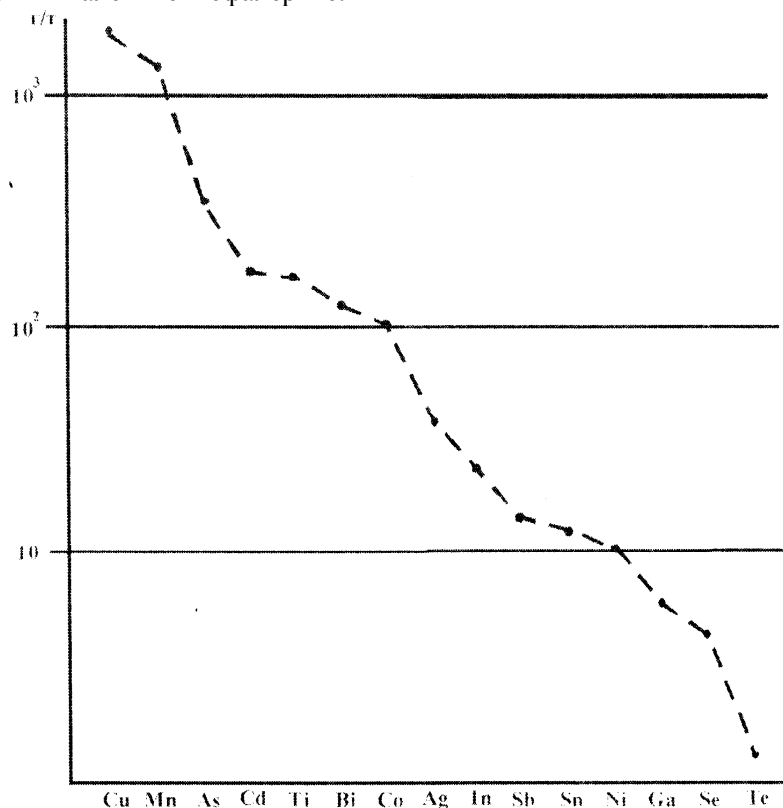


Рис.2. Распределение примесных элементов в рудах Архонского месторождения.

Другие элементы, присутствующие в рудах Архонского месторождения, идут в отвалы металлургического производства, что связано с их незначительным содержанием в рудах и отсутствием соответствующих технологий.

Судя по анализам монофракций рудных и жильных минералов, Архонского месторождения (таблица), можно судить о геохимических особенностях некоторых элементов.

**Медь** – один из самых распространенных элементов, присутствующих в значительных количествах во всех рудообразующих минералах, но в основном – в халькопиритах и сфалеритах. Последнее объясняется тем, что в сфалерит медь входит не только как изоморфная примесь, но и в виде эмульсионной вкрапленности халькопирита как продукта распада твердого раствора.

Некоторое количество меди отмечается в хлоритах и в других сульфидах. Оно колеблется от 400 (в галенитах) до 1500 г/т (в пиритах).

**Марганец** так же как и медь обладает в минералах довольно высокими концентрациями, особенно в жильных минералах – кальците и хлорите – 3650 г/т. В сульфидах, кроме сфалерита, его содержание на порядок меньше.

Наиболее значительными концентрациями **мышьяка** характеризуются, безусловно, арсенопирит, а также пирит и халькопирит, где его содержание доходит до 2000 г/т. Остальные рудные минералы имеют довольно стабильные значения в пределах 115–164 г/т.

#### Распределение основных примесных элементов в рудных и жильных минералах Архонского месторождения

(400,0) – среднее содержание в г/т, (23) – количество проанализированных проб)

Минерал	Медь	Марганец	Мышьяк	Сурьма	Кадмий	Висмут	Серебро
<b>Главные</b>							
Сфалерит	3800,0 (43)	2700,0 (42)	115,4 (44)	11,7 (45)	2270,0 (44)	70,2 (42)	30,0 (43)
Галенит	400,0 (23)	96,0 (22)	144,0 (22)	1087,0 (22)	140,0 (22)	1770,0 (21)	961,0 (7)
Пирит	1500,0 (23)	170,0 (19)	1859,0 (18)	78,2 (19)	3,0 (18)	24,4 (19)	14,3 (19)
Пирротин	1300,0 (39)	200,0 (42)	41,0 (42)	7,2 (41)	92,0 (42)	125,0 (42)	27,0 (40)
<b>Второстепенные</b>							
Арсенопирит	1150,0 (3)	225,0 (2)	> 1 %	735,0 (2)	3,0 (3)	20,5 (2)	5,5 (2)
Халькопирит	> 1 %	1100,0 (5)	880,0 (5)	66,0 (5)	64,0 (5)	54,0 (5)	100,0 (5)
<b>Жильные</b>							
Хлорит	1300,0 (15)	3300,0 (33)	164,0 (11)	- (33)	117,0 (15)	18,5 (13)	11,0 (12)
Кварц	16,5 (35)	300,0 (33)	- (31)	- (12)	- (33)	0,2 (33)	1,5 (35)
Кальцит	16,1 (13)	3650,0 (8)	- (12)	- (12)	- (12)	0,1 (12)	0,8 (12)

**Сурьма** по своим физическим и кристаллохимическим свойствам близка к мышьяку. Основными минералами-концентраторами этого элемента являются галенит (1087 г/т) и арсенопирит (735 г/т). В остальных рудных минералах содержание сурьмы на порядок – два ниже, а в жильных – она не обнаружена.

Основным концентратором **кадмия** является сфалерит, в котором среднее содержание этого элемента составляет 2270 г/т. В то же время в галенитах, пирротинах, халькопиритах и хлоритах концентрация кадмия не превышает 140 г/т, а в арсенопиритах и пиритах – только 3,0 г/т.

**Серебро**, как основной сопутствующий компонент полиметаллических руд, часто извлекаемый в процессе металлургического передела, обычно

присутствует в рудах в виде самородного серебра, а также аргентита и пираргирита – в галенитах. Его среднее значение достигает 960 г/т, на порядок меньше – в халькопирите. Сфалериты, пирротины, пириты и хлориты характеризуются довольно близкими значениями содержаний серебра, колеблющимися в пределах 11–3 г/т. Приведенные данные анализов свидетельствуют о том, что уровень серебра в подобных рудах определяется в основном количеством галенита. Такое же заключение можно сделать и в отношении висмута, среднее содержание которого в галенитах составляет 1770 г/т. В других сульфидных и хлоридных рудах его содержание значительно меньше: от 18,5 г/т (в хлоритах) до 125,0 г/т (в пирротинах).

Из других элементов, присутствующих в рудах Архонского месторождения, следует отметить повышенное содержание в галенитах олова (350 г/т) и селена (110 г/т); а в хлоритах и сфалеритах – галлия, соответственно 30,0 и 14,7 г/т.

В целом, имея данные по распределению сопутствующих компонентов в руде, можно с большей эффективностью использовать минеральное сырье.



УДК 622

*Ст. преп. ЦАБОЛОВА М. М., асс. КИБИЗОВ Г. К.,  
студ. ХАДИКОВА Д. Г.*

### **ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИСТЕЧЕНИЯ РУДЫ ПРИ ВЫПУСКЕ ЕЕ ИЗ БЛОКА**

*Показано, что основные положения теории выпуска сыпучих материалов разработаны при помощи геометрического моделирования. При этом выявлены многие закономерности.*

Основоположником теории выпуска руды под обрушенными породами считают С. С. Минаева, а расчетные формулы были предложены Г. М. Малаховым.

Одной из важнейших проблем, разрабатываемых с помощью моделирования, является выявление формы фигур выпуска и разрыхления и факторов, влияющих на их формирование. Установление действительной формы этих фигур важно для более точного предварительного расчета потерь и разубоживания, а также для рационального размещения выпускных выработок.

В результате теоретических исследований Б. С. Фиалков и В. К. Грузинов установили, что фигура истечения имеет сложный вид и состоит из двух сопряженных параболоидов вращения. Объем ее, по их мнению, отличается незначительно от объема эллипсоида вращения.

В выпускных нишах в самом начале процесса выпуска образуется так называемая «мертвая зона», где материал лежит неподвижно, создавая подпор. В результате этого сечение дучки работает не полностью. В условиях непрерывного выпуска материал свободно истекает через живое сечение дучки. В. А. Шестаков и Б. А. Шестаков установили, что это сечение имеет прямоугольную форму; ширина прямоугольника на уровне кровли ниши составляет

30–40 % от ширины дучки, а длина равна ее ширине. Поэтому форма фигуры выпуска будет отличаться от эллипсоидов вращения, получающихся при выпуске через круглые или квадратные отверстия. На основании этих данных сделан вывод, что фигура выпуска имеет форму трехосного эллипсоида и объем ее можно вычислить по формуле

$$Q_B = \frac{\pi bch}{6a^2} + \frac{\pi hr^2k}{2},$$

где  $r$  – радиус выпускной дучки;

$k = 0,6–0,7$  – коэффициент ширины живого сечения дучки;

$h$  – высота эллипсоида.

Многообразие представлений о форме фигуры выпуска явилось причиной того, что для вычисления их объема предложено большое количество формул.

Объем эллипсоида вращения вычисляется по формуле

$$Q = \frac{4}{3} \pi ab^2,$$

где  $a, b$  – большая и малая полуоси.

Для ориентировочных подсчетов С. С. Минаев предложил считать, что  $2a = h$  ( $h$  – высота эллипсоида).

На основании гипотезы С. С. Минаева и учитывая, что эллипсоид усечен плоскостью выпускного отверстия, Г. М. Малахов получил следующую зависимость:

$$Q_B = \frac{\pi h^3}{6(1-\xi^2)} + \frac{\pi}{2} r^2 h,$$

где  $r$  – радиус выпускного отверстия;

$h$  – высота усеченного эллипсоида;

$\xi$  – эксцентриситет.

Фигура вторичного разрыхления, как установлено большинством исследователей, подобна фигуре выпуска, и ее объем может быть вычислен по формуле:

$$Q_P = \frac{q}{q-1} Q_B,$$

где  $q$  – коэффициент вторичного разрыхления.

Для вычисления объема параболоида разрыхления И.П.Терехов получил зависимость

$$Q_P = \pi hr_0(h + 0,5r_0),$$

где  $h$  – высота слоя материала.

На основе анализа результатов лабораторных исследований О.А.Яковлев

получил формулы:

$$H = 1,64(k_p - 1)\sqrt{P} ; \quad B = \frac{\sqrt{P}}{5,73(2,13 - k_p)} ; \quad Q_p = 5HBk_p^{1,04} ,$$

позволяющие определить высоту, ширину и объем фигуры вторичного разрыхления в зависимости от количества выпущенного материала ( $k_p$  – коэффициент разрыхления;  $P$  – количество материала, подлежащего выпуску до момента достижения фигурой вторичного разрыхления контакта с разубоживающими породами). Фигура вторичного разрыхления, по мнению О. А. Яковлева, до момента достижения свободной поверхности близка по форме к параболоиду вращения, замкнутому в верхней части параболическим сводом.

Приведенный перечень формул можно было бы продолжить. Но ясно, что форма и объем фигур выпуска и вторичного разрыхления не являются постоянными. Они меняются в зависимости от изменения физико-механических свойств выпускаемого материала, размеров и формы выпускного отверстия.

Различные формы фигур выпуска и вторичного разрыхления, зафиксированные исследователями, представляют собой промежуточные этапы развития процесса и обусловлены изменением напряженного состояния выпускаемого сыпучего материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Фиалков Б.С., Грузинов В.К.* О скорости выхода сыпучего материала из отверстий и форме зоны разрыхления // Изв. вузов. Горный журнал, 1961, №2.
2. *Шестаков В.А., Шестаков Б.А.* Некоторые вопросы теории выпуска руды из блоков // Изв. АН КиргССР, серия естеств. и техн. наук. Т. VI, вып. 2, 1964.
3. *Малахов Г.М.* Теория и практика выпуска руды. М.: Недра, 1968.
4. *Терехов И.П.* Исследование выпуска обрушенной руды. Сб. научн. статей НИГРИ, №6, 1962.
5. *Яковлев О.А.* Влияние коэффициента разрыхления сыпучего материала на его механические свойства. Новая технология и системы подземной разработки рудных месторождений. М., 1965.



УДК 622

*Ст. преп. ЦАБОЛОВА М. М.,  
д-р техн. наук, проф. ГУРИЕВ Т. С.*

#### АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ВЫПУСКНЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВЫПУСКА РУДЫ

*С помощью физического моделирования доказывается, что с увеличением расстояния между выпускными отверстиями постоянного диаметра разубоживание возрастает.*

Определению оптимального расстояния между выпускными отверстиями посвящено ряд работ, в которых отмечается, что с уменьшением расстояния между отверстиями качественные показатели по выпуску руды улучшаются. Доказывается также, что количество руды, оставляемое в гребнях между выпускными отверстиями, становится практически постоянным при отношении высоты этажа к расстоянию между отверстиями, равном 12.

Увеличение расстояния между отверстиями приводит к тому, что эллипсоиды выпуска смежных воронок не пересекаются и выпуск руды становится обособленным, как из отдельных отверстий. Поэтому для снижения потерь на практике соблюдают такие расстояния между отверстиями, чтобы при данной высоте рудного слоя эллипсоиды выпуска могли взаимодействовать. Тогда зона влияния выпускного отверстия определится объемом столба руды, приходящейся на одно выпускное отверстие, а не объемом эллипсоида.

Исследования по выпуску руды позволили выразить объем эллипсоида выпуска равенством

$$Q = 0,523 \frac{h^3}{C},$$

где  $C$  – постоянный коэффициент для руды с определенными физико-механическими свойствами. Для руд с хорошими сыпучими свойствами  $C = 1,15$ ; для мелкокусковых, способных к слеживанию  $C = 1,54$  и для крупнокусковой  $C = 0,95$ ,  $h$  – высота эллипсоида выпуска.

Малая полуось выражена равенством:

$$B = \sqrt{\frac{h}{4C}},$$

где кроме изложенного выше, рекомендуется количество чисто извлеченной руды (до начала разубоживания) определять по объему сегмента эллипсоида, выходящего за пределы столбца руды над воронкой. Расчеты показывают, что указанный объем сегмента очень мал и существенного влияния не оказывает.

Рассмотрим конкретный пример определения объема эллипсоида при  $h_3 = 30$  см; расстоянии между выпускными отверстиями  $L = 4, 6, 8, 10$  см; диаметре выпуска  $d = 2$  см; коэффициенте разрыхления закладки  $K_p = 1,4$ . Результаты расчетов при двух условиях сводим в таблицу.

$L, \text{ см}$	$C$	$Q, \text{ м}^3$	$B, \text{ см}$
4	0,8	825	3,07
6	0,8	825	3,07
8	0,8	825	3,07
10	0,8	825	3,07
4	1,87	352	2
6	0,8	825	3,07
8	0,469	1410	4,0
10	0,313	2115	5,0

Как видно из данных таблицы, при  $C = \text{const}$ , объем эллипсоида не зависит от расстояния между выпускными отверстиями. Наоборот, при перемен-



ном значении  $C$ , когда  $L = 2B$ , объем его растет пропорционально расстоянию между выпускными отверстиями.

Для установления зависимости между разубоживанием руды и расстоянием между отверстиями нами были проведены опыты по выпуску металлоносной закладки на модели размерами 40 x 12 x 45 с диаметром выпускного отверстия 2 см. Расстояние между осями отверстий принято 4, 6, 8, 10 см. Кусковатость руды 2–5 мм, породы 5–7 мм. Высота слоя закладки 30 см и сверху породы 15 см. От уровня выпускных отверстий на высоту 42 см были заложены три вертикальных ряда жетонов из номерованных 5 мм кусков камней. Один ряд жетонов укладывался посередине между выработками скреперования, два других – по краям и выходили на центры выпускных отверстий. Кроме того, один ряд жетонов был уложен горизонтально на высоте 20 см от дна модели.

Содержание цинка в закладочном материале – 3,579 %; в породе – 0,009 %. Выпуск производили в дозах, в каждой дозе определяли содержание цинка и разубоживание. Результаты показывают, что с увеличением объема выпущенной руды содержание цинка в дозе падает, а разубоживание – растет.

**Заключение.** С увеличением расстояния между выпускными отверстиями разубоживание в дозах выпуска падает до определенного предела и, наоборот, во всей выпущенной горной массе – возрастает. Таким образом, с увеличением расстояния между выпускными отверстиями постоянного диаметра разубоживание возрастает.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Куликов В.В. Дейнека А.Г. Методика прогнозирования показателей извлечения руды. М.: Недра. 1969.
2. Балхавдаров Х.А. Движение и истечение руды при выпуске. М.: Недра, 1986.



УДК 534:622.8

*Инж. ЕЛОЕВ А.К. (ОАО "Стройкомплект")*

#### ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И МЕХАНИКА ГОРНЫХ ПОРОД

*Статья направлена на увеличение количества информативных параметров, характеризующих строение и состояние горных пород Садонского метасорождения с использованием ультразвукового способа.*

Распределение упругих волн в горных породах сопровождается уменьшением его интенсивности по мере удаления от источника возмущения. Интенсивность упругих колебаний уменьшается (затухает) за счет поглощения части энергии частицами породы, совершающими колебательное движение, и рассеивания акустической энергии на неоднородностях породы (порах, трещинах и т.д.) в разных направлениях [1, 2].

Затухание энергии упругих волн, находящихся от источников, обуславливает уменьшение амплитуды волн ( $A_r$ , м) при их распространении в погло-

щающей среде по экспоненциальному закону [3, 4]:

$$A_r = A_0 e^{-ar_i}, \quad (1)$$

где  $A_0$  – начальная амплитуда от источника возбуждения, м;  
 $a$  – коэффициент затухания,  $m^{-1}$ ;  
 $r_i$  – радиальное расстояние от источника возбуждения, м.

Определение значений коэффициентов затухания ( $a$ ) проводили непосредственно в шахтных условиях ультразвуковым методом по изменению скоростей упругих волн (поперечных –  $V_S$  и продольных –  $V_n$ , м/с) по глубине шпуров в окварцованных сланцах и гранитах (рис.1). Значение коэффициента затухания для каждой точки определяли в уравнении (1) методом наименьших квадратов, который зависит от ширины раскрытия трещин, частоты, угла между фронтом волны и плоскостью трещин, числа трещин и параметров самого источника возбуждения. С увеличением ширины трещин, числа и угла смещение частоты возрастает. Затухание упругих колебаний оценивали безразмерным показателем – декрементом затухания

$$\delta = \frac{aV_S}{w} = a\lambda, \quad (2)$$

где  $w$  – видимая преобладающая частота поперечной ( $V_S$ ) волны,  $c^{-1}$ ;  
 $\lambda$  – длина волны, м.

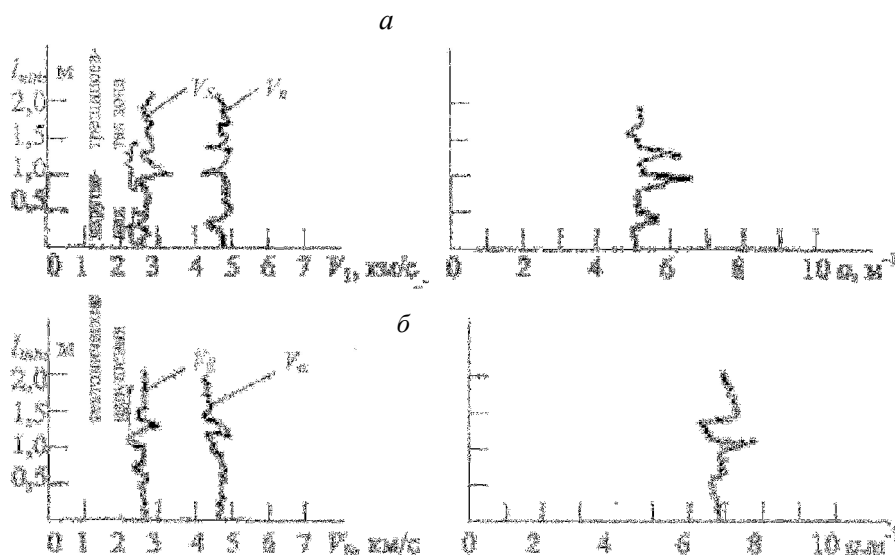


Рис. 1. Относительное изменение скоростей упругих волн ( $V_S$ ,  $V_n$ ) и коэффициентов затухания ( $a$ ) по глубине шпура ( $l_{шп}$ ), соответственно, в окварцованных сланцах ( $a$ ) –  $PR_3$ - $P_2br$  и в гранитах ( $б$ ) –  $RP_{23}$ .

По значению декремента затухания определяется относительная плотность пород

$$\gamma = 1 - \delta^2 - \sqrt{(1 - \delta^2)^2 - 1} \quad (3)$$

и коэффициент трещинной пустотности – отношение суммарного объема трещин к вмещающему объему массива горных пород ( $K_n$ , %). Тогда, значения средней плотности пород на исследуемом участке ( $\rho$ , т/м<sup>3</sup>)

$$\rho = K_n \rho_1 + (1 - K_n) \rho_2, \quad (4)$$

где  $\rho_1$  и  $\rho_2$  – соответственно, плотности заполнителя пор и породы, т/м<sup>3</sup>.

Скорость распространения волн в большей степени зависит от напряжений в среде и от характера породы. Изменение формы волны обусловлено разностью амплитуд между скоростями при высоком и низком уровне напряжений в такой мере, что она утрачивает свой первоначальный характер. Таким образом, по мере увеличения расстояния фронт волны становится менее крутым и длина ее возрастает.

В этом случае величина времени релаксации ( $\tau_s$ , с) волны напряжений

$$\tau_s = \frac{2aV_s}{(1 + \gamma)w^2}. \quad (5)$$

В таблице приводятся основные расчетные данные основных характеристик упругих волн и механических параметров исследуемых пород, вычисленные по формулам (2-5).

**Значения основных волновых и механических характеристик исследуемых пород**

Порода	Сланец	Гранит
Скорость поперечных волн, $V_s$ , м/с	$\frac{3200 - 3300}{3250}$	$\frac{2690 - 2890}{2800}$
Декремент затухания, $\delta$	$\frac{0,20 - 0,40}{0,31}$	$\frac{0,21 - 0,34}{0,28}$
Коэффициент затухания, $a$ , м <sup>-1</sup>	$\frac{3,0 - 5,84}{4,52}$	$\frac{2,18 - 3,49}{2,84}$
Длина волны, $\lambda$ , м	0,068(0,07÷0,08)	0,098(0,11)
Время релаксации, $\tau_c \cdot 10^{-6}$ , с	$\frac{0,28 - 3,78}{1,38}$	$\frac{0,32 - 4,07}{1,64}$
Модуль сдвига, $G \cdot 10^3$ , МПа	28,1	22,7
Плотность пород, $\rho$ , т/м <sup>3</sup>	2,76	2,85
Коэффициент пористости, $K_n$ , %	$\frac{3,8 - 6,9}{4,87}$	$\frac{0,97 - 4,2}{1,62}$

Для участков шпура, где повышенная трещиноватость и тектонические нарушения и низкие значения (см. рис. 1) продольных волн, получен высокий коэффициент затухания. Значения коэффициента затухания для продольных волн (гранитах) меняются от 2,2 до 3,5 м<sup>-1</sup> при скорости 2700–2900 м/с. Относительное уменьшение скорости на участках трещиноватости или тектонических нарушений не превышает 25–30 %, в то время как коэффициент затухания возрастает в 1,4–1,5 раз.

Нами установлено, что пустотность массива на контуре горизонтальных выработок, пройденных буровзрывным способом, достигают 12–16 % в окварцованных сланцах и 3–5 % – в гранитах, которая асимптотически уменьшается в глубь массива до значений естественной пустотности (пористости), соответственно 3,8–6,9 и 0,5–4,2 %.

Прохождение упругой волны в трещинах вызывает резкое изменение амплитуды волны, а, следовательно, является причиной увеличения коэффициента затухания.

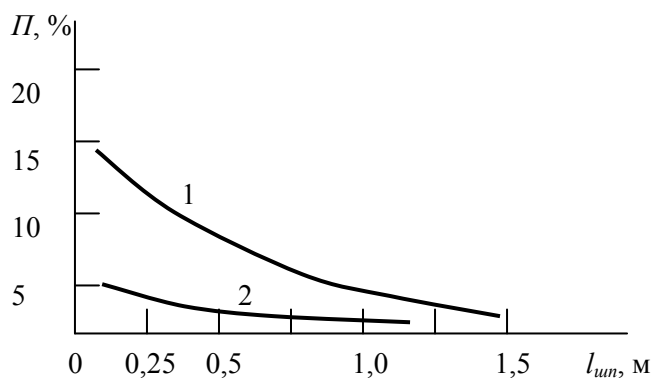


Рис. 2. Изменение пустотности в окрестности выработки в окварцованных сланцах (1) и гранитах (2) на глубине 150 м от поверхности.

Установлено, что максимальная глубина трещинообразования, исходя из полученных данных пористости, ограничивает показатель пустотности нетронутого массива и составляет 1,0–1,5 м. По результатам исследований волновых процессов зона трещинообразования полностью ассоциируется с областью неупругих деформаций [5].

Проведенные исследования распространения энергии упругих волн напряжения в “зажатой среде” методом ультразвука позволили, исходя из физико-механических характеристик свойств пород, глубины заложения, определить их основные параметры, по которым установлена механическая глубина трещинообразования для пород Садонского месторождения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978.
2. Ржевский В.В., Ямщиков В.С. Акустические методы контроля горных пород в массиве. М.: Недра, 1973.
3. Аверин А.П. Исследование параметров затухания при ультразвуковых наблюдениях / ГИАБ, М.: Изд. МГГУ, №10, 2004.
4. Захаров В.Н., Аверин А.П. Механизмы затухания волновых процессов при ультразвуковых наблюдениях / ГИАБ, М.: Изд. МГГУ, №7, 2005.
5. Кондратов А.Б., Барах А.А. Исследование трещинообразования в скальном массиве вокруг горизонтальных выработок // Физ.-техн. проб. разр. полез. ископ. №3, 1983.



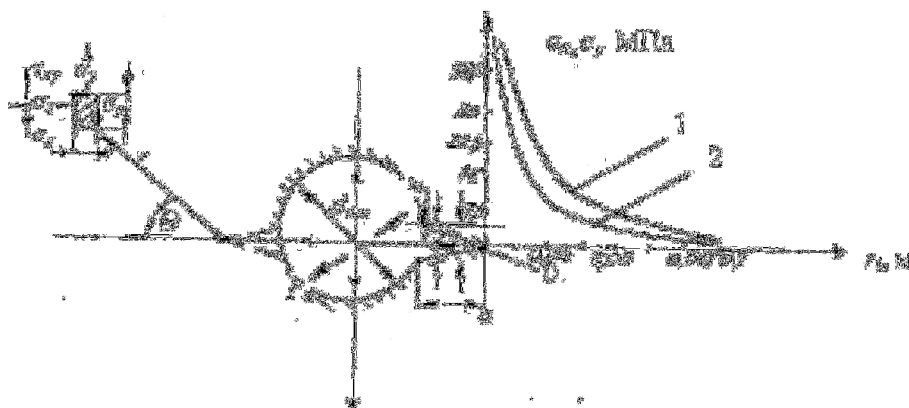
## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ МАГИСТРАЛЬНОЙ ТРЕЩИНЫ

*Статья направлена на увеличение количества информативных параметров, характеризующих строение горных пород Садонского месторождения с использованием ультразвукового способа.*

Оформление контурных щелей в скальных породах характеризуется быстрым распространением магистральной трещины или семейств трещин и происходит в тот момент, когда в породе комбинация параметров напряжения и деформации достигает своего критического значения [1].

Разрушение тесно связано с полями напряжений, которые возникают в окрестностях вершины трещины и описывается коэффициентом интенсивности напряжений ( $K_I$ ).

Поля напряжений в вершине трещин определяются в виде суперпозиций собственных функций по степеням расстояний от вершины по картинам изолиний [2]. Следовательно, рассчитывается упругое поле напряжений в вершине трещины и формируется критерий распространения трещины в виде уравнения энергетического баланса. При этом расход энергии на образование единицы новой поверхности определяется константой для данной породы. Трещина распространяется под действием растягивающих напряжений, когда верхняя и нижняя поверхность (берега) разводятся или отрываются одна от другой [3].



Растяжение берегов острой трещины напряжениями вдоль радиуса-вектора  $0-r_i$ : 1- $\sigma_{y(r)}$  и 2- $\sigma_{x(r)}$ .

Принципиальная схема процесса зарождения и распространения трещины в случае плоского напряженного состояния представлена на рисунке. На стенки шпура инициирующего щель (щели) с заданной формой и размером, которая является концентраторами напряжений, осуществляется давление статического заряда (расширяющего состава или флюидоразрыва). По мере роста давления в концевой части искусственной щели (т.о.) порода испыты-

вают растягивающие напряжения и при достижении напряжений, больше или равно прочности породы на растяжение ( $\sigma_{x,y} \geq \sigma_{\text{раст.п}}$ ), происходит зарождение старта и в дальнейшем ее распространение в заданном направлении.

Рассмотрим процесс распространения трещины в линейно-упругой изотропной среде, которая распространяется вдоль радиуса-вектора  $r_i$ . Коэффициент интенсивности напряжений ( $K_I$ , МПа·м<sup>1/2</sup>) [4]

$$K_I = \lim \sqrt{\pi r} \cdot \sigma_{x,y/\Theta} = 0. \quad (1)$$

В рамках рассматриваемой модели хрупкого разрушения  $K_I$  является основной характеристикой напряженного состояния в породном массиве с трещиной в начале «старта», распространения и остановки. Компоненты напряжений и деформаций определяются формулами [3], [5]:

при  $y = 0$ ,  $\Theta = 0$ ,  $x_{(r)} > 0$ , т.е. вдоль оси  $0-r_i$

$$\sigma_{x,y} = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r_i}} \cos \frac{\Theta}{2} \left( 1 \pm \sin \frac{\Theta}{2} \sin \frac{3\Theta}{2} \right) = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r_i}} f_{x,y}(\Theta_i) = \frac{0,40 K_I}{\sqrt{r_i}} \quad (2)$$

и

$$\begin{cases} U_x = \frac{K_I}{G} \sqrt{\frac{r_i}{2\pi}} \cos \frac{\Theta}{2} \left( 1 - 2\mu + \sin \frac{2\Theta}{2} \right) = \frac{K_I}{G} \sqrt{\frac{r_i}{2\pi}} F_u(\Theta_i) = \frac{K_I}{2G} \sqrt{\frac{r_i}{2\pi}} \{\chi - 1\}; \\ u_y = 0 \end{cases} \quad (3)$$

при  $r_i = 0$ ,  $y > 0$  ( $\Theta = 90^\circ$ ), т.е. вдоль оси  $0 = y$  имеем:

$$\begin{cases} \sigma_x = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r_i}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{4} = 0,14 \frac{K_I}{\sqrt{r}}; \\ \sigma_y = 0,42 \frac{K_I}{\sqrt{r_i}} \end{cases} \quad (4)$$

и

$$U_x = U_y = 0,14 \chi \frac{K_I}{G} \sqrt{r_i}, \quad (5)$$

где  $G = \frac{E}{2(1-\mu)}$  – модуль сдвига, МПа;

$\chi = (3-\mu)/(1+\mu)$  – постоянная Мусхелишвили для плоского напряженного состояния и  $\chi = 3-4\mu$  – для плоской деформации [6];

$E$  – модуль упругости пород, МПа;

$\mu$  – коэффициент Пуассона;

$f_i(\Theta_i)$ ,  $F_u(\Theta_i)$  – соответственно тригонометрические функции при вершине трещины и нормального отрыва.

В вершине трещин при  $\Theta = 0$  и  $r \rightarrow 0$ , нормальные напряжения  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  согласно (2) стремятся к бесконечности (см. рисунок), а перемещения  $U_x$  (3) стремятся к нулю. Таким образом, коэффициент интенсивности напряжений ( $K_I$ ) определяет напряженно-деформированное состояние и смещение вблизи трещин, независимо от схемы нагружения, формы и размеров породного массива и трещин.

Решение задачи о растяжении упругой среды с трещиной приводит к коэффициенту интенсивности напряжений, который связан с приложенным напряжением ( $\sigma_i$ ) и длиной ( $l$ ) соотношением (1):

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi l} . \quad (6)$$

Следовательно,  $K_I$  несет информацию о напряженном состоянии в вершине трещины и по его величине можно судить об ее устойчивости. Ирвин [7] предложил критерий трещинообразования записать в виде:

$$K_I = K_c, \quad (7)$$

где  $K_c$  – параметр трещиностойкости материала, МПа·м<sup>1/2</sup>.

Интенсивность выделения упругой энергии, затрачиваемой на образование новой поверхности при росте трещин, характеризуется критерием в виде управления энергетического баланса. При выполнении условия (7) трещина начинает расти, т.к. интенсивность напряжений достигает критического значения. Тогда, удельная поверхностная энергия ( $\gamma$ , Н/м или МПа·м) породного массива при плоском деформированном состоянии определяется функциональной зависимостью [4]:

$$\gamma = \frac{K_c^2}{2E} (1 - \mu^2) . \quad (8)$$

Интенсивность высвобожденной упругой энергии по критерию Гриффитса [8] (условия для роста трещин) при плоском напряженном состоянии ( $G_0$ , МПа·м)

$$G_0 = \frac{K_I^2}{E} , \quad (9)$$

а при плоском деформированном состоянии ( $G_1$ , МПа·м)

$$G_1 = (1 - \mu^2) \frac{K_I^2}{E} . \quad (10)$$

Напряжение, при котором используется продольное напряжение ( $\sigma_c$ , МПа), необходимое для разрушения трещин (8)

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{2\gamma E}{\pi l_{mp} (1 - \mu^2)}} = \sigma . \quad (11)$$

Условие роста (движения) трещины находим из уравнений (10) и (8)

$$G_{0,1} = 2\gamma . \quad (12)$$

Величина  $G_{0,1}$  – сила, необходимая для продвижения трещины на единицу длины. Таким образом, длину трещины ( $l_{mp}$ , м), при которой происходит разрушение, следует определять из уравнения (11):

для плоского напряженного состояния

$$l_{mp} = \frac{2\gamma E}{\pi\sigma_c^2}, \quad (13)$$

а для случая плоской деформации

$$l_{mp} = \frac{2E\gamma}{\pi(1-\mu^2)\sigma_c^2}. \quad (14)$$

Рост трещины следует сразу же после достижения коэффициентом интенсивности напряжений критического значения ( $K_c$ ). Трещина останавливается при  $K_I$  меньше на 10 %  $K_c$ , независимо от достижения до этого скорости распространения трещины, а зависит от размеров шпура, расстояний между шпурами, начальной длины зародышной трещины ("бороздок"), развиваемого давления исходящего от заряда на стенки шпуры и физических свойств пород.

**Заключение.** Скорость распространения трещины определяется коэффициентом интенсивности напряжений при ее старте, а он, в свою очередь, определяется скоростью нагружения (волновым напряжением). Структурная зона микротрещин у вершины трещины сохраняется до тех пор, пока новая волна напряжений не изменит ее размер или ориентацию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Морозов Е. М., Фридман Я. Б. Анализ трещин как метод оценки характера разрушения //Завод. лабор. – 1966. -№8.
  2. Пустобриков В. Н., Дзагоев Л. М. Добыча минерального сырья с использованием невзрывчатых разрушающих составов в условиях низких положительных и отрицательных температур. Владикавказ, 2004.
  3. Каркашадзе Г. Г. Механическое разрушение горных пород. М.: МГГУ, 2004.
  4. Партон В. З., Борисковский В. Г. Динамика хрупкого разрушения. М.: Машиностроение, 1988.
  5. Браек Д. Основы механики разрушения. М.: Высшая школа, 1980.
  6. Мухелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.: Наука, 1996.
  7. Yrwin G. R. Plastic zone near crack and fracture toughness //Prac. 7-th Sagamore Conf. -P. IV-63 (1960).
  8. Griffith A. A. The theory of rupture. Proc. Yst. Ynt. Congress Appl Mech (1924) p.p. 55-63. Biezeno and Burgers ed. Waltman. (1925).
- УДК 622.831.2





## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ДЖИМИДОНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*В статье приводятся исследования предварительного прогнозирования устойчивости пород Джимидонского месторождения по керну геолого-разведочного бурения, по данным которых составлена первичная классификация нарушенности пород и их границы в общей геологической карте.*

Устойчивость горных пород определяется способностью их находится в состоянии равновесия при обнажении без нарушения сплошности массива. Практика проходки выработок показывает, что устойчивость их зависит как от природных свойств массива, так и способа технологии его обнажения.

Первая причина включает в себя структурные особенности массива, его неоднородность, физико-механические свойства, трещиноватость, глубина и др., вторая зависит от способа буровзрывных работ, формы и размеров выработки.

Джимидонское месторождение открыто сравнительно недавно. Вопрос об устойчивости пород на месторождении возник при проектировании горных работ, вследствие чего изучение проводили на стадии геологической разведки при бурении скважин с поверхности. С этой целью на месторождении была предпринята попытка первичного прогнозирования устойчивости пород по керну геолого-разведочного бурения с проверкой результатов исследований при вскрытии рудного тела штольнями (№ 3, 4, 6, 8, 45 и 47) на незначительной глубине от поверхности (до 360 м).

Джимидонское месторождение расположено в юго-восточной части крайнего восточного сегмента Садоно-Унальского горста (“Джимидонского поднятия”), которое вытянуто в северо-западном направлении и ограничивается Дагомским и Цамадским взбросами, и на юго-западе – сбросами. Площадь его немногим более 4 км<sup>2</sup>. Сложена она в южной части кристаллическими сланцами, в центре – гранитами (вулканитами Осетинской свиты), а на севере – песчаниками Мизурской свиты. Юго-восточная часть разбита продольными и поперечными нарушениями на ряд блоков, что позволило выделить ее как мелкоблочную тектоническую зону.

Структура представляется элементарной моноклиной с пологим падением (35–40°) на север и северо-запад. Интенсивное направление разрывной тектоники обусловило повышенное трещинообразование вмещающих пород. Направление основных систем трещин закономерно связано с общим тектоническим планом. Породы и в частности кристаллические сланцы разбиты многочисленными мелкими поперечными разломами и трещинами.

Описанные геологические особенности указывают на сложность строения Джимидонского месторождения и подчеркивают необходимость предва-

рительного определения устойчивости пород для проектирования разработки месторождения. Методически эта работа состояла из изучения керна скважин, наблюдений по выработкам, обобщением полученных данных и проверкой их практикой.

Первый этап исследований заключался в изучении степени нарушенности пород в массиве по керну геолого-разведочных скважин. При этом под нарушенностью пород понимали изменение их прочностных свойств в массиве под влиянием геологических процессов, представляющих собой совокупность трещиноватости и вторичных изменений. Тогда степень нарушенности данных пород будет обусловлена степенью ее трещиноватости и степенью вторичных изменений (выщелачивание, цементация, карбонизация и т.п.).

Определение степени нарушенности пород по керну скважин состояло в последовательном описании его с указанием характера трещиноватости, вторичных изменений и качественной оценки трещиноватости пород в полевых условиях. Для количественной оценки трещиноватости пород по керну скважин был предложен показатель  $K_m$  (коэффициент трещиноватости), который характеризует средний размер куска керна в см на данном интервале. Для этого длина рассматриваемого интервала  $l_i$  с учетом процента выхода керна  $V$  делится на число кусков, распавшихся по трещинам  $n$ :

$$K_m = \frac{l_i V}{n}.$$

По степени трещиноватости породы были разделены на две группы: слаботрещинуватые породы – менее 5 кусков на 1 пог. м скважины ( $K_m \geq 20$  см); среднетрещиноватые породы – 5–10 кусков на 1 пог. м скважины ( $K_m = 10–20$  см). Изучение трещиноватости показало, что наиболее трещиноватыми являются сланцы, а менее трещиноватыми – граниты.

Интенсивность вторичных изменений в полевых условиях оценивали по 4-степенной шкале сравнением керна с эталонной коллекцией образцов с различной степенью изменчивости. Интенсивность изменения оценивали как слабую, среднюю, сильную и очень сильную. В результате наблюдений на Джимидонском месторождении все породы по степени нарушенности были квалифицированы следующим образом: слабонарушенные – плотные, слаботрещинуватые, структура и текстура сохранилась полностью или изменена слабо. КERN таких пород колется с трудом (2–3 удара молотком); породы средней нарушенности – трещиноватые, структура и текстура изменены вторичным процессом (породы окварцованы, окремнены и т.п.). КERN обычно колется после 1–2 удара молотком; сильнонарушенные породы – сильнотрещинуватые, помятые, рассланцованные и несцементированные (породы в значительной степени хлоритизированы и т.п.). КERN легко разрушается молотком или рукой.

При анализе результатов исследования, по нарушенности пород выявилась зависимость прочности выхода керна при бурении геолого-разведочных скважин с поверхности от степени нарушенности пробуренной породы: количество выхода керна обратно пропорционально степени нарушенности

породы в том же интервале. Нарушенность пород была изучена на 16 скважинах, охватывающих всю площадь Джимидонского поля.

При обобщении результатов наблюдений дана характеристика наиболее часто встречающимся разновидностям пород с точки зрения нарушенности. Всего было выделено 5 разновидностей, среди которых окварцованные сланцы отнесены к средненарушенным и сильнонарушенным. Путем обработки полевых наблюдений (описания керна скважин) составляли колонки скважин, на которых породы поинтервально относили к группе нарушенности по соответствующим признакам. По этим колонкам строили геологические разрезы, на которых можно было проследить распространение пород какой-либо степени нарушенности.

Второй этап по прогнозированию устойчивости пород в обнажении заключался в наблюдениях по подземным выработкам, цель которых – оценка устойчивости основных типов пород в зависимости от конкретных условий. На Джимидонском месторождении устойчивость пород оценивали количеством нарушений (вывалов) в кровле и стенок выработок, а также временным фактором. Наблюдения проводили в шт. 3, 4 и 6, данные которых позволили разделить породы по их устойчивости следующим образом: неустойчивые породы (сланцы) находятся в устойчивом положении до 15 суток. В них одно нарушение в среднем приходится на 20–35 м<sup>2</sup> кровли; породы средней устойчивости (окварцованные сланцы), в которых выработки более устойчивы (отмечаются некоторые вывалообразования) в течение 1–2 месяцев и определяются наличием тектонических зон и трещиноватости; породы устойчивые – граниты. Они устойчивы в течение продолжительного времени. В выработках, пройденных по этим породам, наблюдаются нарушения в единичных случаях (в зонах тектонических разрывов).

На третьем этапе работы сопоставляли данные, полученные при изучении керна скважин с результатами наблюдений, проводимых в подземных условиях. Исследования показали, что устойчивость пород в горных выработках Джимидонского месторождения уменьшается с увеличением степени их нарушенности и, следовательно, прогнозирование устойчивости представляется возможным проводить по величине  $K_m$  и показателю выхода керна в изучаемом интервале скважины.

Данные по нарушенности пород, полученные при изучении керна, реализованы в виде прогнозных карт, в которых на плане представлена степень нарушенности пород данного горизонта и их границы в общей геологической карте. Практика горных работ Джимидонского месторождения в общих чертах подтверждается правильностью таких прогнозных карт и плана устойчивости. Окончательная классификация устойчивости пород будет предложена после детальных инструментальных исследований на данном месторождении.



*Канд. техн. наук ДЗАГОЕВ Л. М. (ОАО “Керамик”),  
инж. ЕЛОЕВ А. К. (ОАО “Стройкомплект”),  
инж. МЗОКОВ В. У. (Садонское рудоуправление)*

## **СТРУКТУРНЫЕ НАРУШЕНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД АРХОНО-ДЖИМИДОНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*Приведены исследования основных параметров структурной нарушенности пород Архоно-Джимидонского месторождения, влияющих на напряженно-деформированное состояние и способы управления горным давлением при проведении горно-проходческих работ.*

Горные породы Садонского месторождения характеризуются более или менее однородным петрографическим составом. Поэтому по механическим свойствам исследуемый массив можно представить как однородную анизотропную среду. Учитывая наличие трещин и геологических нарушений, для изучения массива, нами использованы элементарные объемы, обладающие всеми его свойствами. В этом случае массив рассматривается как среда, анизотропия свойств которых зависит от связей между отдельными (элементарными) блоками, исключая геологические разрывы и имеющие только микронарушения [1, 2].

Структурная нарушенность массива пород существенно оказывает влияние на напряженно-деформированное состояние, на выбор способа управления горным давлением, и, в целом, на проведение горных работ.

При проведении выработок наибольшее влияние на снижение устойчивости массива оказывают (в результате горообразовательных процессов и образовавшихся в результате ведения горных работ трещин отдельностей), разделяющие массив на сравнительно небольшие блоки, соизмеримые с поперечными размерами самой проходимой выработки. Густота естественных трещин зависит от мощности слоев, глубины, прочностных характеристик пород и т.д. Тектонические трещины отличаются от естественных как по ориентировке, которая определяется направлением действующих усилий, так и по характеру поверхностей. Густота их увеличивается с приближением к основному тектоническому разлому (нарушению).

При разработке отдельных горизонтов месторождения неоднородности массива оценивали на региональном уровне. Погоризонтная оценка нарушенности массива очень важна для определения закономерностей напряженно-деформированного состояния массива при определении проявления горного давления с учетом крупных тектонических разломов и зон, протяженности которых составляют от метров до нескольких километров и более [3].

Рассмотрим методику определения параметров систем структурных неоднородностей с целью оценки устойчивости выработок и, в частности, трещиноватости в каждой рассматриваемой пикетной точке выработки. Для этого на каждой замерной станции количество трещин (или других структурных неоднородностей) отдельных систем относили к общему числу замерных трещин и, таким образом, оценивали частоту распределения ( $P$ , %) той или иной системы трещин.

Характеристики трещиноватости массива изображались в виде “роз трещин” (рис.1). В “розах трещин” число или плотность (интенсивность трещиноватости) и азимут их простирания изображаются величиной и направлением радиуса окружности.

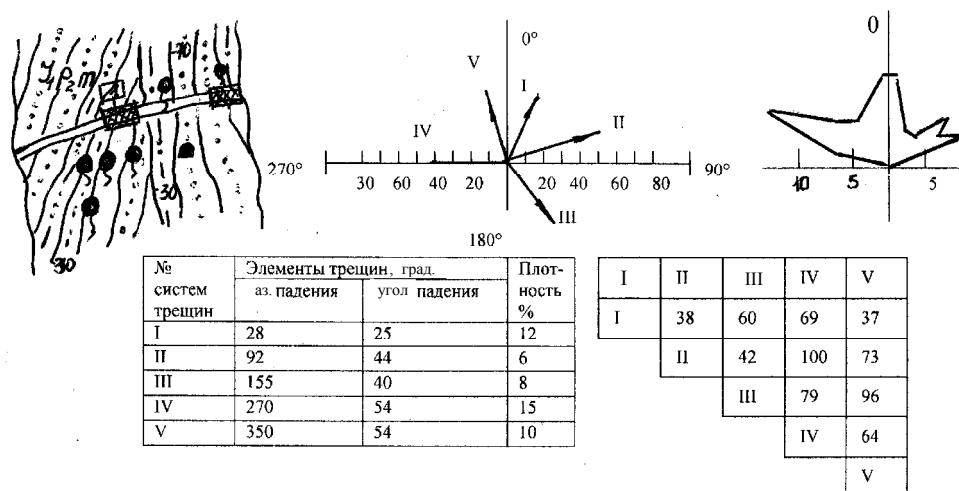


Рис. 1. “Роза трещиноватости” на площадке №1 шт. 45: I, II, III, IV и V – системы трещин Джимидонского месторождения.

Расстояния между отдельными трещинами дает представление о размерах блоков (скальных отдельностей), а величина раскрытия трещин, их характер и их заполнители определяют условие прочности на контактах между блоками. Форма и размер этих блоков определяют структуру массива, характер и анизотропию его деформативности. Приведенный размер блоков ( $v$ , м) скальных пород подсчитывался по формуле [4]:

$$v = \sqrt[3]{\frac{a_I a_{II} a_{III}}{(I + 3\sqrt{\frac{a_I a_{II} a_{III}}{a_{IV}}})(I + 3\sqrt{\frac{a_I a_{II} a_{III}}{a_V}})}}, \quad (1)$$

где  $a_I, a_{II}, a_{III}$  – среднее расстояние между трещинами основных систем, м;  $a_{IV}$  и  $a_V$  – среднее расстояние между трещинами остальных систем, м.

По результатам замеров элементарные блоки (см. табл. 3) размером 0,1x0,5 м (породы порфириты) считаются на месторождении мелкими, 0,4x0,4 (0,6x0,4 м) – средними (окварцованные сланцы, алевролиты) и крупными, размер которых составляет 1,2x1,0 м (граниты).

Измерение параметров естественной трещиноватости горных пород по глубине массива от контура выработок осуществляли методами осмотра стенок шпура (скважины) с помощью прибора РВП-456 и ультразвука. Подсчитывали количество трещин и другие структурные неоднородности и относили к общему числу замерных трещин, по которым оценивалась их частота. По результатам замеров составляли гистограммы распределения

расстояний между отдельными трещинами в группу, наиболее часто встречающихся значений из выделенных систем трещин (рис. 2).

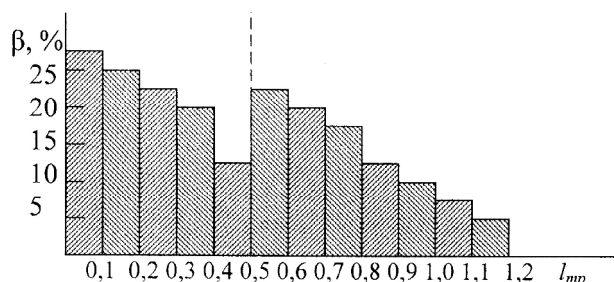


Рис. 2. Гистограмма распределения расстояний между трещинами в слоистых и трещиноватых породах Садонского месторождения: *a* – мелкоблоковые и *b* – крупноблоковые трещины.

Для окварцованных сланцев степень распределения трещин ( $\beta$ , %) отражена в табл.1. Анализ гистограмм распределения расстояний между трещинами в одной из разновидностей вмещающих пород (окварцованные сланцы) показал, что преобладающие расстояния между трещинами в широтной и пологой системах является 0,1–0,5 м для мелкоблоковых и 0,6–0,9 и более метров – в крупноблоковых (во всех остальных системах – меридионального и субмеридионального).

Подобные группы мелкоблоковых и крупноблоковых трещин выделяются, как правило, в массиве всего Садонского месторождения.

Т а б л и ц а 1

**Распределение трещин в окварцованных сланцах**

Системы трещин	Среднее расстояние между трещинами, $l_{mp}$ , м	Коэффициент, $\Pi=l/l_{mp}$	Степень распределения трещин, $\beta = \frac{l/l_{mp} \cdot 100}{l/l_{mp}}$ , %
Мелкоблоковые	0,1	10,0	25,92
	0,13	8,3	21,51
	0,17	7,64	19,80
	0,20	5,0	12,96
	0,30	3,3	8,55
	0,40	2,5	6,48
	0,50	2,0	5,18
Итого:		38,58	100,0
Крупноблоковые	0,6	2,0	24,12
	0,7	1,67	20,14
	0,8	1,43	17,25
	0,9	1,25	15,08
	1,2	1,11	13,39
	1,4	0,83	10,02
Итого:		8,29	100,0

Приконтурное нарушение массива при проходке выработок оценивается по глубине вскрытия естественных трещин, характеризуемой степенью ше-

роховатости стенок выработки, по степени которых определяются возможные концентрации напряжений. Глубина раскрытия естественных трещин и возникновение искусственных характеризует фактические размеры ослаблений зоны (зоны неупругих деформаций). С увеличением глубины их раскрытие, размеры этих зон возрастают. При обычном методе взрывания в интервале глубин заложения выработки 60–150 м составляет по данным измерений в среднем 0,33–0,45 м. Конкретно: глубина зоны искусственной трещиноватости при проходке выработок на рудниках Садонского комбината в среднезернистых гранитах и алевролитах составляет до 0,4–0,5 м, а в окварцованных сланцах – более 0,75 м. С параметрами зон неупругих деформаций связана устойчивость и выбор рациональной крепи горных выработок.

Для изучения вещественного состава минералов заполнителей трещин отбирали пробы пород непосредственно в шахте, из которых изготовили шлифы (рис. 3) для минералогических исследований. Нами выявлено, что большинство трещин в исследуемом массиве не имеют сплошного заполнителя. По составу заполнители разделены на три группы: глина трения, гидрослюда и хлорид с твердостью по Моосу [5] 1–2; карбонаты и слюды твердостью 3–4 и минералы – кварц и полевые шпаты с твердостью 5–7.

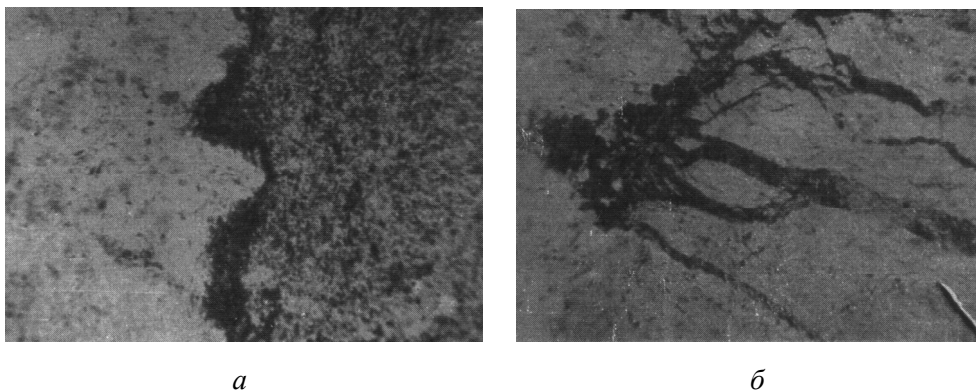


Рис. 3. Шлифы п186-2 (а) ув.23х ник + окварцование биотитовых гнейсов на контакте гранитоидов и п179-2 (б) ув.10х ник + катаклизован и пересекается кварц-хлорит-карбонатными прожилками.

Поскольку с физической точки зрения разрушение горных пород происходит под воздействием растягивающих напряжений в форме отрыва и вследствие касательных напряжений в форме скола, необходимо было определять их прочностные характеристики:  $\sigma_{рас}$ , МПа – предел прочности на растяжение;  $\tau_{сц}$ , МПа – сцепление;  $\varphi$ , град – угол внутреннего трения;  $f_{мп}$  – коэффициент трения породы о породу по контактам структурных неоднородностей. Первая группа:  $\sigma_{рас} < 3,0$  МПа и  $\tau_{сц} < 4,0$  МПа; вторая и третья группы –  $\sigma_{рас}$  до 6,0 МПа и  $\tau_{сц}$  до 15 МПа и они близки к характеристикам породы (окварцованные сланцы –  $\sigma_{рас} = 5,9–10,0$  МПа и  $\tau_{сц} < 40$  МПа и граниты –  $\sigma_{рас} = 8–12$  МПа и  $\tau_{сц} < 50$  МПа). Коэффициенты трения ( $f_{мп}$ ) исследуемых минералов-заполнителей приведены в табл. 2 [6].

**Значение коэффициентов трения минералов-заполнителей**

Минерал-заполнитель	Коэффициент трения, $f_{mp}$
Кварц	0,35
Хлорит	0,18
Карбонат	0,23
Полевой шпат	0,20

Расчлененность пород трещинами вдоль линии разрыва (сдвига) имеет исключительное значение при определении прочности на разрыв (сдвиг) при отбойке пород и оформлении контуров выработок расширяющимися составами. На поверхности разрыва, нарушенной трещинами, сцепление незначительно и сопротивление материала разрыву заключается в трении на поверхностях трещин. В этом случае сцепление пород в массиве ( $\tau_{сц}^m$ , МПа) можно определять по формуле [1]:

$$\tau_{сц}^m = \frac{\sum S_m}{S} \tau_{сц}^o + \frac{\sum S_{mp}}{S} \tau_{сц}^{mp}, \quad (2)$$

где  $\sum S_m$  и  $\sum S_{mp}$  – соответственно, суммарная площадь разрыва по сплошной породе (межтрещинным участком) и трещинами, м<sup>2</sup>;

$\tau_{сц}^o$  и  $\tau_{сц}^{mp}$  – сцепление пород, соответственно, в куске (образце) и по трещине, МПа;

$S$  – общая площадь разрыва, м<sup>2</sup>.

В этом случае коэффициент структурного ослабления

$$K_{осл} = \frac{\tau_{сц}^m}{\tau_{сц}^o}. \quad (3)$$

Коэффициент ослабления зависит не только от характера трещиноватости, но и от прочности пород (табл.3).

**Значение коэффициентов структурного ослабления**

Порода	Средняя прочность пород на одноосное сжатие, $\sigma_{сж}^o$ , МПа	Размер структурного блока, $b$ , м	Коэффициент структурного ослабления, $K_{осл}$
Порфириты	65	1,0x0,6	0,29–0,32
Окварцованные сланцы	58	0,4x0,4	0,24–0,28
Граниты	95	1,2x1,0	0,37–0,46
Алевриты	105	0,9x0,4	0,39–0,48



Пример: для условий Джимионского месторождения (породы – окварцованные сланцы) при площади межтрещинных участков составляют до 40 %, а трещин – 60 %. Тогда по формулам (2, 3) коэффициент структурного ослабления  $K_{осл} = 0,32$ , а сцепление пород в массиве почти на 42 % меньше сцепления пород в образце.

По данным натурных испытаний в горизонтальных выработках, предложены следующие эмпирические зависимости определения коэффициентов ослабления от прочности пород Садонского месторождения:

$$\text{–окварцованные сланцы } K_{осл} = 0,29 + 0,00046 \sigma_{сж}^o, \quad (4)$$

$$\text{–граниты и алевролиты } K_{осл} = 0,328 + 0,00086 \sigma_{сж}^o. \quad (5)$$

Нарушенность горного массива трещинами сказывается и на его упругие свойства. С увеличением трещиноватости упругость пород снижается. По данным многих исследований [7] упругость трещиноватого горного массива меньше модуля упругости образца горной породы примерно в 5–15 раз и зависит от размеров участков массива, ограниченных трещинами.

**Заключение.** Изучение закономерностей трещиноватости позволило обосновать и конкретизировать представление о блочной структуре массивов скальных пород Архоно-Джимионского месторождения. Крупноблоковые трещины способствуют понижению степени устойчивости массива при обнажении на больших пролетах и развитию сдвижений, а мелкоблоковые – играют роль локального проявления горного давления, возникновение заколов и отслоений пород.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Галаев Н. З.* Управление состоянием массива горных пород при подземной разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1990.
2. *Рац М. В.* Неоднородность горных пород и их физических свойств. М.: Наука, 1968.
3. *Лаврененков А. П., Кабисов Л. И.* Отчет о поисково-оценочных работ на участке Бозанг Джимионского месторождения за 1989-1986 гг. ССЦКа, п. Мизур. 1994.
4. *Рац М. В., Чернышев С. Н.* Трещиноватость и свойства трещиноватости горных пород. М.: Недра, 1970.
5. *Ржевский В. В., Новик Г. Я.* Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978.
6. *Барон Л. И.* Характеристики трения горных пород. М.: Наука, 1967.
7. *Ямицков В. С.* Методы и средства исследования и контроля горных пород и процессов. М.: Недра, 1982.



**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОД  
И СТЕПЕНИ ИХ НАРУШЕННОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ**

*Приводятся основные физико-механические характеристики пород Джими-донского месторождения и зоны их нарушенности на незначительной глубине, полученные в лабораторных и шахтных условиях ультразвуковым методом.*

Наиболее распространенными методами определения физико-механических свойств горных пород являются механические. Однако с их помощью невозможно определять такие характеристики, как упрочнение, разупрочнение, повышение прочности и ряд других, необходимых при расчетах устойчивости горных выработок [1]. В связи с этим возникла необходимость применения для определения свойств горных пород на незначительной глубине Джимидонского месторождения Садоного рудоуправления неразрушающего метода испытаний упругих характеристик, трещиноватости, оценки пористости, пустотности и других параметров современного ультразвукового метода [2], в основе которого лежат процессы волнового движения. Основные характеристики волнового движения имеют вполне определенную связь с физико-механическими свойствами пород, в которых распространяются волны. На основании этого были приведены исследования по установлению количественных взаимосвязей между параметрами волнового движения и прочностными показателями пород Джимидонского месторождения.

В качестве характеристик физико-механических свойств пород при ультразвуковом методе используется скорость волнового движения. Определить скорость распространения волн в массиве пород при наличии современной аппаратуры намного проще и достовернее, так как в одном и том же пикете можно выполнить целую серию наблюдений. По изменению величины скорости распространения продольных волн судят о степени нарушенности массива, выявляются ослабленные участки, которые необходимо крепить и т.д.

При прогнозировании устойчивости пород необходимо знать состояние массива горных пород в законтурной части. На основании измерений скоростей распространения волн в образцах исследуемых пород установлена зависимость акустической жесткости ( $\rho_n V_{pn}$ ) от скорости продольных волн для пород Джимидонского месторождения (окварцованных сланцев и гранитов) (рис. 1).

Для окварцованных сланцев и гранитов установлена корреляционная связь (в пределах 0,75 – 0,84) между акустической жесткостью и механической прочностью горных пород на сжатие (рис. 2).

В свою очередь, предельные напряжения на сжатие взаимосвязаны со сцеплением, которое выражается эмпирической зависимостью [3]:

для сланцев  $C_{сл} = (1,22 - 1,41)\sigma_{сж} \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi/2)$ ;  
 для гранитов  $C_{гр} = (1,39 - 1,40)\sigma_{сж} \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi/2)$ . (1)

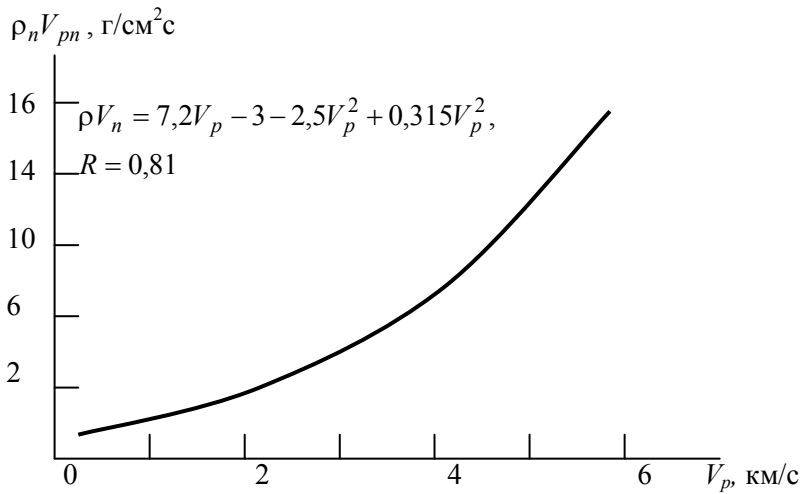


Рис. 1. График изменения акустической жесткости от скорости распространения продольной волны.

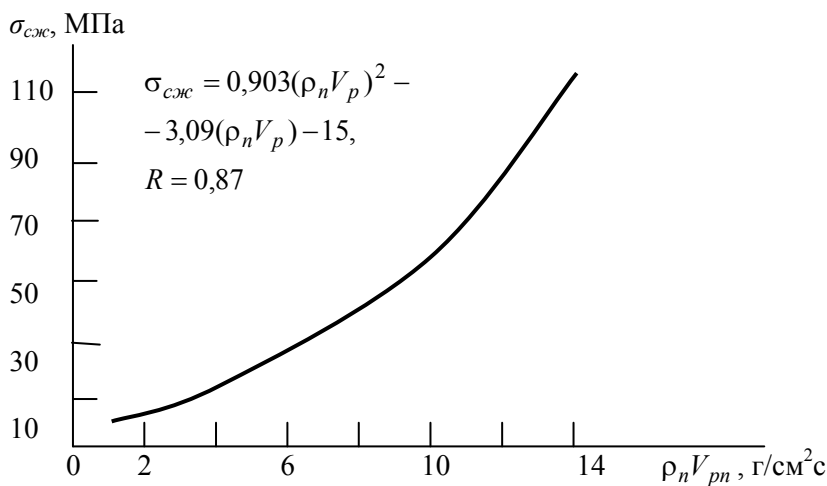
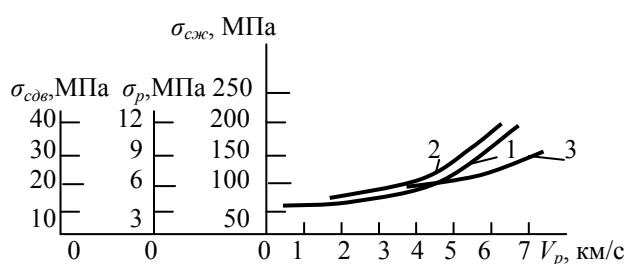


Рис. 2. Зависимость прочности пород Джимидонского месторождения от их акустической жесткости.

Были проведены исследования прочностных свойств пород при изменении скорости продольных волн. На рис.3 показано изменение скорости распространения продольной волны в зависимости от прочностных свойств (на сжатие, на растяжение и сдвиг) пород Джимидонского месторождения.



1.  $\sigma_{сж} = (0,6 - 0,23V_p + 0,03V_p^2) \cdot 10^2, \text{ МПа}, R_1 = 0,86;$
2.  $\sigma_p = (0,07V_p - 0,03 - 0,02V_p^2 + 0,002V_p^3) \cdot 10^2, \text{ МПа}, R_2 = 0,92;$
3.  $\sigma_{сдв} = (0,85 - 0,33V_p + 0,04V_p^2) \cdot 10^2, \text{ МПа}, R_3 = 0,79.$

Рис. 3. Зависимость скорости распространения продольной волны от предела прочности пород на сжатие (1), растяжение (2) и сдвиг (3).

Из рис. 3. видно, что рост скорости распространения продольных волн у исследуемых пород возрастает с увеличением прочности. Разброс значений составляет от 20 и более процентов из-за наличия трещин и пор.

Измерениями установлено, что скорость распространения волн в одной и той же породе на разных глубинах неодинаковы: чем больше глубина, тем выше скорость продольной волны. На верхних горизонтах (шт.4) она составляет 2500–2700 м/с, а на глубине от поверхности до 200 м скорость распространения волн резко увеличивается и приближается к скорости в образце (4700–5600 м/с).

Установлена эмпирическая зависимость изменения разницы в скоростях прохождения волн напряжений между образцами ( $V_p^K$ ) и массивом ( $V_p^M$ ) и зависит от структурных особенностей, в частности, от интенсивности трещиноватости. Чем меньше расстояние между трещинами и размеры структурных блоков, тем более разница в величине скорости в массиве и образце испытываемых пород, т.е.

$$\delta = (V_p^K - V_p^M). \quad (2)$$

Другим показателем, характеризующим прочностные и деформационные свойства пород, является объемная плотность трещиноватости ( $T$ , шт/м<sup>2</sup>) [4]

$$T = \frac{S}{V} \sum_{k=1}^n \Gamma_k, \quad (3)$$

где  $V$  – объем исследуемого участка поверхности, м<sup>3</sup>;

$S$  – площадь половины поверхности стенок трещины, м<sup>2</sup>;

$\Gamma_k$  – густота трещин (количество трещин, приходящихся на единицу длины к их плотности), шт/м;

$$\Gamma_k = \frac{\Pi}{L}, \quad (4)$$

где  $\Pi$  – число трещин в рассматриваемом участке массива, шт;

$L$  – длина нормали, м.

Измерив скорость распространения волн в массиве пород и в образце, пользуясь зависимостью (2) и (4), находят объемную плотность трещиноватости ( $T$ ). По полученной взаимосвязи между объемной плотностью ( $T$ ) в массиве, скоростью распространения волн и изменением интенсивности величины сцепления от количества и размеров структурных блоков, устанавливают величину сцепления ( $C_p^M$ ) и предел прочности на сжатие ( $\sigma_{сж}^M$ ) на любом участке исследуемого массива горных пород. На основании замеров [3] установлена зависимость между сцеплением породы в куске ( $C_n^K$ ) и сцеплением между структурными блоками ( $C_n^{\bar{bl}}$ ):

$$C_n^{\bar{bl}} = \frac{C_n^K \cdot 1,56}{1780}. \quad (5)$$

Зная сцепление в массиве горных пород, можно рассчитать по (1) величину предела прочности на сжатие. Кроме указанных характеристик определяют и упругие характеристики [5]: модуль упругости ( $E$ ); модуль сдвига ( $G$ ); коэффициент Ламе и коэффициент Пуассона ( $\mu$ ).

Между величиной поперечной и продольной волны установлены эмпирические зависимости для пород Джимидонского месторождения:

для окварцованных сланцев  $V_S = 0,553V_{np} \cdot 0,98$ ;

для гранитов  $V_S = 0,602V_{np} \cdot 0,98$ . (6)

На рис.4 показана зависимость изменения скорости поперечных волн от продольных.

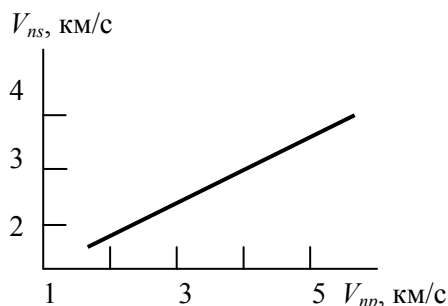


Рис. 4. Зависимость изменения скорости поперечных волн от продольных.

**Заключение.** Выполненные исследования определения основных прочностных параметров пород Джимидонского месторождения на незначительной глубине ультразвуковым методом, показали его эффективность и качественные преимущества. Малая трудоемкость и большая точность их определения в шахтных и лабораторных условиях на любой глубине – основные преимущества над механическими методами. По выполненным измерениям можно микрорайонировать массив с выявлением ослабленных участков, предвидеть состояние массива горных пород в законтурной части и обеспечить устойчивость выработки в целом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Г. В., Улыбин В. П., Сидоров Н. И., Губанов С. В. К вопросу применения сейсмического метода для определения прочностных характеристик массива горных пород и степени его нарушенности // Физ.-техн. пробл. разр. полез. ископ. №1, 1968.
2. Пустобриков В.Н., Дзагоев Л.М., Басиев К.Д., Джигкаев Х.М. Определение упругих констант горных пород в лаборатории и непосредственно в массиве // МАНЭБ.-Санкт-Петербург.: т.10, №8, 2005.
3. Туринцев Ю.И. Прочность скальных пород в массиве // Изв. вузов. Горн. ж., 1966, №7.
4. Роза С.А. Зависимость деформаций скального основания от его трещин // Гидротехническое строительство, 1962, №9.
5. Турчанинов И.А., Медведев Р.В., Панин В.И. Современные методы комплексного определения физических свойств горных пород. Л.: Недра, 1967.



УДК 274.5

*Д-р техн. наук, проф. ГОЛИК В. И.*

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПОВТОРНОЙ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САДОНА

Садонский полиметаллический пояс, расположенный между Скалистым и Боковым хребтами Большого Кавказа, объединяет более 150 полиметаллических месторождений и рудопроявлений. До 1945 г. разрабатывалось только собственно Садонское месторождение. В период интенсивной добычи потеряно до 2 млн т руды, более 50 тыс. т свинца и более 70 тыс. т цинка (табл. 1), в результате чего сформированы новые техногенные месторождения.

Т а б л и ц а 1

#### Потери руды и металлов

Месторождение	Площадь, тыс. м <sup>2</sup>	Потери руды, тыс. т	Потери металлов <sup>1</sup>	
			свинец	цинк
Садонское	1437	143	5,5/36	6,5/56
Згидское	440	337	4,5/15	1,4/4
Холстинское	255	597	0,5/3	0,7/4
Архонское	80	139	1,6/2	4,2/6
Левобережное	5	12	1/0,1	2,6/0,3
Всего	2228	1956	2,6/52	3,6/72

<sup>1</sup>В числителе – содержание металлов в руде, %; в знаменателе – количество металлов, т.

В техногенных месторождениях локализованы руды различных этапов эксплуатации, различающиеся подвижностью при выпуске:

цементированные продуктами природного выщелачивания и требующие вторичного разрушения;

глинизированные и упрочненные процессами катаморфизма (до 70 % по объему);

мобильные и истекающие под влиянием гравитации.

Часть запасов техногенных месторождений образована в то время, когда добывали только галенит, а цинковые руды отсортировывали как не подлежащие переработке. Суммарное содержание металлов в таких рудах достигало до 20 %.

Повторная разработка техногенных месторождений активизировалась в 1942–58 г. на верхних горизонтах Згида. Выпуск потерянных руд был экономически эффективнее отработки коренных руд. Подвижность руды была достаточной для эффективного выпуска, так как эти запасы относятся к временам бурения без промывки водой, а приток воды в выработки был мал. За эти годы было добыто 93 тыс. т закладки с суммарным содержанием свинца и цинка 12 %.

В 1958–1966 гг. добыто 110 тыс. т руды, в которой при содержании свинца и цинка, соответственно, 1,35 и 2,2 % было 1,5 тыс. т свинца и 2,4 тыс. т цинка. С 1967 г. добыто 2500 тыс. т техногенных руд, 23 тыс. т свинца и 35 тыс. т цинка при содержании свинца 0,9 % и цинка 1,4 %. При производственной мощности Садонского рудника 140 тыс. т/год потерянных руд достаточно, чтобы рудник работал еще более 20 лет.

Технология выпуска руд совершенствовалась в зависимости от возможностей применяемой техники.

1. Из штолен или штреков на уровне откаточного горизонта к местам локализации металлоносной закладки проходили квершлаг, в которых закладку грузили в вагоны. Из квершлага могли выпустить до 4,5–5,0 тыс. т руды, на что уходило 5–6 мес. Одиночные квершлаг, разбросанные в пределах месторождения, не обеспечивали выпуска руды в требуемых объемах.

2. Из действующей выработки на уровне откаточного горизонта к закладке проходили квершлаг. В 10–15 м от рудных блоков его разветвляли на 3–5 подходов. Сокращались затраты времени на обмен груженых вагонов на порожние, так как соседние подходы могли быть использованы в качестве «разминовок». На один квершлаг можно было выпустить руду из блока длиной от 45 до 75 м.

3. В породах лежачего бока на расстоянии 4–5 м от металлоносной закладки проходили полевой штрек, а из него через 10–12 м друг от друга – погрузочные заезды.

4. Основной откаточный штрек проходили в породах висячего бока на расстоянии 20 м от блоков. Через 60 м по простиранию из штрека проходили орты-заезды с углублением на 10 м в породы лежачего бока. Из ортов-заездов со стороны лежачего бока проходили штрек, а из него 8 м друг от друга – орты для выпуска закладки. Блок разделяли на два подэтажа: верхний и нижний. Руду верхнего подэтажа доставляли до рудоспусков по подэтажному штреку. Производительность труда на выпуске закладки достигала 30 т/смену, а объем проходческих работ составлял  $60 \text{ м}^3 / 1000 \text{ т}$ .

Технологии добычи потерянных руд из техногенных месторождений отличаются повышенной опасностью из-за нарушения геомеханической стабильности природных и техногенных массивов. Косвенным показателем геомеханической нестабильности считается величина разубоживания руд породой, которая отслаивается от массива при критических напряжениях.

Варианты выпуска руды различаются величиной примешиваемых пород или разубоживанием. Для уменьшения разубоживания руды применяют

закрепление обрушенных пород вяжущими материалами, канатные, деревоканатные, вантовые и другие несущих и разделяющих перекрытий, искусственную кровлю, сочетающую элементы сплошной несущей или «облегченной» потолочины (табл.2).

Т а б л и ц а 2

**Типизация способов повышения качества выпускаемых руд**

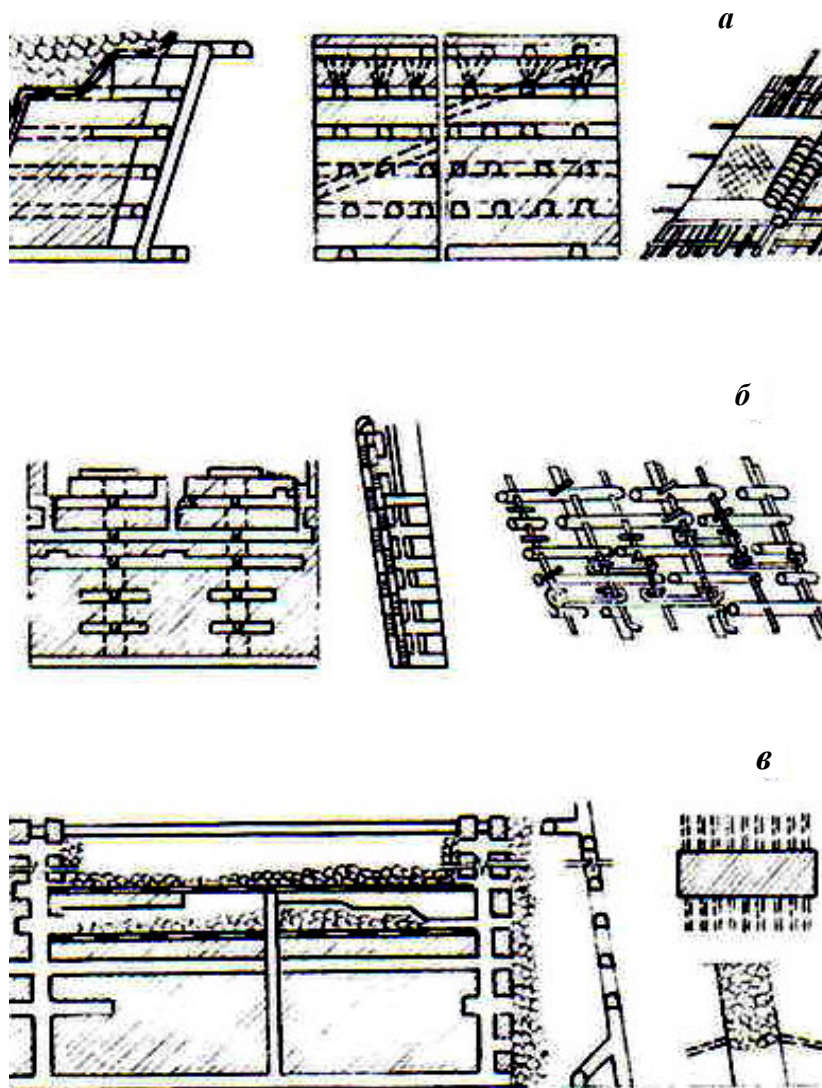
Тип	Признак	Условия применения
Вяжущее вещество	Вяжущая способность закрепителя По времени создания конструкции	Массив с достаточной проницаемостью без глинистых включений
Перекрытие	Выполняемая функция Основной и вспомогательный материал Конструктивные особенности	Однородный разрушенный массив с достаточной мобильностью перемещения
Потолочина	Выполняемая функция Основной и вспомогательный материал Конструктивные особенности	Комбинированный по дискретности массив скальных пород с включениями прочных пород

Перекрытие представляет собой искусственно созданную систему, которая предотвращает смешивание выпускаемой руды с движущейся вслед за ней разубоживающей массой. Несущие перекрытия удерживают налегающие породы во время выпуска руды под ними. Разделяющие перекрытия смещаются вместе с рудой, не допуская смещения ее с налегающими породами. Вариантом несущего перекрытия является вантовое перекрытие, которое создается стационарной системой несущих элементов, например, стальных канатов и вмещающих пород (рисунок).

Сплошная потолочина представляет собой конструкцию из элементов не отбитой руды, породных включений, твердеющих закладочных смесей и крепежных материалов, объединенных в единую систему, например, созданную в процессе химического выщелачивания вследствие кольматации пород мобильными минералами. Прочность сплошной несущей железобетонной потолочкины определяется размерами зоны сдвижения. Потолочина сооружается выемкой руд системой горизонтальных слоев с твердеющей закладкой. Выработки в пределах упрочняемого массива заполняют твердеющей закладкой. Для объединения элементов перекрытия в заходках и искусственной кровле устанавливают железобетонные штанги. Такие перекрытия эффективны при отработке приповерхностных участков месторождений, где использование традиционной технологии опасно и экономически нерентабельно.

Гибкие перекрытия оградительно-несущего типа перемещаются по сложной траектории: по вертикали под давлением налегающих обрушенных пород и по горизонтали от висячего бока к лежащему боку. Жесткость перекрытия не должна позволять зазору между перекрытием и висячим боком пород увеличиваться и в то же время обеспечит его подвижность. Такие перекрытия освоены при отработке урановых месторождений и Донского месторождения хромитов (Казахстан).





Типы перекрытий: *а* – гибкое несущее канатно–металлическое; *б* – деревоканатное разделяющее; *в* – вантовое.

Разделяющее деревоканатное перекрытие содержит нижний слой из несущих канатов, скрепленных стяжками, и верхний слой из деревянных чураков, нанизанных на канаты и скрепленных между собой металлическими стрелянками.

Основную нагрузку несут канаты, а часть ее – канаты, соединяющие чураки и металлические ленты. При мощности рудного тела, большей ширины выработки гибкое перекрытие монтируется в двух или нескольких, рядом расположенных выработках.

Блок делится на две части, каждая из которых подготавливается своими восстающими выработками и рудоспуском. Погрузку руды производят через торец погрузочной выработки.

Использование деревоканатных перекрытий при отработке месторождения «Заозерное» (Казахстан) позволило уменьшить разубоживание в три раза по сравнению с показателем базового варианта. Основная часть руды (80 %) выпущена с разубоживанием 5–15 %, в то время, как при базовом варианте этот показатель был лишь 15 %.

Вантовое перекрытие монтируется на штреке скреперования вышележащего блока на каждом подэтаже. Отработка нижележащего подэтажа начинается после обрушения перекрытия вышележащего подэтажа. В выработке на высоте 0,2–0,4 м от почвы бурят шпурсы диаметром 45–56 мм и глубиной 1,5–3,0 м, в которые с использованием цементного раствора заделывают канаты. На канатные растяжки укладывают деревянный настил или сплетенную из канатов сетку с ячейкой 0,5×0,5 м.

На месторождении «Заозерное» при использовании вантовых перекрытий 40 % руды добыли с разубоживанием до 15 %, а общее разубоживание составило 27 %.

При повторной разработке техногенных месторождений разубоживание является интегральным критерием, определяющим экономическую эффективность вариантов добычи руд при комбинированном воздействии природных и технологических факторов. Уменьшение ущерба от разубоживания закладки налегающими и боковыми породами компенсирует увеличение затрат на добычу за счет применения даже дорогостоящего комбинированного перекрытия. При использовании дешевых деревоканатных и вантовых перекрытий эффективность возрастает еще более.

При использовании вариантов с перекрытиями большую часть прибыли обеспечивает уменьшение разубоживания в управляемом геомеханическом режиме.

В условиях рынка и промышленного кризиса разработка техногенных месторождений с минимизацией затрат на переработку за счет повышения качества при добыче является одним из немногих резервов обеспечения жизнедеятельности горных предприятий, оказавшихся в сложных экономических условиях.



УДК 622

*Д-р техн. наук, проф. ГОЛИК В. И.,  
канд. техн. наук АГУЗАРОВ Т. А., асп. МЕЛЬКОВ Д. А.*

### **РЕТРОСПЕКТИВА ГОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ РУД В ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ**

Горное дело активно воздействует на окружающую среду около 10 тыс. лет. Масштабы его влияния определяются возможностями технологий и количеством извлеченных из недр минералов.

Открытые разработки начались собиранием и приданием режущей формы кремню, который в течение миллионов лет был источником огня и сырьем для орудий труда и оружия. Каменный век около 5 тыс. лет назад уступил место бронзовому, 2,5 тыс. лет назад – железному и в наше время – атомному.

Подземная добыча металлов известна человеку примерно 10-15 тыс. лет. Рудники с четко выраженной технологией работ эксплуатировались в эпоху фараонов около уже 3 тыс. лет до н.э. Дальнейшее развитие открытой и подземной добычи связано с добычей золотых и серебряных руд в Египте, Китае, Индии, Америке, Ближнем Востоке, Европе. Так, на Лаврийских рудниках уже 3 тыс. лет разрабатывали карьеры глубиной до 120 м с диаметром поверху до 50 м. При этом число рядом расположенных шахт доходило до 1000.

В середине прошлого века глубина шахт уже достигала 300 м. Так, в окрестностях горняцкого города Европы в XV в. в эксплуатации находились одновременно 144 штольни общей длиной 222 км, 250 забоев с системой вентиляции и механизированного водоотлива.

В настоящее время рудничные поля достигают десятки километров по простиранию и восстанию, а их горизонты достигают глубины 5 км (Индия, ЮАР). Суммарная длина горных выработок среднего рудника составляет 150–200 км.

Современные технологии добычи принципиально не отличаются от освоенных человечеством ранее. Исключения составляют молодые специальные способы добычи, основанные на растворении нужного компонента и выдаче его на земную поверхность. Эти способы получили развитие во второй половине прошлого столетия при добыче меди, золота, урана, молибдена, серебра и других элементов. Уже в ближайшей перспективе такими технологиями предполагается добывать более половины урана России.

Открытые разработки угля начались после нашествия гуннов на Европу в VIII–IX вв. н. э., а подземные – несколько столетий позже.

Технологии добычи полезных ископаемых различаются применяемыми орудиями производства, которые отражают технический уровень своего времени. В течение тысяч лет инструментом горняка была кирка из кремня и рога оленя. Ее сменили медные зубила. Около 5 тыс. лет назад с освоением в Испании олова на вооружении горняков появились бронзовые орудия, открытые металлургами Европы, Америки и Дальнего Востока скорее всего независимо друг от друга.

Бронза уступила место железным клиньям и кайлам. Хотя космическое железо было известно 4 тыс. лет до н. э., добыча земного железа стала доступной около 3 тыс. лет назад. Закаливанию поверхности железного инструмента резко увеличило его прочность. Мускульная сила горняка получила многократное усиление с помощью тепловой энергии.

Последствия загрязнения окружающей среды продуктами горного дела иллюстрируются практикой РСО-Алания. По содержанию тяжелых металлов в окрестностях ОАО "Электроцинк" (г. Владикавказ) контур суммарного "опасного" загрязнения занимает площадь в 70 км<sup>2</sup>, "высоко опасного" – 15 км<sup>2</sup> и "очень высокого и чрезвычайно опасного" – 5 км<sup>2</sup>, и только в радиусе 10–12 км от города снижается до допустимого уровня. Влияние завода испытывает биосфера регионов Кавказа, расположенных по течению Терека, и страны Каспия.

В г. Владикавказе с 1987 по 1997 гг. показатель рождаемости на 1000 населения снизился с 20 до 10, а показатель смертности увеличился с 8 до 12.

Отношение содержания металлов в почве к фоновому для меди достигает 4, для свинца – 7, кадмия – 2,6. Особенно загрязнен пахотный горизонт в прилегающем к Садонским месторождениям Алагирском районе. В почве поселка Унал, вблизи которого расположено хранилище отходов обогащения садонских руд, показатель загрязненности достигает величины 34.

Приобретающие в результате горных работ мобильность тяжелые металлы легко накапливаются в почвах, но трудно выводятся. Периоды естественного выведения из почвы кадмия – 100 лет, цинка – 500, меди – 1500, свинца – несколько тысяч лет. Аналогично воздействует на бассейн р. Кубань разработка месторождений урупской группы, а на бассейн р. Терек – разработка месторождений тырнаузской группы. Воздействие горного дела на литосферу со временем охватывает все большую площадь земной поверхности. Глубина строительных котлованов достигает 100 м, тоннелей 2000–2500 м, горных разработок – 4000 м. Антропогенное воздействие обуславливает развитие принципиально новых технологических процессов, изменяющих состояние недр (промышленные атомные взрывы).

Вовлечение в переработку полезных ископаемых предполагает выход в хвосты от 30–40 до 99,9 % добытой горной массы. И если расширение площадей хвостохранилищ приводит к нарушению растительного и почвенного покрова, то увеличение их высоты создает благоприятные условия для образования пыли и загрязнения биосферы на протяжении сотни километров. Под породные отвалы занято 0,1 га площади земли на 1000 т сырья.

Технологии разрушения литосферы претерпели многовековую эволюцию. Вплоть до XIX в. древние горняки в качестве основного способа разрушения пород применяли пожар (рис.1).

Эффект нагревания руд усиливали быстрым охлаждением раскаленных пород холодной водой и забиванием железных клиньев. В XVII в. для разрушения массива применен вначале малоэффективный черный порох, а в XVIII в. – динамит на основе нитроглицерина.

Существует корреляция между масштабами горных работ, объемами складированных пород и силой горного давления. В 1978–1990 гг. только на рудниках ПО «Апатит», произошло свыше 20 горных ударов. Сила удара, который классифицирован как техногенное землетрясение, достигала 6 баллов.

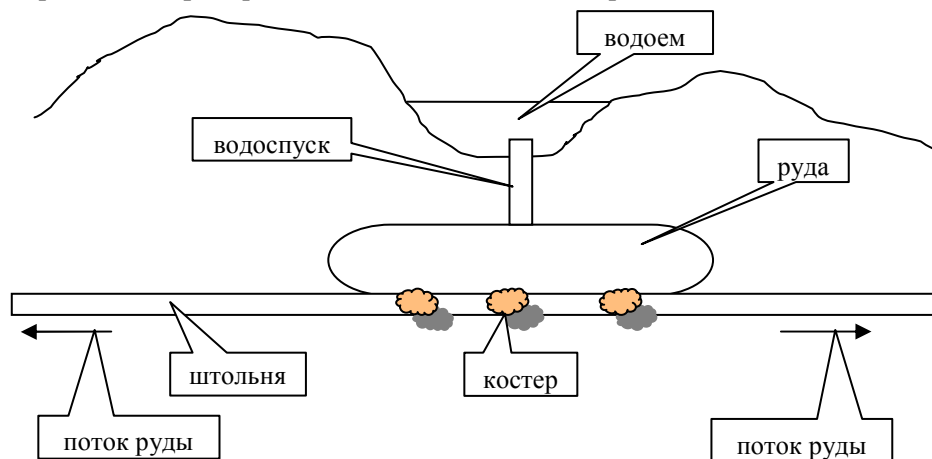


Рис. 1. Схема добычи руд с разрушением массива воздействием тепла и воды.

Садонские месторождения расположены в зоне повышенной активности. В их недрах образовано до 5 млн м<sup>3</sup> незаполненных пустот, которые не только реагируют на изменения геодинамической и сейсмической ситуации в регионе, но и сами оказывают влияние на окрестности. Существует гипотеза о влиянии крупных подвижек в недрах Садона на поведение окрестных ледников, например, последний сход ледника Колка.

Сберегающие литосферу технологии современности основаны на принципе сохранения земной поверхности посредством геомеханической сбалансированности массива не только в период выемки руд, но и спустя любое время по окончанию работ.

Природоохранная сущность новых технологий современности состоит в закладке пустот твердеющими смесями (рис.2) и хвостами выщелачивания металлов из руд на месте залегания (рис.3).

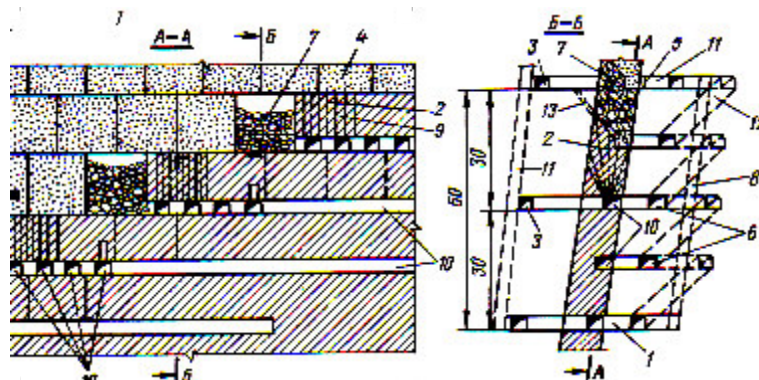


Рис. 2. Подэтажная система разработки со сплошной выемкой и закладкой твердеющими смесями: 1 – доставочные орты; 2 – скважины; 3 – закладочно-вентиляционные штреки; 4 – закладка; 5 – изолирующие перемычки; 7 – отбитая руда; 8 – рудоспуски; 9 – отрезной восстающий; 10 – доставочно-буровые штреки; 11 – закладочно-вентиляционные восстающие; 12 – наклонный съезд; 13 – закладочные скважины.

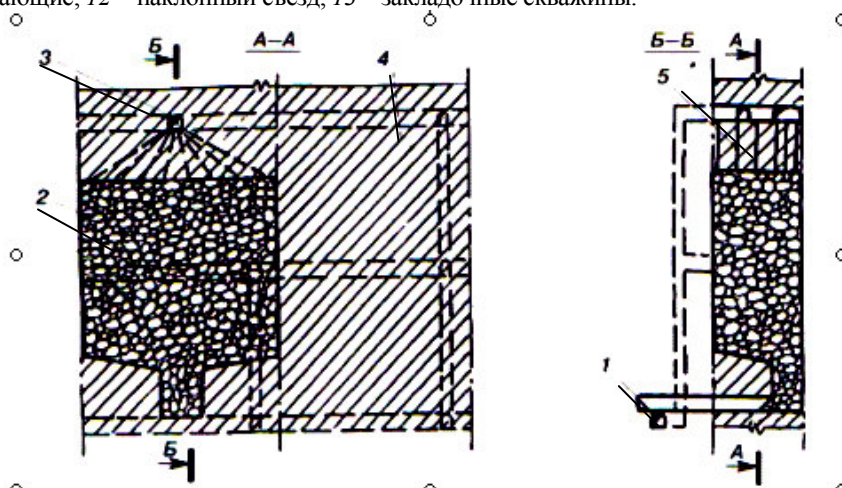


Рис. 3. Система разработки с выщелачиванием руды: 1 – выработки для сбора растворов; 2 – магазинированная руда; 3 – выработки для подачи растворов; 4 – рудное тело; 5 – скважины для подачи растворов.

К середине прошлого века выживание окружающей среды в условиях агрессии горного дела превратилось в глобальную проблему. Вопросы защиты окружающей среды от негативного влияния горных технологий стали государственным делом и частью межгосударственных отношений. Увеличивается разрыв между декларируемыми представлениями о природоохранных мерах, связанных с производством минерального сырья в регионах (например, в Южном федеральном округе) и действительностью. ЮФО обладает большими запасами минеральных ресурсов. Его минеральная позиция формируется двумя комплексами: полиметаллы и нефть. В ЮФО сосредоточены запасы, % от российских: до 7 – газа, около 2 – нефти, 3 – меди, по 2 – цинка, золота, серебра, свинца, 15 – мергеля, около 4 – вольфрама, 30 – минеральных вод и 73 – термальных вод.

Площадь угленосного Восточного Донбасса составляет 70 тыс. км<sup>2</sup>, или 2/3 площади Ростовской области. Запасы углей до глубины 1500 м оцениваются в 10 млрд т, в т. ч. 70 % – антрациты и полуантрациты.

Значительны ресурсы рудных месторождений: вольфрамово-молибденовых руд: Тырнаузское (Кабардино-Балкария), Ктитебердинское (Карачаево-Черкесия), Садонское (Северная Осетия) месторождение свинцово-цинковых руд, Урупское (Карачаево-Черкесия), Худесское и Кизил-Дере (Дагестан) месторождения медных руд. Крупными запасами ртути располагают Краснодарский край и РСО–Алания. Перспективны на ртуть недра Дагестана. В Кабардино-Балкарии возможны добыча золота и висмута. Месторождение Ростовской области способно давать до 1 т высокопробного рудного золота в год. В верховьях р. Малки разрабатываются железные руды высокого качества. Ростовскую область пересекает южное продолжение Курской магнитной аномалии.

Освоение ресурсов ЮФО может быть обеспечено в ходе реализации природоохранной концепции эксплуатации природных ресурсов:

- придание недрам статуса общенационального достояния;
- использование минерального потенциала с учетом интересов регионов, используя опыт, например, Ханты– Мансийского округа, где за добычу нефти и газа население получает ренту;
- государственная поддержка горных регионов;
- разработка теории эксплуатации ресурсов с учетом интересов региона;
- обеспечение гарантий сохранения традиционных систем природопользования, культурного и природного наследия.

От успеха реализации концепции зависят экономические, социальные и экологические показатели жизнедеятельности ЮФО. Использование природоохранных технологий даже в условиях дефицита инвестиций может быть экономически оправданным.

Вопросы внедрения результатов фундаментальных научных исследований в практику, разработки стратегии эксплуатации усложнились влиянием новых факторов: глобализация экономики, климатические изменения, демографический взрыв, изменение географии стран. Проблемы добычи полезных ископаемых в ЮФО требуют конверсии на основе гуманного отношения к природным ресурсам.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев А. Е., Голик В. И., Лобанов Д. П. Приоритетные пути развития горно-добывающего и перерабатывающего комплекса Северо-Кавказского региона /Под ред. акад. К.Н.Трубецкого. Владикавказ, 1998.
2. Голик В. И. Разработка месторождений полезных ископаемых (учебное пособие). Владикавказ. МАВР. 2006.
3. Голик В. И., Исмаилов Т.Т. Управление состоянием массивов (учебник). М.: МГГУ. 2005.
4. Исмаилов Т. Т., Голик В. И., Дольников Е. Б. Специальные способы разработки месторождений полезных ископаемых (учебник). Москва: МГТУ. 2006.



УДК 622

*Д-р техн. наук, проф. ГОЛИК В. И.,  
канд. техн. наук АГУЗАРОВ Т. А., асп. МЕЛЬКОВ Д. А.*

### **СНИЖЕНИЕ РИСКА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ УТИЛИЗАЦИЕЙ ОТХОДОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ С ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕМ МЕТАЛЛОВ**

*Разработка месторождений в скальных массивах сопровождается их реакцией в виде сейсмического отклика на техногенное изменение естественного поля напряжений. Минимизация риска возникновения катастрофических геодинамических явлений в литосфере реализуется заполнением техногенных пустот твердеющими смесями на основе доступных отходов горного производства после извлечения из них металлов и сернистых соединений. Активация отходов обеспечивает извлечение до 60 % остаточных металлов за счет комбинированием технологий механической активации в быстроходных аппаратах типа дезинтеграторов и электрохимических технологий. В работе уточнены теоретические основы ускоренного извлечения металлов из хвостов с комбинированным использованием технологий активации и выщелачивания.*

За 7–10 лет объем добычи минерального сырья в мире удваивается. Это обусловлено вовлечением в эксплуатацию все более бедных по содержанию полезных компонентов месторождений, а также месторождений со сложными условиями эксплуатации.

Нестабильность геомеханической системы при разработке месторождений сопровождается реакцией массивов на техногенное вмешательство. В условиях горных работ это может быть катастрофой, сравнимой с экстремальными природными явлениями. Под влиянием горных выработок происходят не только микроземлетрясения, но и сильные горные удары, например, в Хибинах и в Карагандинском угольном бассейне. Высокая чувствительность участков земной коры, находящихся в стабильно неустойчивом состоянии, проявляется в виде сейсмического отклика на техногенное воздействие, вызвавшее изменение естественного напряженного состояния.

К техногенным землетрясениям относят разрушительные Газлийские землетрясения в Узбекистане в 1976 и 1984 гг. Землетрясения произошли

через 15 лет после начала добычи и пространственно приурочены к нефтегазоносной залежи. Аналогичная ситуация имела место и на Сахалине, где в слабосейсмичном районе в 1995 г. в результате образования техногенных пустот произошло катастрофическое землетрясение.

Проблема техногенной сейсмичности стала весьма актуальной в связи с интенсивной разработкой нефтегазовых месторождений. Напряжения в земной коре возрастают, что подтверждает серия сильных землетрясений в котловине Каспийского моря и повышение уровня моря за 1978–89 гг. на 125 см.

Основной причиной техногенных катастроф при освоении недр является ослабление массива горных пород с выделением большого количества энергии. Такое разрушение происходит при резком переходе горных пород из устойчивого геомеханического состояния в неустойчивое. Оно сопровождается сильным сотрясением окружающих пород, внешне сходным с землетрясениями. Такие явления наблюдались, например, на шахтах Верхнесилезского бассейна в Польше, в восточной части Донбасса в России и ряде других угольных предприятий. Площадь разрушения горных выработок достигает 1–3 млн м<sup>2</sup>, а сейсмический эффект отмечается в радиусе нескольких сотен километров. Техногенное землетрясение на руднике им. Тельмана в ГДР было зарегистрировано сейсмическими станциями в Москве, Турции и Испании, а произошедшее на руднике "Киркланд-Лейк" (Канада) ощущалось на расстоянии более 900 км. В 1995 г. подобное явление произошло на Соликамском месторождении Урала.

Анализ катастроф, связанных с нарушением равновесия геологической среды, показывает, что они происходят там, где в верхних слоях литосферы накопилось много пустот. Чем сложнее условия, тем больше увеличивается разубоживание руды и объем отходов при добыче, обогащении и металлургическом переделе. Проблема хранения и утилизации отходов давно стала глобальной. Утилизировать отходы без извлечения содержащихся в них металлов нельзя, а технологий рентабельного извлечения металлов при малом их содержании практически нет.

Остаточное содержание металла, естественное выщелачивание которого ослабляет несущую способность строительных элементов, представляет опасность для ответственных конструкций. Ограничивающим область применения отходов обстоятельством является и наличие сернистых соединений в количестве от 0,04 до 0,06 %, что в перерасчете на будущее полное окисление сульфидов составляет 1,1–1,7 %.

Целью исследований для месторождений Северного Кавказа является определение возможности утилизации местных хвостов обогащения и металлургии для приготовления бетонов в строительстве и твердеющих смесей в горном производстве. Критерием корректности вариантов утилизации в зависимости от размера фракций служит прочность композитных материалов.

Руды садонских месторождений сортируются и обогащаются в тяжелых суспензиях. Хвосты обогащения составляют 25–50 % от объема переработки руд и характеризуются соотношением компонентов: крупнозернистые граниты – 40 %; порфириты – 30 %; песчаники – 20 %; жильный материал – 8 %; рудные минералы – 2 %. Содержание основных минералов в хвостах: пирит – 1,4 %; сфалерит – 0,6 %; галенит – 0,06 %; халькопирит – 0,05 %.



Единственной возможностью обеспечить корректность утилизации отходов предоставляют технологии выщелачивания металлов, в процессе которых металлы из отходов извлекаются физико-химическими методами.

Выщелачивание металлов известно с XVI в. Промышленное освоение его связано с добычей меди на руднике «Кананея» в Мексике (1924 г.) и на Урале (1930–1942 гг.). Выщелачивание в промышленных масштабах применяется для добычи цветных металлов в США, России, Франции, Японии, Австралии, ФРГ и других странах. Возможность применения этого метода определяется в основном минералогическим составом руды и составом породобразующих минералов.

Заслуживает внимания опыт выщелачивания окисленных свинцово-цинковых руд аммиаком в Ираке с извлечением окисленного цинка 92 %, свинца – 8 %.

Методы гидрометаллургии базируются на растворении полезного компонента активными реагентами. Эта концепция получила развитие в методах с выщелачиванием металлов, в которых отказались от свойственного обогащению и частично – гидрометаллургии тонкого измельчения руд, производя извлечение полезного компонента на месте естественного залегания.

Теоретические основы гидрометаллургии разработаны трудами И.Н. Плаксина, С.Б. Леонова, В.А. Чантурия и др. Наибольшие успехи достигнуты при выщелачивании меди, урана и золота. Вклад в теорию выщелачивания свинца и цинка из сульфидных руд внесли ученые СКГМИ: Остроушко И.А., Хулелидзе К.К., Городничев А.П., Кондратьев Ю.И., Келин В.Н., Ростованов С.Э. и др.

Участок выщелачивания отходов включает в себя штабель и установку по переработке продуктивных растворов (рис. 1). Производительность участка – 100–150 тыс. т в год. Частью технологии кучного выщелачивания из мелкофракционного сырья является его агломерация до – 30 + 15 мм. Для этого на 1 т сырья используют 5 кг цемента и 5 кг негашеной извести. Емкость и высота штабелей выщелачивания определяются условиями насыщения сырья инфильтрационными потоками реагента, временем его контакта с выщелачиваемым материалом и содержанием металла в выносимом растворе.

Расчет параметров орошения кучи базируется на закономерностях гидродинамики инфильтрационного процесса и корреляционных связях между расходом растворителя, падением градиента его концентрации и диаметром зоны смачивания. Параметры формирования инфильтрационной зоны и оценка насыщенности потока раствора определяются плотностью орошения, проницаемостью материала, параметрами факела единичного источника и показателем рассеивания потока.

Технология извлечения металлов из отходов обогащения и металлургии включает в себя классификацию и измельчение, а также собственно выщелачивание с переводом металлов в раствор и извлечение металлов из раствора.

В Норильском ГМК из хвостов обогащения, содержащих, г/т: платины 0,7; палладия 1,3; золота 0,06 и серебра 3,9; родия 0,05 получают продукт с содержанием, г/т: платины до 100, палладия 20, золота 25, серебра 90, родия 0,2. На Надеждинском заводе из хвостов обогащения, содержащих 0,5 г/т платиноидов, получают продукт с содержанием платиноидов 15 г/т при извлечении 8 %. На Башкирском медно-серебряном комбинате из металлур-

гических хвостов с содержанием, г/т: золота 1,2 и серебра 17,2 получают концентрат с содержанием, г/т: золота 37 и серебра 35 при извлечении 55 %. Из хвостов Новосибирского комбината, содержащих 0,1 % олова, получают концентрат с содержанием олова 27 % при извлечении 40 %. В объединении “Таджикзолото” из хвостов с содержанием золота 1 г/т получают концентрат с содержанием золота 77 г/т при извлечении 85 %. Из вольфрамово-содержащих отвалов Буруншивенского месторождения с содержанием триоксида вольфрама 0,1 % получают концентрат с содержанием 34 % при извлечении 80 %.

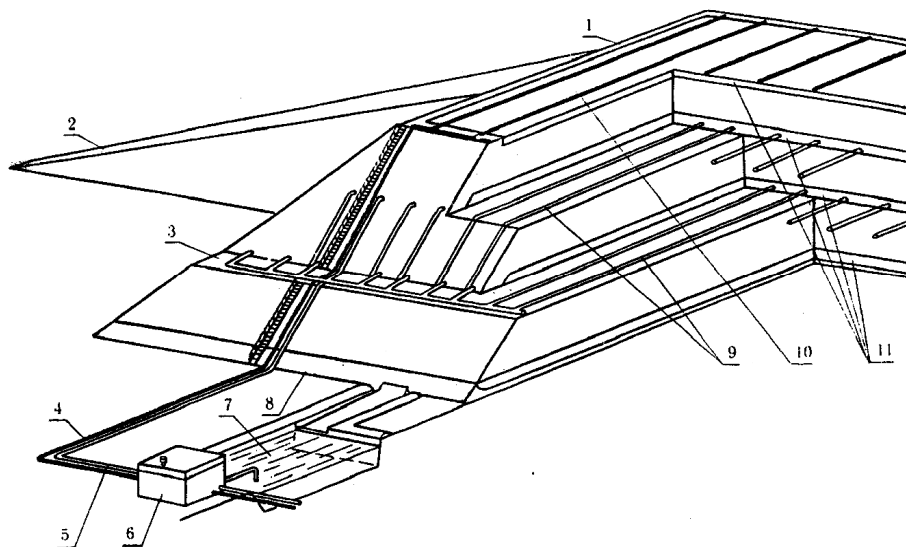


Рис. 1. Объект кучного выщелачивания: 1 – штабель; 2 – заезд; 3 – уступ; 4 – трубопровод рабочих растворов; 5 – трубопровод сжатого воздуха; 6 – насосная станция; 7 – зумпф продуктивных растворов; 8 – гидронепроницаемое основание; 9 – аэрационная система; 10 – оросительная система; 11 – слои из мелкозернистого материала.

Поверхность минеральных зерен хвостов покрыта пленками оксидов, толщина которых зависит от времени хранения. В процессе выщелачивания при взаимодействии сульфидов с кислотами образуются растворимые сульфаты с переводом в раствор меди, цинка, железа и т.д. При последующей нейтрализации растворов металлы выпадают в осадок.

В установке с электрохимическим умягчением и электродиализным обессоливанием с концентрированием растворов выщелачивания при некотором увеличении расхода электроэнергии показатели извлечения металлов существенно увеличиваются. В процессе используется эффект селективности ионитовых мембран, т.е. пропускание катионитовыми мембранами положительно заряженных ионов, а анионитовыми – отрицательно заряженных. В камеры обессоливания поступают растворы, а в камеры кислот и щелочей – чистая вода. Под действием электрического поля из камер обессоливания ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  поступают в камеры щелочи и кислоты, где соединяются с генерируемой биополярной мембраной ионами  $\text{OH}^-$  и  $\text{H}^+$ , образуя щелочь и кислоту.

Анолит с  $\text{pH} = 2$  и окислительно-восстановительным потенциалом 1100-1200 мВ аналогичен растворам кислот, а католит с  $\text{pH} 11,4$  – растворам щело-

чей. Целевой продукт процесса – металлы и соли, осажденные из раствора католиком.

Металлы переводят в раствор анолитом, а затем осаждают католиком. За 60 минут в раствор переведено, г: цинка – 140, свинца – 50, меди – 40, железа – 60 и около 30 г прочих металлов, что составило, соответственно, 61, 50, 30 и 30 %. Контрольные кубы бетона, изготовленные с прежним соотношением компонентов, но с активированной водой, в возрасте 28 дней, имели прочность 2,7 МПа.

Подготовка хвостов в механических активаторах обеспечивает раскрытие активности крупных частиц хвостов и повышение активности мелких на 20 % по сравнению с базовым значением. Тонкое измельчение создает аналогии вяжущих веществ, снижая расход цементов и их заменителей за счет прироста удельной поверхности от 40 до 150 %. В рабочий орган дезинтегратора добавляли электрохимически активированную воду, которая ускоренно переводила в раствор металлы в хвостах. Часть хвостов крупностью менее 20 мм добавляли к вяжущему, а остальные использовали как крупный инертный наполнитель. Испытания проб отмечают увеличение прочности кубов по сравнению с базовой на 10–15 %. Для исследования эффективности активации в дезинтеграторе в него загружали хвосты крупностью менее 20 мм. Установлено, что прочность бетонной смеси с хвостовой добавкой после активации в дезинтеграторе увеличилась.

Лучшее извлечение и максимальная прочность бетона получены в результате комбинированной активации хвостов в дезинтеграторе в присутствии анолита электрохимической переработки.

Особенность комбинированной активации заключается в том, что анолит электрохимической очистки (ЭХО) подается в рабочий орган дезинтегратора, где извлечение металлов в раствор происходит одновременно с разрушением кристаллов, а выщелачивающий раствор интенсивно запрессовывается в образующиеся трещины от деформации частиц хвостов (рис. 2).

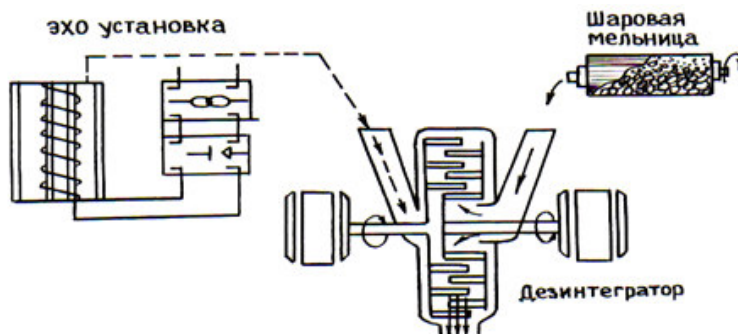


Рис. 2. Комплексирование методов активации отходов горного производства при их утилизации.

Соединение возможностей химических и механических активаторов при одинаковом соотношении цемента и хвостовой добавки, количестве воды, наполнителя, тонкости помола добавки увеличивает прочность композитных составов на 30–40 %.

## Выводы

1. Разработка месторождений в скальных массивах сопровождается их реакцией, сравнимой с экстремальными природными явлениями.
2. Чувствительность участков земной коры, приходящих в стабильно устойчивое состояние, проявляется в виде сейсмического отклика на техногенное изменение естественного поля напряжений.
3. Минимизация риска возникновения катастрофических геодинамических явлений в литосфере реализуется заполнением техногенных пустот твердеющими смесями.
4. Рентабельное применение технологий с закладкой пустот твердеющими смесями возможно при использовании дешевых и доступных местных отходов горного производства после извлечения из них металлов и сернистых соединений.
5. Активация отходов в присутствии анолита электрохимической обработки обеспечивает извлечение до 60 % остаточных металлов, что позволяет утилизировать хвосты в строительстве и горном деле.
6. Максимальный эффект утилизации достигается комбинированием технологий механической активации в быстроходных аппаратах типа дезинтеграторов и электрохимических технологий выщелачивания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Исмаилов Т. Т., Голик В. И., Дольников Е. Б.* Специальные способы разработки месторождений полезных ископаемых (учебник для вузов). М.: МГГУ. 2006.
2. *Воробьев А. Е., Голик В. И., Лобанов Д. П.* Приоритетные пути развития горно-добывающего и перерабатывающего комплекса Северо-Кавказского региона. Владикавказ: Рухс, 1998.
3. *Голик В.И.* Разработка месторождений полезных ископаемых (учебное пособие для вузов). Владикавказ: МАВР. 2006.



УДК 502.07

*Д-р техн. наук, проф. ГОЛИК В. И.,  
канд. техн. наук АГУЗАРОВ Т. А.*

## **ПРИРОДООХРАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ РЕСУРСОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОВЫШЕНИЕМ ИХ АКТИВНОСТИ**

*В районах интенсивной добычи полезных ископаемых экономические и экологические проблемы региона респондируют с проблемой сейсмической безопасности, реагируя на большое количество техногенных пустот в приземном участке литосферы. Радикальным средством управления геодинамикой комбинированных природных и техногенных сейсмических явлений является заполнение пустот твердеющими смесями на основе местных дешевых материалов, активность которых повышает*

ся в аппаратах – активаторах на 15-20 % по сравнению с базовой технологией. Сделан вывод, что твердеющие смеси на основе активированных отходов горного производства по прочности ненамного уступают смесям со стандартным цементом и пригодны для создания искусственных массивов в горных выработках.

Добыча руд металлов в мире превысила 150 млрд. т/год. Быстрый рост темпов добычи горно-рудного сырья обусловлен увеличивающимися потребностями в элементах, составляющих материальную основу цивилизации и вовлечением в эксплуатацию все более бедных месторождений, а также месторождений со сложными условиями эксплуатации, влекущими за собой значительное разубоживание руды. В связи с этим все более усложняется применяемая технология, одним из назначений которой является комплексное использование минерального сырья.

На Северном Кавказе активная добыча минерального сырья ведется на крупных месторождениях Тырнауза, Садона, Урупа и многих мелких месторождениях. Выемке всегда подлежали руды с более высоким содержанием металлов. Затем кондиции снижались, и руды с меньшим содержанием оставались в недрах рудников.

Добыча руд с оставлением пустот незаполненными является исторически первой технологией управления массивом и единственной вплоть до развития технологий промышленной разработки XVIII–XIX вв. Ее отличает минимизация затрат на управление массивом. Технологии характеризуются двухстадийностью очистных работ. Первая стадия заключается в отработке камерных запасов, вторая – в выемке целиков. При отработке камер второй стадии высота зоны влияния выработки и потенциальное разубоживание увеличиваются (рис. 1).

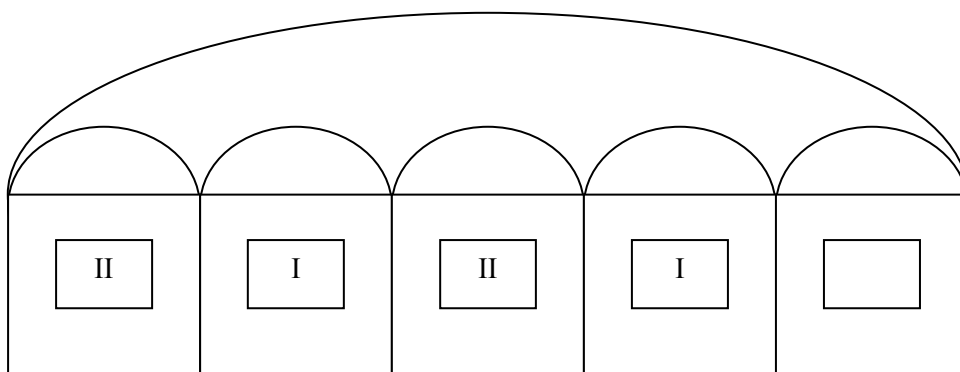


Рис. 1. Увеличение зоны влияния выработки при двухстадийной отработке:  
I – камера первой стадии; II – камера второй стадии.

Если при выемке камерных запасов первой стадии потери руды и разубоживание минимальны, то при выемке камер второй стадии они многократно увеличиваются. Потерянные в недрах руды подвергаются выщелачиванию водными потоками, а выданная с рудой порода образует отходы, хранящиеся на поверхности десятками и сотнями лет.

Радикальное уменьшение одновременно и потерь руды и выдаваемых на поверхность в составе горной массы пород возможно при заполнении пустот искусственными массивами из твердеющих смесей. Сущность гипотез

управления массивами с помощью твердеющих смесей сводится к тому, что при увеличении объемного сжатия искусственных массивов их несущая способность повышается в 1,5–3 раза, поэтому смеси могут быть изготовлены даже из отходов.

**Горные породы.** Дробленые фракции содержат до 80 % гравия при крупности до 10 мм. С увеличением доли дробленых пород в смеси до 60 % ее прочность достигает 2–7 МПа.

**Хвосты гидрометаллургического передела.** При крупности хвостов не более 0,2 мм прочность смесей с содержащими гипс хвостами увеличивается в 2 раза. Отсутствие твердого компонента в смеси лишает ее структурного скелета и увеличивает компрессионные способности. При использовании хвостов с 50 % CaO образуется гипс, ускоряющий твердение смеси. Такие хвосты обеспечивают прочность смеси при сроке твердения 3, 6 и 12 мес., соответственно, 3,1; 5,7 и 7,6 МПа.

**Хвосты обогатительного передела.** Состав смеси, кг: хвосты обогащения 600–750; зола – 180–220; цементная пыль – 250–315; цемент – 35–40; вода – 450–515, обеспечивает прочность 3,5 МПа в возрасте 28 суток.

**Топливные шлаки.** Продукты термохимических и фазовых превращений углей менее активны, чем шлаки металлургического производства. Их используют в качестве вяжущего для получения смесей прочностью до 4–5 МПа с добавками цемента в количестве от 5 до 25 %. Увеличение тонкости помола шлака с 55 до 75 % увеличивает прочность на 30 % от базовой величины.

**Хвосты выщелачивания.** Прочность смеси при одинаковом расходе шлака выше, чем с дроблеными породами. Кислотность хвостов выщелачивания на прочность твердеющей закладки влияет незначительно.

**Зола** обладает вяжущими свойствами без добавления цемента. Затворение смесей 3 % растворами HCl и CaCl<sub>2</sub> увеличивают прочность смесей и ускоряют сроки схватывания.

**Доменные шлаки, фторгипсы, фосфогипсы и белитовые шламы.**

Вяжущие готовят совместным помолом гранулированного доменного шлака с феррохромовым шлаком и фосфогипсом до 70 %, крупностью 0,08 мм. Оптимальный состав, %: феррохромового шлака – 50, граншлака – 35, фосфогипса – 15. Компонентами вяжущего являются фосфогипсы и шлак, % : 1,45 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,09 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 30,5 CaO; 0,28 MgO; 41,72 SO<sub>3</sub>; 20,15 прочих веществ. Прочность с расходом гипсового вяжущего 450 кг/м<sup>3</sup> 3,0 МПа. Опыт утилизации указанных отходов, особенно в качестве вяжущего компонента, сравнительно мал. Значительную долю стоимости твердеющей смеси составляют транспортные расходы, поэтому целесообразны поиски компонентов смесей в пределах регионального промышленного комплекса. Для региона РСО-Алания проблема может быть решена использованием хвостов обогащения садонских руд и отходов доломитового карьера.

Обогатительные фабрики ежегодно направляют в хвостохранилища и очистные сооружения до 10 км<sup>3</sup> твердых и жидких отходов. В процессе до-

бычи на 1 т угля приходится около 3 т отходов, при потреблении – 0,3 т. На 1 т цветных металлов приходится, соответственно, 150 и 60 т. На 1 т редких, благородных или радиоактивных металлов 10 и 100 тыс. т.

Доля утилизации отходов добывающего и перерабатывающего производств не превышает 10 %. Количество не утилизированных отходов горного производства в России – до 45 млрд т на площади 250 тыс. га. В России эксплуатируются более 300 хранилищ с емкостью от 500 до 600 тыс. м<sup>3</sup>.

Интересам корректной эксплуатации недр отвечают технологии с закладкой пустот твердеющими смесями, стоимость которых уменьшается при использовании отходов горного производства.

Многие отходы могут быть использованы для производства твердеющих смесей. Из отходов карьеров, добывающих доломиты, известняки, мрамор и т.п. ископаемые, содержащие кальцит, можно производить известь, известковую муку, вяжущие вещества для приготовления закладочных смесей. Хотя налаживание производства такой продукции потребует определенных капиталовложений, даже в условиях дефицита инвестиций при правильном подходе возможна высокая экономическая эффективность использования недр.

К недостаткам твердеющих смесей из стандартных материалов относится то, что для ее приготовления необходимо добывать и дробить довольно много каменного материала. При использовании твердеющих смесей на цементной основе одновременно с положительным снижением показателей потерь и разубоживания при добыче извлечение при обогащении уменьшается на 4–5 %. Отходы доломитового производства уже добыты и раздроблены. В отличие от цементной закладки их применение не снижает показатели обогащения.

Для садонских месторождений с учетом их тектонической нарушенности варианты заполнения только прочным или комбинированным по прочности материалом (с доломитом) различаются несущественно, что позволяет снизить стоимость закладочных работ за счет уменьшения нормативной прочности при сохранении безопасных условий.

Марка вяжущих из доломита может быть увеличена за счет его предварительной активации. Непременное условие использования хвостов обогащения – извлечение металлов и серы обеспечивается раскрытием рабочих поверхностей минерала посредством новых технологий.

Отходы горного производства активируют в мельницах, смесителях-активаторах, дезинтеграторах и других механизмах.

В шаровых мельницах доломит измельчают посредством ударов, раздавливания или истирания. Возможности процесса ограничены условием, согласно которому центробежная сила в барабане мельницы не должна превышать силу тяжести, иначе процесс измельчения прекращается. Энергетического воздействия высоких порядков в шаровой мельнице создать невозможно, что ограничивает возможности мельниц только крупным и средним измельчением. В результате активации удельная поверхность доломитов увеличивается до 3000 см<sup>2</sup>/г, что повышает активность материалов на 20–30 %.

При подготовке отходов применяется виброактивация, или воздействие энергией удара, истирания, раздавливания, встряхивания и других эффектов, что увеличивает траекторию движения зерен компонентов с удалением продуктов диспергирования и перекристаллизации и восстанавливает взаимо-

действующие поверхности. Активация осуществляется ударом, истиранием и раздавливанием частиц материала между металлическими шарами. В вибромельницах создается более высокая напряженность, чем в шаровых мельницах.

В процессе активации отходов с использованием силы инерции при высоких скоростях вращения успех достигается при относительном уменьшении затрат энергии по сравнению с традиционными мельницами. Тонкость помола 50–60 % выхода доломитовой фракции размерами 0,074 мм обеспечивается при суммарной встречной скорости обработки около 100 м/с.

Качественно отличается активация в аппаратах, использующих силы инерции при высоких скоростях вращения. Скорость ударов в дезинтеграторе на порядок больше, чем в мельницах, а ускорение при упругом ударе достигает величины миллионов ускорений свободного падения. При скорости удара более 250 м/с доломиты изменяют свойства. Материал измельчается лопатками, закрепленными на роторах, посаженных на валы двух электродвигателей. Роторы вращаются в противоположном направлении с суммарной линейной встречной скоростью до 450 м/с.

Дезинтегратор ДУ-65 обеспечивает выход активного класса до 55 % и в комбинации с вертикальной вибромельницей позволяет увеличить выход активной фракции до 70 %, что позволяет доломиту конкурировать с цементом (рис. 2).

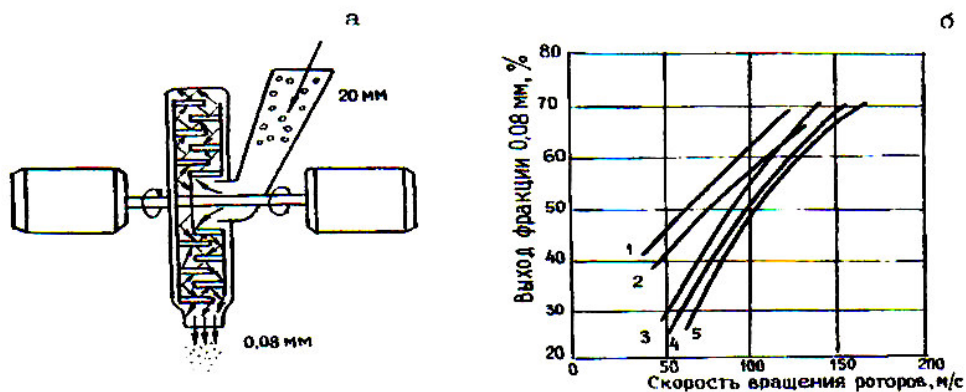


Рис. 2. Активация отходов в дезинтеграторе: а – схема; б – результаты тонкого измельчения: 1–5 – пробы отходов.

Полное извлечение металлов и сернистых соединений из хвостов обогащения в пределах ПДК возможно при раскрытии рабочих поверхностей хвостов и растворении металлов реагентами комбинированным использованием дезинтеграторной технологии и технологии выщелачивания металлов из хвостов. Разрушение кристаллов в дезинтеграторе образует более активные дефектные поверхности, чем при расколе и разломе в шаровых мельницах. Одновременно с этим протекают механохимические реакции, компонентами которых являются примеси, пары воды и точечные дефекты. Часть энергии, аккумулируемой материалом, расходуется на образование агрегатов новых веществ.



При дезинтеграции материала происходит его разделение, причем твердые частицы являются дополнительным абразивом. Кроме того, происходит переход нерастворимых природных соединений в растворимые или легкоусваиваемые вещества. Тонкое измельчение позволяет изготавливать аналоги вяжущих веществ за счет прироста удельной поверхности.

Для установления механизма активации доломитовых отходов сравниваются варианты смесей доломита и хвостов обогащения Мизурской фабрики:

- доломит и хвосты без подготовки;
- доломит с подготовкой в шаровой мельнице и хвосты;
- доломит с подготовкой в дезинтеграторе и хвосты.

Темпы увеличения марки доломитового вяжущего за счет эффектов активации оценивается по прочности контрольных кубов в возрасте 14; 28 и 90 дней при одноосном сжатии.

Пробы доломита измельчали в шаровой мельнице и активировали в дезинтеграторе. На первом этапе исследований кубы были изготовлены из базового состава по рутинной технологии, на втором – доломиты подготовлены в шаровой мельнице, а высевки хвостов обогащения использованы как наполнитель. Результаты испытания кубов указывают на прирост прочности в пределах 10 %. На третьем этапе исследована эффективность активации доломитов в дезинтеграторе. В дезинтегратор загружали доломит такой же крупности как и в шаровую мельницу – менее 20 мм.

Для сравнительной оценки активации в шаровой мельнице и в дезинтеграторе подготовлены две партии доломитов с тонкостью помола 40 % (таблица). Активация доломита в дезинтеграторе позволяет увеличить прочность смеси на 15–20 % по сравнению с мельницей.

**Смеси с доломитовым вяжущим после активации**

Компоненты смеси, кг/м <sup>3</sup>			Растекаемость, см	Предельное напряжение сдвига, Па	Прочность, МПа		
доломит	заполнитель	вода			возраст, суток		
					14	28	90
шаровая мельница (тонкость 40 %)							
40	1620	350	19,6	114	0,26	0,31	0,51
80	1590	350	22,1	119	0,32	0,43	0,65
120	1540	350	23,2	98	0,73	0,87	1,05
180	1480	350	20,1	120	1,20	1,35	1,51
дезинтегратор (тонкость 40 %)							
40	1600	350	18,4	106	0,30	0,45	0,63
80	1590	350	19,7	122	0,56	0,73	0,82
120	1540	350	18,9	97	0,88	1,02	1,26
180	1480	350	20,1	103	1,33	1,47	1,64

Выход активных фракций доломита после вторичной переработки увеличился на 10 %. Дальнейшей переработкой в дезинтеграторе возможно получение суммы мелких фракций, близких к 100 % от переработанной массы.

Погашение пустот закладкой твердеющими смесями решает задачи управления геодинамикой природных сейсмических явлений на уровне горного предприятия:

повышает устойчивость вмещающих пород при разработке месторождений в сложных горно-геологических условиях;  
способствует сохранению дневной поверхности от обрушения;  
предупреждает опасность горных ударов при перераспределении горного давления на искусственные массивы;  
обеспечивает безопасность горных работ при совместной отработке открытым и подземным способами, а также под водоносными горизонтами и охраняемыми объектами.

### **Выводы**

1. Сейсмика горного региона испытывает влияние техногенных пустот в приземном участке литосферы, которые провоцируют наведенные геодинамические процессы.

2. Радикальным средством управления геодинамикой комбинированных природных и техногенных сейсмических явлений является заполнение пустот твердеющими смесями.

3. Рентабельное применение технологий с закладкой пустот твердеющими смесями возможно при наличии местных дешевых материалов, активность которых повышается в аппаратах-активаторах на 15–20 % по сравнению с базовой технологией.

4. Твердеющие смеси на основе активированных отходов горного производства по прочности ненамного уступают смесям со стандартным цементом и пригодны для создания искусственных массивов в горных выработках.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Голик В. И., Хадонов З. М., Габараев О. З.* Управление технологическими комплексами и экономическая эффективность разработки рудных месторождений. Владикавказ: Терек. 2001.

2. *Голик В. И.* Разработка месторождений полезных ископаемых (учебное пособие для вузов). Владикавказ: МАВР. 2006.

3. *Голик В. И., Исмаилов Т. Т.* Управление состоянием массивов (учебник для вузов). Москва: МГГУ. 2005.



УДК 621.542:622.012.2

*Д-р техн. наук, проф. КЛИМОВ Б. Г.,  
канд. техн. наук ХАДОНОВ А.В.,  
асп. ГУРИЕВА Е.В.*

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ РУДНИКОВ**

*Рассмотрены пути модернизации компрессорных станций на базе их децентрализации, утилизации тепла систем охлаждения компрессоров и исходящей вентиляционной струи рудников, а также применения гидропневмоаккумуляторов и гидравлических компрессоров.*

Снабжение буровой техники рудников сжатым воздухом осуществляется традиционно от стационарных компрессорных станций, располагаемых на поверхности. Это облегчает монтаж, ремонт и эксплуатацию оборудования. При этом представляется возможность утилизации тепла систем охлаждения как компрессоров, так и концевых холодильников. Она может быть использована в системах отопления и горячего водоснабжения объектов поверхности рудника, а также для шахтных калориферов.

Весьма эффективной для экономии энергии в зимнее время при центральной схеме проветривания рудников является утилизация тепла исходящей струи шахтного воздуха, которое с помощью теплообменных аппаратов может передаваться атмосферному воздуху, поступающему в шахту для ее проветривания [1].

С целью сокращения утечек сжатого воздуха из коммуникационных сетей, а также потерь давления в них предлагается децентрализация компрессоров. Их моноблочная компоновка и воздушное охлаждение позволяют минимизировать затраты на монтаж таких машин в подземных условиях. Приближение компрессоров к потребителям обеспечивает более эффективное использование электрической энергии, позволяет интенсифицировать технологические процессы, базирующиеся на использовании сжатого воздуха. Эффективность децентрализации растет с углубкой горных работ.

Применение в этих условиях гидропневмоаккумуляторов для накопления сжатого воздуха при наличии соответствующих горных выработок продолжает оставаться актуальным направлением модернизации компрессорного хозяйства. Помимо стабилизации рабочего давления в гидропневмоаккумуляторах их применение позволяет выравнивать общее потребление электроэнергии в межсменные промежутки времени.

Применение гидравлических компрессоров [2,3], которые используют преобразование потенциальной энергии сброса шахтной воды на нижележащий горизонт в энергию сжатого воздуха, является эффективным в определенных условиях.

Теоретическая мощность гидравлического компрессора может быть подсчитана в кВт как

$$N = \alpha \rho Q \Delta h, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент перевода механической работы в электроэнергию равный 0,00000272 кВт·ч/кгм;

$\rho$  – плотность водовоздушной смеси камеры сжатия, кг/м<sup>3</sup>;

$Q$  – расход смеси, м<sup>3</sup>/час;

$\Delta h$  – перепад высот камер сжатия и отвода воды, м.

Если разделить правую часть (1) на удельный расход энергии в двухступенчатых компрессорах, равный 6,5 кВт/м<sup>3</sup>/мин, то полученный результат определит предельно возможную производительность гидрокомпрессора для воздуха, который сжимается до 0,8 МПа. Это следует из закона сохранения энергии и удельной мощности компрессоров. Анализ расчетов по (1) показывает, что реализация гидрокомпрессора может иметь смысл только для достаточно глубоких и водообильных рудников. При этом гидрокомпрессор может быть установкой резервного или аварийного воздухоснабжения шахтных потребителей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ферт А. Р., Чеховская Н. И., Гребенюк А. В. Термосифонная система утилизации теплоты удаляемого воздуха // Водоснабжение и санитарная техника, 1987 № 7.
2. Гарбуз Д. Л. Рудничные пневматические установки. М.: Госгортехиздат. 1961.
3. Борисенко К. С., Боруменский А. Г., Дулин В. С., Русанов Н. М. Горная механика. М.: Госгортехиздат, 1962.



УДК 622.04

*Д-р техн. наук, проф. ГОЛИК В. И.,  
д-р техн. наук, проф. КОМАЩЕНКО В. И. (РГГРУ)*

### **ИЗ ИСТОРИИ ГОРНОЙ ОТРАСЛИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ СССР**

*Приведены сведения об истории и географии добывающей отрасли Министерства среднего машиностроения СССР. Описаны пути развития научно-технического прогресса на предприятиях. Даны сведения о крупных достижениях предприятий в отдельных областях техники и технологии. Сформулированы основные особенности технологий предприятий подземной добычи урана.*

В середине XX в. отрасли промышленности, использующие радиоактивное сырье, получили возможность для бурного развития. Ускоренными темпами стали увеличиваться темпы добычи радиоактивных руд. Советский Союз по объему добычи радиоактивных руд обогнал развитые страны мира. Финансирование, льготная система оплаты труда, улучшенные социальные условия, приоритет материально-технического обеспечения по сравнению с другими отраслями обеспечили скорость и качество формирования предприятий–разработчиков радиоактивных месторождений.

Уранодобывающие предприятия и их инфраструктура возникли в России, Украине, Казахстане, Киргизии, Узбекистане, Таджикистане, Эстонии.

Добычей урана открытым и подземным способами занимались: Восточный ГОК (г. Желтые Воды, Украина), Прикаспийский ГОК (г. Шевченко, КазССР), Приаргунский ГХК (г. Краснокаменск, РСФСР), Целинный ГХК (г. Степногорск, КазССР), Навойский ГХК (г. Навои, УзССР), Ленинабадский ГХК (г. Чкаловск, УзССР), Киргизский ГРК (п. Аксуек, КирССР), Малышевское рудоуправление (п. Малышевка, Урал, РСФСР), Лермонтовское рудоуправление (г. Лермонтов, Северный Кавказ, РСФСР) и многие другие предприятия. Эпизодические разработки радиоактивных руд и редких земель велись практически на всей территории СССР.

Специалисты отрасли участвовали в совместных разработках радиоактивных руд на территории ГДР, Венгрии, Болгарии, Чехословакии, КНР, Вьетнама, Монголии. Советский уран участвовал в разработке ядерных программ развивающихся стран.

В стране строились атомные электростанции, которые создавали энергетическую основу для развития экономики. Это положение актуально и сейчас, однако, путь к этому лежит сквозь неадекватно развивающиеся рыноч-

ные отношения. Доля атома в энергетике России не превышает 12 %, уступая странам Запада и Японии, где она достигает 50–90 %.

Темпы развития уранодобывающей отрасли заметно опережали сроки освоения мощностей при добыче иных полезных ископаемых, например, золота. За 10–15 лет в отрасли было сделано больше, чем за всю историю других горнодобывающих отраслей. Такими темпами не развивалась разработка меди Учалинского месторождения, бокситов Тургая, золота Васильковского и Юбилейного месторождений Казахстана, железа Яковлевского и других месторождений полезных ископаемых.

Строительство предприятий атомщиков почти всегда совмещалось с разработкой месторождений, которая начиналась на последней стадии разведки запасов. Это позволяло ускорить сроки их строительства и уменьшить зависимость от финансирования.

Улучшенные социальные условия в системе Минсредмаша позволили привлечь в отрасль хороших специалистов. В основе выдающихся технологических достижений отрасли за тридцатилетний срок ее существования от становления до распада лежит, прежде всего, обеспеченность кадрами.

Успех научно-технологического и проектного обслуживания работ объяснялся наличием в комбинатах отрасли собственных научно-исследовательских лабораторий с функциями специализированных институтов численностью до 200–300 человек. Соотношение научных кадров внутри исследовательских организаций между добытчиками и переработчиками было, примерно, 1:10, что соответствовало их соотношению и в отрасли.

В истории научно-технического прогресса отрасли необходимо выделить периоды, характеризующиеся своими особенностями, динамикой, причинностью и временем протекания: совершенствование традиционных технологий добычи и передела, и создание принципиально новых технологий.

Острый дефицит в ядерном топливе, вызвавший к жизни уранодобывающую отрасль, обусловил ускорение сроков ввода в эксплуатацию новых рудников на ряде уже действующих месторождений и изменил представления о параметрах подготовки рудных полей. Перестали удовлетворять скорости проходки стволов 20–30 м и горизонтальных выработок 50–60 м в месяц. Стали проходить по 100, 200, 300, 400 м в месяц. Наконец, в марте 1971 г. на месторождении «Ишимское» одним забоем за 31 рабочий день в породах с коэффициентом крепости 14 по Протодяконову было пройдено 805,2 м выработки вскрытия сечением 7,4 м<sup>2</sup> без крепления. Эта проходка входит в десятку лучших мировых достижений. Проходческий цикл с уходкой 1,5 м за одно взрывание продолжался 1,5 ч. В шестичасовую смену за 4 проходческих цикла проходили 6 м выработки.

В концепции добычи радиоактивных руд произошли существенные изменения. Если раньше добыча стратегических полезных ископаемых из недр пользовалась приоритетом, то появилось условие не наносить горными работами вреда земле.

**Приаргунский** комбинат в г. Краснокаменске Читинской области. Основные рудные тела имеют жилообразную форму, а в висячем и лежачем боках встречаются несколько мелких рудных тел жилообразной, линзообразной или неправильной формы. Мощность рудных тел изменяется от 0,5 до 16 м.

Руды сильнотрещиноватые, слабоустойчивые с большим количеством глинистого материала. Вмещающие породы трещиноватые, средней и слабой устойчивости. Коэффициент крепости руд и вмещающих пород, соответственно 8–10 и 10–12 по Протодюконову. Коэффициент рудоносности 0,65–0,70. В этих условиях при слоевой выемке с закладкой твердеющими смесями производительность блока еще в те времена достигала 1800 м<sup>3</sup>/смену, в среднем составляя 7–8 м<sup>3</sup>/смену. Потери составляли до 3 %, а разубоживание руды вмещающими породами и включениями достигало 35 %. В наше время комбинат является единственным добытчиком урана России. Его технология модернизируется на основе освоения технологий с выщелачиванием урана.

**Ленинабадский** комбинат в г. Чкаловске, Таджикистан. Месторождение представлено обособленными крутопадающими рудными телами в виде линзообразных штокверков неправильной формы. Рудовмещающими породами являются фельзиты, нарушенные многочисленными тектоническими трещинами. Руда и порода имеют коэффициент крепости по шкале Протодюконова 10–12. Среднемесячная производительность блока около 4000 т. Объем нарезных работ на 1000 т руды – 76 м<sup>3</sup>. Отношение объема нарезных работ к объему добычи – 19,5 %. Трудоемкость добычи на 1000 т – 137 чел./смену, производительность труда забойщика 3,3 м<sup>3</sup>/смену.

**Лермонтовское** горно-химическое управление на Северном Кавказе (г. Лермонтов) известно в мировой практике тем, что уже с 1966 г. здесь для добычи урана применяли принципиально новую технологию – подземное выщелачивание. Руда была локализована в трех сериях рудных жил, имеющих северо-восточное простирание и крутое падение (80–90°). Жилы представляли собой систему крутопадающих трещин. Мощность отдельных трещин составляла от 1–5 см до 0,5–1,0 м. Мощность балансовых руд изменялась в пределах 0,7–20 м. Высота рудного тела – 30–90 м.

Опыт предприятия подтвердил экономическую целесообразность новых технологий добычи металла даже из забалансовых руд. Коэффициент извлечения по 44 отработанным блокам составил 50 %, а по отдельным блокам – 80 %.

**Целинный** горно-химический комбинат (Казахстан).

*Месторождение Шантобе.* Штокверковое рудное тело с падением около 80° залегало в неустойчивых интенсивно поддробленных глинизированных и насыщенных водой породах. Интенсивное проявление горного давления, водопритоки, слеживаемость и рассланцованность горных пород при коэффициенте крепости менее 10 затрудняло применение производительных систем с поэтажным обрушением.

Уменьшить потери пытались изменением параметров системы разработки, порядка отработки рудных тел и сортировкой руд. Основные надежды связывали с применением несущих и разделительных перекрытий из сеток, сплетенных из тросов, металла и других материалов. Перекрытия обеспечивали существенное снижение потерь и разубоживания, но были трудоемки и мало управляемы. Практика эксплуатации этого месторождения доказала экономическую и экологическую несостоятельность применения технологий с обрушением пород для ценных руд.

В рудоуправлении применяли новейшее для того времени оборудование, например: буровые каретки СВ-1 П, погрузочно-доставочные машины ЛБ-1/1000 и МПДН -1А, электрогидроперфораторы и буровой молоток Осиповского. Производительность одного рабочего забойной группы: средняя – 7,6, максимальная – 13,1 м<sup>3</sup>/месяц, потери – до 40 %, разубоживание – до 60 %.

*Месторождение Маньбай* штокверковой формы в породах малой и средней крепости обрабатывали одновременно открытым способом – карьером и подземным с оставлением между ними разделяющей породы пачки толщиной 40 м с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями. Дефицитный и дорогой цемент заменили молотым в шаровых мельницах доменным шлаком, снизив расход цемента до 40–60 кг/м<sup>3</sup> смеси. Пионерными технологическими решениями являются: переход от двухстадийной разработки к сплошной, укрепление стенок камер железобетонными штангами, наклон стенок в сторону закладочного массива для предотвращения скалывания закладки и разубоживания руд ее материалом и др. мероприятия технологического плана.

При камерной системе разработки с закладкой твердеющими смесями производительность труда рабочего горного цеха составила 3,5 м<sup>3</sup>/смену, разубоживание 15–17 %.

*Месторождение Заозерное* было представлено главным рудным телом – жилой крутого падения, мощностью 1,5–2,0 до 10 м, а также серией маломощных пологих «секущих» рудных тел, причлняющихся к главному под разными углами. Урану сопутствовал фосфор, необходимый для производства удобрений на химическом заводе комбината.

Главное рудное тело в верхней части было вскрыто карьером, затем его обрабатывали блоками с магазинированием руды и последующей закладкой пустот отбиваемыми вмещающими породами или подаваемыми с земной поверхности. Секущие пологие рудные тела разрабатывали сплошной системой с деревянной крепью. Пустоты с площадью обнажения до десятков тысяч квадратных метров погашали обрушением пород. Опыт месторождения подтверждает несостоятельность управления массивом обрушением пород даже с использованием дерево-канатных и вантовых перекрытий. Производительность труда забойщика не превышала 3,7 м<sup>3</sup>/смену; производительность блока – 340 м<sup>3</sup>/смену; потери – 10 %; с разубоживание – 40 %.

*Месторождение «Ишимское»* является примером обработки объекта с объемом пустот более 1 млн м<sup>3</sup> с оставлением их не заполненными (изолированными) сплошной системой разработки с отбойкой из буровых выработок. Показатели технологии: производительность труда забойщика 3,6 м<sup>3</sup>/чел./смену, производительность блока – средняя – 366, максимальная – 750 м<sup>3</sup>/месяц.

*Месторождения Шокпак и Камышовое*, разделенные расстоянием 2 км, разрабатывали с закладкой твердеющими смесями, приготовленными на едином закладочном комплексе. Со временем слоевые системы уступили место камерным. Предприятие послужило полигоном освоения новейшей для своего времени техники и технологии. Здесь впервые в горной практике был освоен дезинтегратор для активации металлургических шлаков в качестве вяжущих.

Научно-технический уровень отрасли в сравнении с состоянием других отраслей, добывающих сырье, был весьма высок. Основной объем руды извлекали с погашением пустот твердеющей закладкой из отходов производства и местных материалов. Еще в 70-х гг. XX в. работали колонковые станки КБУ-50 и КБУ-80 и самоходные станки ПБУ-80, ПБУ-70, СБ-70. Станками бурили веера в массивах, представленных породами с коэффициентом крепости 10-16 по шкале Протодяконова.

В забоях исчезли ручные пневмоподдержки, уступив место распорным колонкам, устраняющим контакт человека с виброинструментом. На заводах отрасли выпускали перфораторы, буровые станки и сложную технику – погрузочно-доставочные машины типа МПДН-1М. Отрасль обеспечивала себя средствами механизации многочисленных и трудоемких ручных работ: бутобоями, домкратами и т.д. Крутопадающие выработки проходили только с помощью полков КПВ и буровой установкой 2 КВ.

Наряду с высокоразвитыми природосберегающими технологиями обработки месторождений существовали примитивные технологии: откатка руды маломощными электровозами по рельсам с колеей 600 мм в вагонетках вместимостью до 1м<sup>3</sup>, доставка руды скреперными установками с мощностью двигателя до 10 кВт, выпуск руды через примитивные люковые устройства, проходка вертикальных выработок с полков и т.д.

С прогрессивными технологиями с закладкой пустот твердеющими смесями уживались технологии с обрушением пород до поверхности. Географическая разобщенность месторождений, незначительные запасы руд в большинстве из них, низкий коэффициент рудоносности, разнообразие условий разработки обуславливали высокую себестоимость металла. Несмотря на то, что в некоторых комбинатах производительность труда была высокой, в среднем этот показатель снижался за счет маломощных месторождений. Программы совершенствования производства обеспечивали прирост производительности труда не более чем на 20–30 %, а нужно было в 2–3 раза.

Выход из положения могла обеспечить новейшая для того времени геотехнология – добыча металлов извлечением из руд с гидрометаллургическим переделом на месте залегания в блоках или в штабелях на поверхности. Идея подтвердилась почти 30-летним опытом практического выщелачивания урана из скальных забалансовых руд на Северном Кавказе.

В ЦГХК работал рудник со скважинным выщелачиванием руд месторождения «Семизбай». На месторождении Шантобе впервые в мировой практике был отработан блок с подземным выщелачиванием балансовых руд с коэффициентом извлечения металлов 72 %.

Более 30 лет в рудоуправлении 2 работала установка по выщелачиванию отвалов месторождения «Маньбай» и хвостов ГМЗ. Комбинат еще 20 лет назад был единственным предприятием, где были освоены все способы выщелачивания металлов из урановых руд.

Отрасль выпускала сама и получала по кооперации достаточно самоходной буровой и доставочной техники на пневмоколесном ходу: МПДН-1А, СБ-1П и др. Для подъема на этажи применяли групповую схему подготовки наклонными съездами, проводимыми витками спирали под углом до 15°.

Для месторождений, разрабатываемых с закладкой пустот твердеющими смесями, особую важность приобрела технология увеличения активности



материалов при изготовлении твердеющих смесей на 20–40 %. Была осуществлена электрохимическая очистка шахтных вод безреагентным способом с доведением загрязненной воды до стандартных требований к питьевой воде. Она позволила целенаправленно изменять физико-механические свойства шахтных стоков, умягчать и обеззараживать воду, возвращая ее в сферу хозяйственного оборота.

В 80-х годах в отрасли освоили технологию изготовления гидроперфораторов. В кооперации ЦГХК с Киргизским комбинатом и ЦНИЛА г. Желтые Воды были изготовлены самоходные буровые установки, оснащенные гидроперфораторами. Впервые в горной практике был освоен комплект электрогидрофицированного оборудования: буровая гидравлическая установка УБШ-1Г, буровой станок БУГ-65С и погрузочно-транспортная машина ПТ-2 ЭШ.

В рудоуправлении готовился переход к радикальной перестройке технологии. Предполагалось выдавать богатые руды на поверхность, на их место в пустоты подавать малопрочную закладку, а руду среднего и низкого качества выщелачивать на месте залегания. Комбинированная технология снижала себестоимость металла на 20–25 %.

Однако массового внедрения новой технологии не произошло, а после изменения экономической системы хозяйствования накопленный отраслью опыт остался не востребованным. Достижения отрасли могут стать основой модернизации технологий добычи и переработки руд в новых экономических условиях России.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бубнов В. К., Голик В. И., Капканщиков А. М. и др. Актуальные вопросы добычи цветных, редких и благородных металлов. Акмола, 1995. 601 с.
2. Воробьев А. Е., Голик В. И., Лобанов Д. П. Приоритетные пути развития горнодобывающего и перерабатывающего комплекса Северо-Кавказского региона /Под ред. акад. К.Н.Трубецкого. Владикавказ, 1998.
3. Голик В. И. Разработка месторождений полезных ископаемых (учебное пособие). Владикавказ: МАВР. 2006.
4. Голик В. И. (в кн. Ляшенко В.И., Люлько О.В., Стусь В.П. “Охорона навколишнього середовища та людини в урановидобувних регіонах”. Позитрон GmbH. Киев. 2004.)
5. Голик В. И., Исмаилов Т. Т. Управление состоянием массивов (учебник). М.: МГГУ. 2005.
6. Исмаилов Т. Т., Голик В. И., Дольников Е. Б. Специальные способы разработки месторождений полезных ископаемых (учебник). М.: МГГУ. 2006.

УДК. 622.767

*Д-р техн. наук, доц. МАКСИМОВ Р.Н.,  
соиск. БАЙМАТОВ К.К.,  
студ. КАНТЕМИРОВА С.В.*

### **ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНО-ВИБРАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Представлено описание технологической схемы гравитационно-флотационного сепарационного комплекса для переработки мелкозернистых материалов, с применением оборудования, в основу работы которого положены методы центробежно-вибрационной и магнитожидкостной сепарации.*

При переработке бедных продуктов сложного вещественного состава в схемах гравитационного обогащения применение существующего оборудования не всегда оправдано, вследствие недостаточной его эффективности. Одним из способов интенсификации процесса разделения и повышения его точности является сочетание центробежного и вибрационного воздействия на обрабатываемый материал.

Центробежные методы обогащения, широко применяемые в настоящее время, имеют определенные преимущества по сравнению с традиционными гравитационными методами, что позволяет извлекать из мелкозернистых материалов тонкие частицы с высокой степенью концентрации.

Вибрационное воздействие на разделяемый материал способствует увеличению производительности и эффективности применяемого оборудования. Основным преимуществом вибрационного воздействия является простота регулирования процесса путем изменения амплитуды и частоты колебаний.

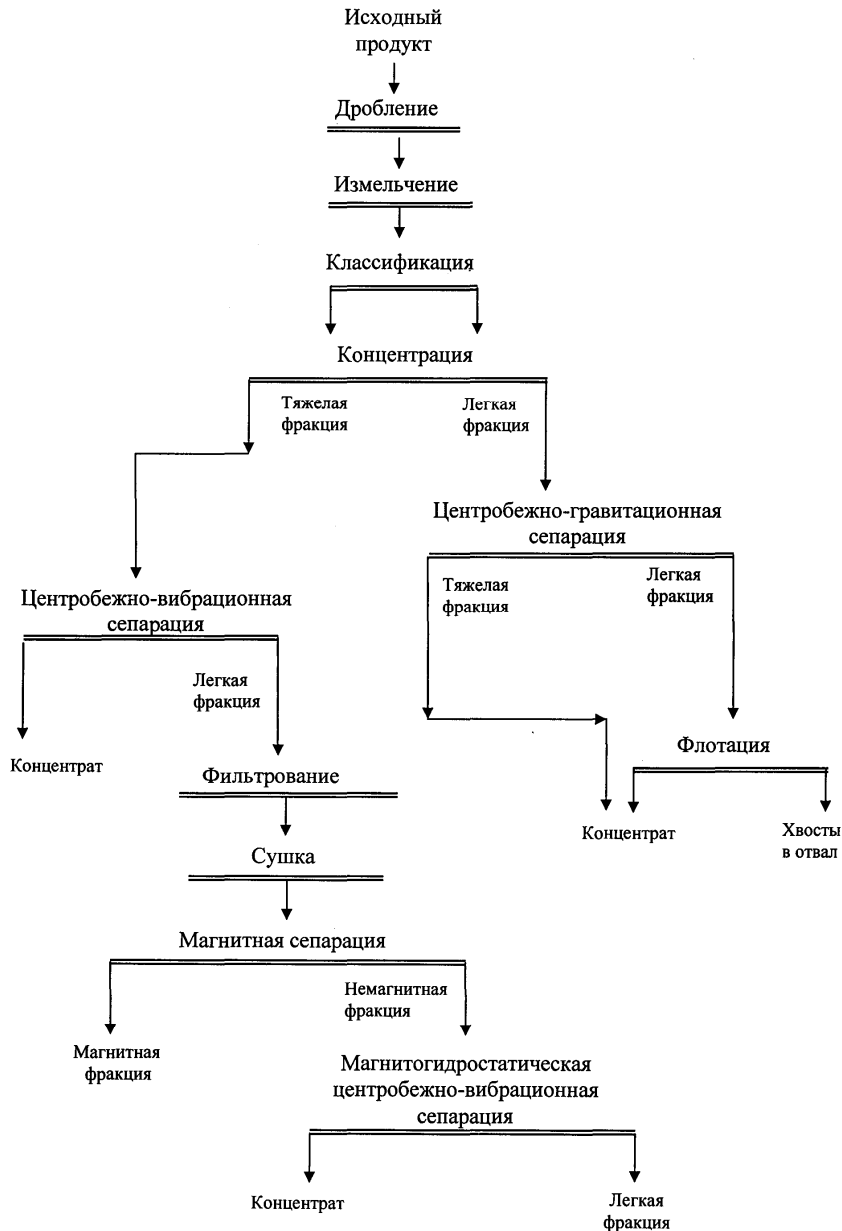
Результатом проведенных исследований явилось создание центробежно-вибрационного сепарационного комплекса, в основу его технологической схемы (см. схема) положены методы центробежно-вибрационной и магнитожидкостной сепарации, что обеспечивает эффективное извлечение ценного компонента.

Указанная технологическая схема позволяет перерабатывать материал крупностью  $-2$  мм. При более высокой крупности исходного продукта может быть предусмотрена стадия дробления с последующим измельчением, что существенно расширяет возможности применения данного сепарационного комплекса.

В соответствии со схемой, концентрации подвергается классифицированный на грохоте материал ( $- 2 + 0,5$ ;  $- 0,5$  мм). Концентрация позволяет выделить легкие минералы пустой породы и сократить количество материала в 5 – 8 раз в зависимости от состава исходного продукта.

Доизвлечение ценного компонента из легкого продукта, полученного при концентрации, проводят центробежно-гравитационной сепарацией. Оборудование для концентрации и центробежно-гравитационной сепарации

состоит из отдельных модулей, что дает возможность при необходимости увеличивать его производительность. В результате концентрации и центробежно-гравитационной сепарации наблюдается неизбежный унос с восходящим потоком тонких частиц ( $- 0,074$  мм), что приводит к потере определенного количества ценного компонента, извлечение которого проводят флотацией в противоточной флотационной машине. В зависимости от сложности состава исходного продукта, а также при переработке материалов, содержащих ценный компонент в связанном виде, схема флотации может иметь определенное развитие в виде дополнительных перечисток.



Технологическая схема гравитационно-флотационного сепарационного комплекса.

Для выделения из тяжелой фракции, полученной при концентрации, полезного компонента применяют центробежно-вибрационную сепарацию, что позволяет извлекать ценный компонент в 10 % концентрат, который направляют на магнитожидкостную сепарацию. В процессе магнитожидкостной сепарации материала с избытком влаги частицы объединяются в агрегаты, что снижает эффективность ведения процесса, а при разделении смеси крупностью менее 0,5 мм делает его невозможным. Таким образом, стадии обезвоживания и сушки являются обязательными, так как способствуют повышению эффективности магнитожидкостной сепарации.

При необходимости переработки материалов, содержащих магнитную фракцию, в технологическую схему может быть включен магнитный сепаратор для выделения магнитной фракции в отдельный продукт.

Магнитогидростатическая центробежно-вибрационная сепарация предназначена для окончательного выделения частиц содержащих ценный компонент из немагнитных фракций. Разделение частиц осуществляется по плотности в объеме ферромагнитного коллоида. Эффективная плотность ферроколлоида регулируется в пределах 3 – 15 г/см<sup>3</sup> изменением его концентрации.

Данную технологическую схему можно реализовать в промышленных условиях в виде мобильной установки при небольших капитальных затратах.

В таблице приведены ожидаемые показатели гравитационно-флотационной технологии обогащения лежалых хвостов с использованием предлагаемой технологии.

**Показатели обогащения лежалых хвостов**

Продукт	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		Pb	Zn	Pb	Zn
Предварительное обогащение песков на хвостохранилище					
Гравиоконцентрат	9,6	1,42	2,66	64,9	75,2
Хвосты гравитации	90,4	0,06	0,09	25,1	24,8
Лежалые хвосты	100,0	0,21	0,34	100,0	100,0



УДК 537.8

*Канд. физ.-мат. наук ГРИНЮК В.Н.,  
асп. ЕЛЕКОЕВА К.М.*

### **ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ НА РАЗДЕЛЕНИЕ ПРИМЕСЕЙ ПРИ НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ**

*В рамках механизма изотопного переноса найдены соотношения для массовой зависимости коэффициента диффузии, факторов разделения примесей и очистки при направленной кристаллизации в электрическом поле. Теоретические значения этих величин хорошо отвечают экспериментальным данным для зонной очистки бериллия от примесей магния, марганца и железа.*

В работах [1, 2] метод направленной кристаллизации в электрическом поле признан перспективным для получения высокочистых веществ. Оптимальные возможности этого метода теоретически исследованы недостаточно.

Нами предпринята попытка построить и обосновать статистический подход к описанию действия внешних сил электромагнитной природы на массоперенос ионов рафинируемого вещества в условиях зонной кристаллизации и обсудить результаты на основе известной уже модели изотопного переноса [3]. Отправной точкой модели принят статистический механизм диффузии блуждающих атомов, активируемый колебаниями частиц в направлении переноса. При этом электрическая подвижность поля связана с коэффициентом диффузии, температурой и эффективным зарядом иона формулой Эйнштейна [5]. Электромагнитное действие на ион дает или появление направленной силы, действующей на ион (при электропереносе или изотопном разделении), или магнитное перемешивание токами вихревой природы [6]. Последнее возможно при наложении на рафинируемую среду переменного электромагнитного поля. Полученные при этом результаты в литературе противоречивы и не обсуждаются в рамках теории переноса.

В свете приводимых данных с электромагнитным действием на исследуемую среду преобладает или направленный перенос из-за эффектов электромиграции или явление Пельтье вблизи фронта кристаллизации [2]. Но для построения теории переноса, электромагнитная модель громоздка и неудобна. Здесь приемлем феноменологический способ описания в рамках представлений термодинамики необратимых процессов. При таком подходе удобно построение теории рафинирования нахождением соотношения для эффективного коэффициента диффузии с учетом ионного разделения при электромагнитном действии на среду.

### 1. Расчет массовой зависимости коэффициента диффузии

Решить задачу нахождения эффективного коэффициента диффузии удобно пользуясь формулой Кубо [7,8] в виде:

$$D(m) = \frac{2}{m^2} \int_0^{\infty} dt \int_0^{\bar{J}} dJ_0 \frac{2}{\pi} \sqrt{2m\omega J_0} \rho_{eq}(J) \int_{\bar{J}}^{\infty} dJ \frac{J}{r_0} G(J, J_0, t), \quad (1)$$

где  $D(m)$  – в принятом обозначении «массовый» коэффициент диффузии с выделенной зависимостью от массы иона примеси;

$G(J, J_0, t)$  – функция вероятности перехода от начального значения  $J_0$  параметра Кубо к значению  $J$  за время  $t$ ;

$r_0$  – среднее расстояние между частицами в ионной среде;

$\omega$  – частота колебаний иона примеси вблизи места «оседлой» жизни в статистической модели жидкого состояния.

Все обозначения в (1) те же, что и в [7,8].

Пусть в ионной среде присутствуют ионы двух видов с массами  $M_1$  и  $M_2$  и заряды  $e_1$  и  $e_2$ . Для низших акустических частот колебаний ионов имеем зависимость от волнового вектора  $q$ :

$$\omega_q^{ak} = \omega_{\max}^{ak} \sin qr_0, e_q(1) = e_q(2) \quad (2)$$

А для высших «оптических» частот колебаний

$$\omega_q^{on} = \omega_{\max}^{on} - C_{on}q, e_q(1) = -e_q(2) \quad (3)$$

Принятые обозначения в (2) и (3) таковы, что  $\omega_{\max}^{ak}$  и  $\omega_{\max}^{on}$  – максимальные частоты акустической и оптической ветвей

$C_{on}$  – параметр наклона дисперсионной кривой  $\omega_q^{on}$ ;

$e_q(1), e_q(2)$  – поляризации колебаний.

$$\text{Принимаем, что } \omega < \omega_{\max}^{ak}, \omega_{\min} < 2\omega < \omega_{\max}^{on} \quad (4)$$

При этом можно получить уравнение для нахождения функции  $G(J, J_0, t)$  в виде

$$\frac{\partial}{\partial t} \rho(J, t) = \frac{\partial}{\partial J} \theta(J) \left[ \frac{\partial}{\partial J} + \beta \omega \right] \rho(J, t). \quad (5)$$

При этом искомая функция  $G(J, J_0, t)$  будет функцией Грина уравнения (5).

Величина кулоновского потенциала поля, в котором перемещается ион примеси  $V_i(r) = \frac{e_j e_n}{r}$ , где  $e_n$  – заряд иона примеси,  $e_j$  – заряд иона вещества.

С учетом (2 – 4) получим

$$\theta(J) = \frac{\pi^2}{\beta r_0^5} \left\{ \left| \frac{e_1 e_n}{\sqrt{M_1}} + \frac{e_2 e_n}{\sqrt{M_2}} \right|^2 \right\} \times \int dq \frac{1}{q^2 \omega q^2} J_1^2 \left( \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2J}{m\omega}} q \right) \delta(\omega_q^{ak} - \omega) +$$

$$\left| \frac{e_1 e_n}{\sqrt{M_1}} - \frac{e_2 e_n}{\sqrt{M_2}} \right|^2 \times \int dq \frac{1}{q^2 \omega q^2} J_2^2 \left( \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2J}{m\omega}} q \right) \delta(\omega_q^{on} - 2\omega)$$

где  $\beta = (KT)^{-1}$ ;

$K$  – постоянная Больцмана;

$T$  – температура;

$J_1(Z), J_2(Z)$  – функции Бесселя первого и второго порядка.

Если  $Z \ll 1$ ,  $J_1(Z) = Z/2$ ,  $J_2(Z) = (Z/2)^2$ , в соответствии с (5) получим

$$\frac{\partial}{\partial \tau} \rho(x, \tau) = \frac{\partial}{\partial x} (x + \varepsilon x^2) \left( \frac{\partial}{\partial x} + 1 \right) \rho(x, \tau), \quad (6)$$

$$x = J\omega\beta, \quad \tau = \frac{t}{\tau_c^{ak}}, \quad (7)$$

$$\tau_c^{ak} = \frac{8r_0^6 \omega_{\max}^{ak} m \omega^2}{\varepsilon_0 (M_1, M_2)} \sqrt{1 - \left( \frac{\omega}{\omega_{\max}^{ak}} \right)^2}, \quad (8)$$

$$\tau_c^{on} = (2\pi)^2 \frac{64r_0^5 c_{on}^3 m^2 \omega^4 \beta}{\xi(M_1, M_2)} (\omega_{\max}^{on} - 2\omega)^{-2} \quad (9)$$

$$\xi_0(M_1, M_2) = \left| \frac{e_1 e_n}{\sqrt{M_1}} - \frac{e_1 e_n}{\sqrt{M_2}} \right|^2 \quad \varepsilon = \tau_c^{ak} / \tau_c^{on}, \varepsilon \cong 0.$$

Решаем уравнение (6) разложением искомой функции  $\rho(x, \tau)$  в обобщенный ряд Фурье, при этом

$$\rho(x, \tau) = \sum_n e^{-x} T_n(\tau) X_n(x), \quad (10)$$

$$T_n(\tau) = e^{-\lambda_n^2 \tau}. \quad (11)$$

При малых колебаниях ионов примеси  $J_1(Z), J_2(Z)$  - малые величины, по этой же причине  $\varepsilon^2 \cong 0$  и уравнение (6) принимает вид:

$$x(1 + \varepsilon x) X_n'' + (1 + 2\varepsilon x - x) X_n' + \lambda_n^2 X_n = 0. \quad (12)$$

Решение его удобно искать в виде:

$$X_n = a_0^n + a_1^n x + a_2^n x^2 \dots + a_n^n x^n. \quad (13)$$

При  $n = 0$ ,  $X_0 = a_0^0 = \text{const}$ ,  $\lambda_0^2 = 0$ . Если  $\rho(x, \tau \rightarrow \infty) = \exp(-x)$  при условии равновесия, поэтому удобно положить  $a_0^0 = 1$ .

Если  $n=1$   $X_1 = a_0^1 + a_1^1 x$ , т.е.  $\lambda_1^2 = 1 - 2\varepsilon$ ,  $a_1^1 = -a_0^1 \lambda_1^2$ , тогда  $X_1 = a_0^1 \lambda_1^2 x$ . При этом  $\varepsilon \rightarrow 0$  в соответствии с [3]  $\lambda_1^2 \rightarrow 1$ ,  $X_1 \rightarrow L_1(x) = 1 - x$ , где  $L_1(x)$  - полином Лаггера, т.е.  $a_0^1 = 1$

Аналогично можно найти все  $\lambda_n$  и  $X_n$ . При  $n \geq 2$  можно пренебречь зависимостью  $X_n = X_n(\varepsilon)$ , причем в уравнении (12) полагаем, что  $\lambda_n^2 = \lambda_n^2(\varepsilon)$ , где  $\varepsilon = \frac{\tau_c^{ak}}{\tau_c^{on}}$  показывает вклад акустической и оптической ветви колебаний.

Можно найти, что  $X_n(x) = L_n(x) L_n$ , тогда искомая функция

$$G(J, J_0, \tau) = e^{-x} \sum_{n=0}^{\infty} e^{-\lambda_n^2 \tau} L_n(x) L_n(x_0), \quad (14)$$

где суммирование идет по всем  $\lambda_n$ .

Если  $n=0$ , то функция распределения  $G(J, J_0, t)$  не дает вклад в коэффициент диффузии. С учетом этого из формулы Кубо в виде (1) при найденной зависимости  $G(J, J_0, t)$  можно получить формулу для изотопного механизма диффузии из соотношения (1) в виде:

$$D(m) = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\tau_c^{ak}}{m} \sqrt{U_0 kT} e^{-\frac{U_0}{kT}} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda_n^2(\varepsilon)} \Phi_n \Psi_n \quad (15)$$

Здесь коэффициенты  $\varphi_n, \psi_n$  быстро уменьшаются с ростом  $n$  и в сумме по  $n$  можно учесть лишь несколько первых членов с  $\lambda_n$ :

$$\lambda_0^2 = 0, \lambda_1^2 = 1 - 2\varepsilon, \lambda_2^2 = 2 - 6\varepsilon, \lambda_3^2 = 3 - 12\varepsilon. \quad (16)$$

Из (15) и (16) получим добавочное слагаемое в правую часть формулы (15) для коэффициента диффузии, определяющую вклад изотопного эффекта в виде:

$$\Delta D(m) = \Phi(C_i) \left( \frac{e}{\sqrt{M}} - \frac{e_0}{\sqrt{M_0}} \right), \quad (17)$$

где все величины слабо зависящие от масс ионов, объединены в некоторую функцию  $\Phi(C_i)$ , которая в рамках модели изотопного разделения в данном случае не представляет ценности и можно считать, что  $\Phi(C_i) \cong \text{const}$  при нашем рассмотрении. Некоторый интерес представляет оценка вкладов отдельно акустической и оптической ветви колебаний ионов, зависящей от массы иона примеси

$$\varepsilon(m) = \frac{\tau_c^{ak}}{\tau_c^{on}} = \sqrt{1 - \left( \frac{\omega}{\omega_{\max}^{ak}} \right)^2} \left( \omega_{\max}^{on} - 2\omega \right)^2, \text{ где } \omega(m) = m^{-\frac{1}{2}}. \quad (18)$$

Из формулы (18) следует, что с увеличением массы иона примеси растет вклад акустических колебаний и величина  $D(m)$  увеличивается, а при возрастании вклада оптических колебаний эта зависимость все более иллиминируется, т.к. уменьшается обратная зависимость  $D(m)$  и изотопный эффект диффузии будет стремиться к минимальному.

## 2. Теоретический расчет факторов разделения и очистки

Имеем модель рафинирования вещества при электромагнитном действии, если процесс имеет место в режиме зонной очистки с индукционным нагревом при наложении электрического поля. В соответствии с обозначениями [2,3], получим:

$$y(x) = \frac{C_m}{C_0}, \quad x = \xi. \text{ Здесь } \frac{C_m}{C_0} - \text{ относительная концентрация примеси;}$$

$\xi$  – относительная координата слитка.

$$\text{Фактор очистки: } y'(x) = \left( \frac{C_m}{C_0} \right)' = f'(\xi).$$

Из теории Де-Гроота при  $\rho \ll 1, \xi \ll 1$

$$y(x) = 1 - \beta(D_0 + D_m)^2, \quad (19)$$

где  $D_0$  – коэффициент диффузии в отсутствие электромагнитного действия;

$D_m$  – массовая добавка к коэффициенту диффузии при электромагнитном действии.



В соотношении (19) входит некоторый коэффициент  $\beta$ , так, что  $\beta = \frac{\pi^2 E}{\kappa TL}$ ;

$L$  – длина диффузии частиц.

В общем случае действия при наличии электрического поля напряженностью  $E$ , вызывающего перенос ионов имеем из (19) соотношение

$$y(x) = \frac{\pi^2 u EL}{D_{эф}} x^2, \quad (20)$$

$$D_{эф} = D_0 + D_m.$$

Из равенства (20) следует, что коэффициент очистки

$$f'(\xi) = y'(x) = 2\kappa' x, \quad (21)$$

$$\kappa' = \frac{\pi^2 u EL}{D_0 + D_m} x^2. \quad (22)$$

Очевидно, что с учетом приближения  $\xi \ll l$  при практической оценке коэффициента очистки  $f'(\xi)$  надо выбирать координаты  $x \dots x_n$ , для самых начальных участков диффузии целесообразно выбирать величину  $\xi$ , к примеру, из условия  $0 < \xi \ll l/3$  (23).

Эффективный коэффициент диффузии найдем с учетом равенства (17), так что

$$D_{эф} = D_0 + D_m = D_0 + C \left( \frac{e}{\sqrt{M}} - \frac{e_0}{\sqrt{M_0}} \right) \quad (24)$$

где  $M$  и  $M_0$  – массы вещества и диффундирующей примеси

Для рафинирования, в частности, легких металлов оценим  $D_{эф}$ , полагая  $e \cong e_0$ ,  $M > M_0$ ,  $D_0 \cong \text{const}$ .

Выражение для  $D_{эф}$  удобно представить в виде:

$$D_{эф} \cong D_0 + \frac{C}{\sqrt{M_0}} \langle e \rangle \left( \frac{\sqrt{M_0}}{\sqrt{M}} - 1 \right). \quad (25)$$

В соответствии с (17) всегда  $\left( \frac{\sqrt{M_0}}{\sqrt{M}} - 1 \right) < 0$ , т.е. при  $M \rightarrow \infty$ ,  $K' \rightarrow K_{max}$  и

эффект очистки вещества от самого тяжелого иона будет максимальным, если  $M \gg M_0$ . таким образом, в нашей модели рафинирующего процесса соотношение (6) отвечает физической картине действия механизма изотопного разделения в рамках нашего рассмотрения.

Оценку корректности результатов, вытекающих из теории изложенной в п.п. 1, 2, удобно произвести по данным для зонной очистки бериллия от некоторых тяжелых примесей Mg, Mn, Fe при бестигельной зонной плавке с электромагнитным созданием жидкой зоны [2]. Полученные при этом данные

позволяют сравнить параметры разделения и очистки в режимах обычной кристаллизации (А) и кристаллизации с наложением переменного электрического поля (В) В таблице приведены вычисленные значения  $\chi$  и  $K'(\xi)$  для этих примесей. Параметры  $K'(\xi)$  получены обработкой исходных данных зависимостей  $\left(\frac{C_m}{C_0}\right)' = f'(\xi)$  методом наименьших квадратов, причем  $\chi = \sqrt{\frac{M}{M_0}} - 1$ .

Приведенные в таблице значения факторов очистки  $K'(\xi)$  и коэффициента разделения  $\chi$  для примесей находятся в хорошем соответствии с построенной теорией изотопного переноса при активации его электромагнитным действием. Влияние этого действия на фактор  $K'(\xi)$  наиболее заметно в процессе зонной очистки с наложением переменного электрического поля (В).

Элемент	Масса диффундирующей примеси, $M$	Масса вещества $M_0$	$\chi$	Экспериментальные данные [2].		Вид процесса
				$y' = \left(\frac{C_m}{C_0}\right)'$	$y = \left(\frac{C_m}{C_0}\right)$	
Mg	24	9	0,39	0,42	0,25	А
Mn	55	9	0,60	0,42	0,20	
Fe	56	9	0,60	0,42	0,35	
Mg	24	9	0,39	0,85	0,5	В
Mn	55	9	0,60	0,85	0,1	
Fe	56	9	0,60	0,85	0,1	

При этом величина  $K'$  возрастает в 2 раза по сравнению с очисткой без переменного поля (А). Очевидно, положительное действие электромагнитного поля на разделение примесей имеет место в случае  $M \gg M_0$ . При этом величина фактора разделения возрастает до значения 0,6, при действии механизма разделения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Verhoeven J. Frans. AIME, 233, 1156, 1261
2. Гринюк В.Н. Кандидатская диссертация, 1974.
3. De-Groot. Physica, 9, 699, 1942
4. De-Gennes P.G. J Phys. Radium, 17, 605, 1967
5. Jaworsky B.M. & oth. Physik Griffbereit, Berlin, 1973.
6. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Физ.-мат. Изд., 1961.
7. Вараксин А.Н. и др. Атомная и молекулярная физика. Сб. Трудов УПИ, 111, 1976.
8. Вараксин А.Н. и др. ФТТ, 15, 2678, 1973.



**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕНОСА  
И ИХ КОРРЕЛЯЦИЯ ПРИ НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ  
В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ**

*Методом расчета корреляционных коэффициентов произведена оценка вкладов электродиффузии и явления Пельтье при зонной очистке бериллия от углерода в электрическом поле. Полученные данные подтверждают преобладающий вклад электродиффузии при этой очистке в системе бериллий – углерод.*

Научно-технические достижения с необходимостью определяют развитие технологий получения высокочистых веществ. Здесь перспективны физические методы очистки веществ, в частности метод кристаллизации с наложением электрического поля [1 – 3] высокая эффективность такого способа очистки требует исследования физических механизмов, способствующих очистке. В работах [1, 3] особо отмечены механизмы, связанные с электропереносом в жидкой зоне и явлением Пельтье на границе раздела твердой и жидкой фаз. Автором [3] была предпринята попытка оценить парциальность механизмов на основе изменения концентраций в слитках при действии этих механизмов и найти оптимальные параметры очистки. В этой же работе, в дополнение к исследованию рафинирования при зонной плавке системы бериллий-углерод, были получены первые данные о «чистом» электропереносе примесей в расплаве бериллия с применением активационного анализа для идентификации концентрационных изменений при переносе ионов углерода.

В настоящем теоретическом исследовании предпринята попытка дополнительно обсудить парциальный вклад явлений Пельтье и электропереноса в очистку при кристаллизации в жидкой системе бериллий- углерод на основе данных о электропереносе в расплавленном бериллии. С этой целью осуществлен корреляционный анализ пар концентрационных зависимостей при действии каждого явления и «чистого» электропереноса в расплаве с использованием данных [3].

Корреляционные оценки основаны на определении теоретических и эмпирических коэффициентов корреляции по формулам:

$$r_{теор} = \frac{\varphi(x, y)}{X(x)Y(y)},$$

$$r_{эмп} = \frac{\varphi(x, y) - X_1(x)Y_1(y)}{Z(x, y)Z_1(y)}, \quad (1)$$

где величины в правых частях равенства находимы при выборке данных  $x, y$ .

Пары концентрационных зависимостей  $\frac{\partial C_{mi}}{\partial \xi} = f(\xi)$ , отвечающие отдельным процессам (чистый электроперенос + зонный переплав, явление Пельтье + зонный переплав) обработаны на компьютере по программам [4].

В данном исследовании парциальность явлений обсуждалась на основе построения зависимостей  $f'(\xi) = \left(\frac{\partial C_{mi}}{\partial \xi}\right)'$ . Это было необходимо, так, как в общем случае величины концентраций  $C_{mi}$  были функциями не только относительной координаты  $\xi$ , но и начальной концентрации и времени действия переноса  $t$ . Такой подход, как показывают дальнейшие обсуждения полученных результатов, достаточно корректен. Действительно, имеют место трудности при коррелировании зависимостей величин при их связи с большим количеством параметров. Вводимый при этом коэффициент множественной корреляции в плоскости регрессии сложно оценить и дать ему наглядную физическую трактовку [4].

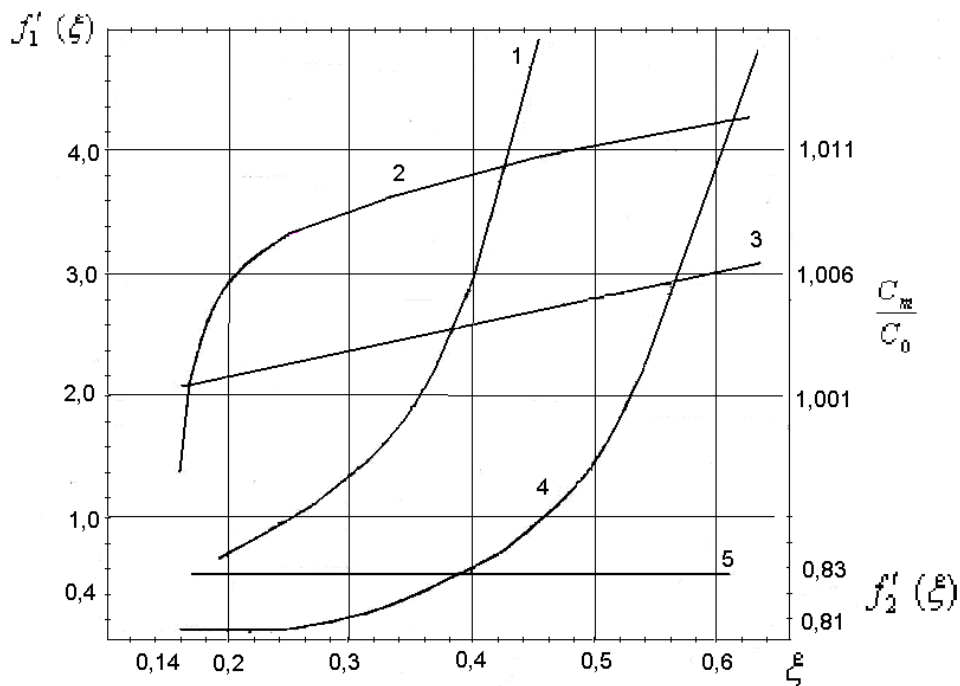


Рис. 1.

На рис. 1. показаны кривые 1, 2 зависимостей вида  $f'_1(\xi)$  для зонного переплава в системе Ве – С с электропереносом (кр.1) и чистого переноса (кр.2). далее зависимость  $f'_2(\xi)$  для зонного переплава с явлением Пельтье и чистого переноса (кр.5).

На рис. 2. проведены графики зависимостей  $\frac{\partial C_{mi}}{\partial \xi} = f(\xi)$ , отвечающие кривым 3, 4, 5. Кривые 3,4,5 были исходными для построения функций  $f'_1(\xi)$  и  $f'_2(\xi)$ .

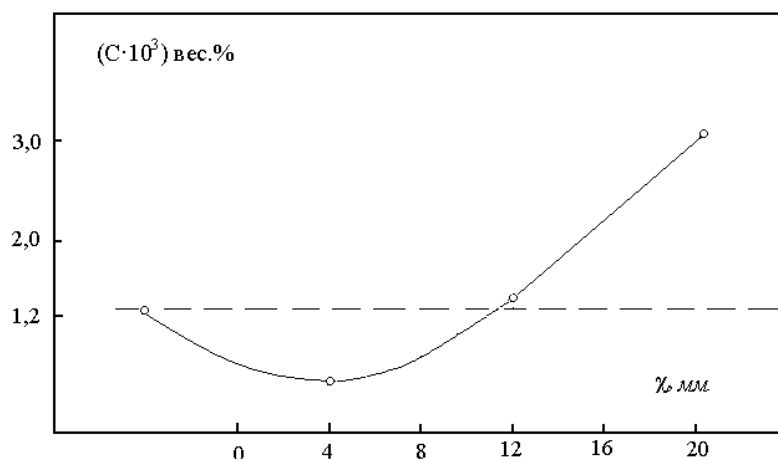


Рис. 2.

Провал зависимости (1) по сравнению с (2) при начальных значениях  $0,2 \leq \xi \leq 0,44$  отвечает значительному вкладу электропереноса при зонной плавке с наложением постоянного электрического поля, установленным ранее. Таким образом, введенный параметр  $f'(\xi)$  для оценки вклада механизмов переноса физически наглядно иллюстрирует активирование механизмов в каждом рассматриваемом процессе очистки.

В таблице ниже приведены коэффициенты корреляции, вычисленные по формулам (1). Как следует из таблицы, наилучшим образом корректируют данные для зонной плавки с доминированием электропереноса в расплаве. При этом имеем  $r_{теор} = 0,97$   $r_{эмп} = 0,88$

При среднем значении  $r_{ср} = 0,93$ . Расхождение величин  $r_{теор}$  и  $r_{эмп}$  здесь минимальное, что свидетельствует о хорошей корреляции результатов по «чистому» электропереносу и зонной плавки с предположением доминирования указанного переноса по данным [3].

Вид процесса	Корреляционный коэффициент		
	$\Gamma_{теор}$	$\Gamma_{эмп}$	$\Gamma_{ср}$
Расплав с наложением электрического поля и зонная плавка + электроперенос	0,97	0,88	0,93
Расплав с наложением электрического поля и зонная плавка + эффект Пельтье	0,85	0,40	0,63

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гринюк В.Н., Папиров И.И., Тихирецкий Т.Ф. Изв.Акад. наук СССР, сер. Металлы №4, с.77, 1967
2. *Нау D.R., Scala E.* Frans. AIME т.223, с.1153, 1962
3. Гринюк В.Н. Электроперенос и электрорафинирование в бериллии. Автореф. дис. канд. физико-математ. наук, Харьков, 1974.
4. Шелест А.Е. Микро-ЭВМ в физике. Наука, Физ.-мат. Ред., 1988.



**СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ  
В ПРОСТРАНСТВЕ УПРАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ПРОЦЕССА  
КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ЦИНКОВЫХ РАСТВОРОВ  
ОТ ПРИМЕСЕЙ**

*Приведена статическая модель процесса комплексной очистки цинковых растворов от примесей. Определены оптимальные режимы работы и синтезирована система управления с распределенными параметрами, обеспечивающая ведение процесса комплексной очистки в оптимальном режиме.*

Технический прогресс в гидрометаллургическом производстве цинка тесно связан с совершенствованием методов очистки растворов сульфата цинка от примесей и оптимизацией этого процесса.

В отечественной и зарубежной практике наиболее целесообразной признана комплексная очистка верхнего слива нейтральных сгустителей от Co, Ni, Cu, Cd и других, вредных для электролиза, примесей мелкодисперсной цинковой пылью в присутствии активирующих добавок (Sb, As и др.), которая обеспечивает глубокое осаждение примесей и позволяет в значительной степени упростить как аппаратное оформление, так и управление технологическим процессом.

При существующих методах управления процессом комплексной очистки цинковых растворов от примесей не всегда обеспечивается необходимое качество растворов. В производственных условиях раствор постоянно подвержен влиянию различных возмущающих воздействий: меняются состав и расход очищаемого раствора, гранулометрический состав и активность металлического осадителя, концентрация сурьмы как активирующей добавки, кислотность и температура раствора и т.д. Характер и интенсивность влияния возмущающих факторов на процесс различны, но все они приводят к ухудшению технико-экономических показателей процесса.

Основной целью процесса комплексной очистки цинковых растворов от примесей с применением активирующих добавок является максимальный перевод всех примесей из раствора в твердый продукт – кек.

Это условие определяет технологический оптимум процесса очистки.

Установлено, что достижение технологического оптимума может быть связано со значительными материальными затратами. Поэтому задача оптимизации процесса очистки решается с учетом экономического фактора, в качестве которого выбран показатель себестоимости, определяемый расходом реагентов – цинковой пыли и раствора сурьмяной соли.

Выбор критерия оптимизации является одним из наиболее важных этапов оптимизации технологических процессов. Для задачи управления переделом очистки вполне достаточен показатель себестоимости, который определяется расходом цинковой пыли и соли Шлиппе без учета других статей себестоимости цеховых расходов, амортизационных отчислений, зарплаты, которые являются практически постоянными.

Тогда при условии закрепленной производительности в качестве критерия оптимизации можно принять минимум расхода реагентов при заданном содержании примесей в конечном продукте. Математически в общем виде этот критерий можно представить как

$$I = \min \int_0^T \Phi(C_A, C_{An}, Q_{cui1}, \dots, Q_{cuiк}, G_1, \dots, G_r) dt. \quad (1)$$

При  $C_{Aj}(T) \leq C_{Aj}^*$ ,

где  $C_{A1}, \dots, C_{An}$  – содержание примесей;

$C_{Aj}^*$  – предельные значения концентраций примесей;

$Q_{cui1}, \dots, Q_{cuiк}$  – расход соли Шлиппе;

$G_1, \dots, G_r$  – расход цинковой пыли;

$T$  – среднее время пребывания в непрерывной цепочке последовательно соединенных агитаторов для стационарного режима.

Таким образом, критерием управления является достижение оптимума расхода реагентов при установленной производительности и заданном содержании примесей в конечном продукте – нейтральном растворе, поступающем на электролиз.

Так как процесс комплексной очистки на определенном отрезке времени можно считать по входным параметрам квазистационарным, то для управления им можно использовать статическую модель, которая существенно упрощает реализацию системы.

В разработанной системе используется алгоритм управления, основанный на следующей статической математической модели процесса комплексной очистки при следующих обозначениях:

$Q_{cui}$  – расход раствора соли Шлиппе (СШ), м<sup>3</sup>/с;

$K_c$  – коэффициент соотношения концентраций сурьмы, вводимой с раствором СШ, к кобальту в верхнем сливе нейтральных сгустителей (ВСНС);

$Q_{вснс}$  – расход ВСНС, м<sup>3</sup>/с;

$C_{Co}$  – концентрация Co в ВСНС, кг/м<sup>3</sup>;

$C_{sbсш}$  – концентрация Sb в растворе СШ, кг/м<sup>3</sup>;

$Q_{Zni}$  – расход цинковой пыли в  $i$ -тую стадию процесса, кг/с;

$K_n$  – коэффициент избытка цинковой пыли для  $i$ -той стадии, учитывающий активность цинковой пыли и состав очищенного раствора;

$Q_{pi}$  – расход очищаемого раствора в  $i$ -тую стадию процесса, м<sup>3</sup>/с;

$m_{Cu}, m_{Cd}, m_{Sb}, m_{Co}, m_{Ni}$  – стехиометрические коэффициенты;

$C_{Cu\ i}, C_{Cd\ i}, C_{Sb\ i}, C_{Co\ i}, C_{Ni\ i}$  – концентрации компонентов в растворе на входе  $i$ -той стадии процесса, кг/м<sup>3</sup>;

$K_{ni}^0$  – коэффициент избытка цинковой пыли для  $i$ -той стадии, учитывающий активность цинковой пыли.

$C_{Cd}^1, C_{Co}^1, C_{Sb}^1$  – текущие значения концентраций примесей в очищенном растворе, кг/м<sup>3</sup>;

$C_{Cd}^*, C_{Co}^*, C_{Sb}^*$  – допустимые значения концентраций примесей в очищенном растворе, кг/м<sup>3</sup>.

$$Q_{cui} = K_c Q_{вснс} \frac{C_{Co}}{C_{Sbcui}};$$

$$Q_{Zni} = K_{ni} Q_{pi} (m_{Cu} C_{Cui} + m_{Cd} C_{Cdi} + m_{Sb} C_{Sbi} + m_{Co} C_{Co_i} + m_{Ni} C_{Ni_i})$$

$$\Delta C_{Cd} = C_{Cd}^1 - C_{Cd}^*; \quad \Delta C_{Co} = C_{Co}^1 - C_{Co}^*; \quad \Delta C_{Sb} = C_{Sb}^1 - C_{Sb}^*$$

$$K_{ni} = \begin{cases} K_{ni}^0 \text{ при } \Delta C_{Cd} < 0, \Delta C_{Co} < 0, \Delta C_{Sb} < 0 \\ K_{ni}^0 + \alpha_{Cd} \frac{\Delta C_{Cd}}{C_{Cd}} \text{ при } \Delta C_{Cd} > 0, \Delta C_{Co} < 0, \Delta C_{Sb} < 0 \\ K_{ni}^0 + \alpha_{Co} \frac{\Delta C_{Co}}{C_{Co}} \text{ при } \Delta C_{Co} > 0, \Delta C_{Cd} < 0, \Delta C_{Sb} < 0 \\ K_{ni}^0 + \alpha_{Sb} \frac{\Delta C_{Sb}}{C_{Sb}} \text{ при } \Delta C_{Sb} > 0, \Delta C_{Cd} < 0, \Delta C_{Co} < 0 \\ K_{ni}^0 + \alpha_{Cd} \frac{\Delta C_{Cd}}{C_{Cd}} + \alpha_{Co} \frac{\Delta C_{Co}}{C_{Co}} \text{ при } \Delta C_{Cd} > 0, \Delta C_{Co} > 0, \Delta C_{Sb} < 0 \\ K_{ni}^0 + \alpha_{Cd} \frac{\Delta C_{Cd}}{C_{Cd}} + \alpha_{Sb} \frac{\Delta C_{Sb}}{C_{Sb}} \text{ при } \Delta C_{Cd} > 0, \Delta C_{Co} < 0, \Delta C_{Sb} > 0 \\ K_{ni}^0 + \alpha_{Co} \frac{\Delta C_{Co}}{C_{Co}} + \alpha_{Sb} \frac{\Delta C_{Sb}}{C_{Sb}} \text{ при } \Delta C_{Cd} < 0, \Delta C_{Co} > 0, \Delta C_{Sb} > 0 \\ K_{ni}^0 + \alpha_{Cd} \frac{\Delta C_{Cd}}{C_{Cd}} + \alpha_{Co} \frac{\Delta C_{Co}}{C_{Co}} + \alpha_{Sb} \frac{\Delta C_{Sb}}{C_{Sb}} \\ \text{при } \Delta C_{Cd} < 0, \Delta C_{Co} > 0, \Delta C_{Sb} > 0 \end{cases}$$

Для конкретных технологических процессов на различных предприятиях данная модель уточняется с учетом количества стадий и других особенностей процесса комплексной очистки.

Блок-схема предлагаемой системы оптимального управления с распределенными управляющими воздействиями показана на рисунке.

Входные сигналы поступают одновременно на объект управления и вычислительное устройство (ВУ), на вход которого подаются также ограничения по входным показателям.

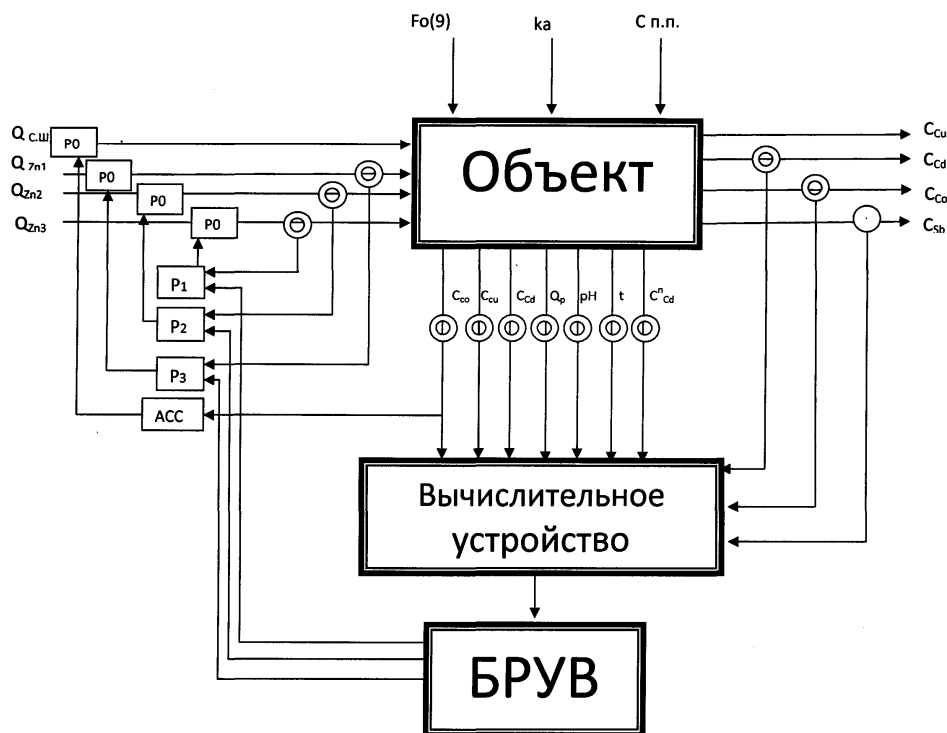
Выходом вычислительного устройства являются сформированные управляющие воздействия, соответствующие оптимальному расходу цинковой пыли, которые далее поступают на блок распределения управляющего воздействия (БРУВ) по агитаторам, выдавая задание локальным регуляторам расхода цинковой пыли.

Оптимальное соотношение  $C_{Sb}/C_{Co}$  поддерживается автономной следящей системой (АСС).

Содержание примесей на выходе процесса комплексной очистки являются взаимосвязанными величинами. Выполнение условий  $C_{Cd} \leq C_{Cd}^{доп}$ ,  $C_{Co} \leq C_{Co}^{доп}$  приводит к обязательному выполнению условия  $C_{Cu} \leq C_{Cu}^{доп}$ ,  $C_{Ni} \leq C_{Ni}^{доп}$ . Поэтому для повышения точности формирования величин управляющих воздействий (в связи с изменением активности и гранулометрического состава цинковой пыли, температуры, кислотности и дру-



гими возмущениями) проводится адаптация работы вычислительного устройства. Учитывается информация о рассогласованиях между измеренными значениями концентраций кадмия, кобальта и сурьмы в выходном потоке и прогнозируемыми вычислительным устройством для текущих значений входных величин. Содержания примесей измеряются концентратом АЖЭ-11. Для определения расхода очищаемого раствора используется индукционный расходомер. Для дозирования цинковой пыли применяется дозатор автоматический шнековый ДАШ-1, а дозирование соли Шлиппе осуществляется диафрагмовым питателем реагентов типа ДПР. Локальные системы контроля температуры, кислотности и регулирования расходов цинковой пыли построены на стандартной аппаратуре.



⊖ - автоматический контроль содержания примесей.

Система оптимального управления с распределенными управляющими воздействиями.

Исследования\* [1] позволили установить, что максимальная скорость и степень осаждения ионов кобальта (никеля) достигаются при соотношении исходных содержаний сурьмы к кобальту, равном  $0,6 \div 0,8$ . Приняв это соотношение постоянным, задачу оптимизации можно сформулировать следующим образом: необходимо найти также значения управляющих воздействий  $G_i(\tau)$  в промежутке  $0 \leq \tau \leq T$ , чтобы критерий оптимизации

\* Саакянц А.А. Исследование процесса комплексной очистки цинковых растворов от примесей//Цветные металлы.№6, 2006.

принял минимальное значение при  $C_{Aj}(T) \leq C_{Aj}^*$  и  $Q_p = \text{const}$ , где  $C_{Aj}^*$  – предельные значения концентрации примесей;  $Q_p$  – расход очищаемого раствора. Управление  $G_i(\tau)$  должно удовлетворять ограничениям 1)  $G \in G_\tau$ ; 2)  $G = \sum G\tau$ ; 3)  $G_i > 0$ ;  $i = 1, 2, \dots, \tau$ , где  $T$  – время технологической переработки (время проведения процесса в периодическом агитаторе или среднее время пребывания в непрерывной цепочке последовательно соединенных агитаторов для стационарного режима).

Анализ данных исследований показывает, что оптимальными условиями, обеспечивающими требуемое остаточное содержание ионов примесей в очищенном растворе при минимальном расходе реагентов, является ввод металлического осадителя равными порциями в два – три приема для периодического режима или распределенная подача равных количеств цинковой пыли в две – три точки технологической цепи аппаратов для непрерывного процесса. При этом соль Шлиппе вводится в начале процесса или в головной реактор. Расход ее поддерживается постоянным в соотношении  $C_{Sb}/C_{Co} = 0,7 \div 0,8$ . Такой режим позволяет сократить удельный расход цинковой пыли на 27 – 30 %.



УДК 669. 784: 519.87

*Канд. техн. наук, доц. МЕШКОВ Е.И.,  
д-р техн. наук, проф. РУТКОВСКИЙ А.Л.,  
канд. техн. наук, доц. ГЕРАСИМЕНКО Т.Е.,  
канд. техн. наук, доц. БАГАЕВА М.Э.*

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОНКОГО СУХОГО ПОМОЛА В БАРАБАННЫХ МЕЛЬНИЦАХ ЭЛЕКТРОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Предложена методика математического моделирования процесса тонкого сухого помола, учитывающая форму частиц и пористость их структуры. Полученные математические выражения позволяют определить зависимость массового расхода всех фракций от длины мельницы.*

В электродной промышленности для тонкого помола прокаленного кокса используют двухкамерные трубные мельницы с центральной загрузкой, работающие в режиме сухого измельчения.

Размол материала проводится открытым способом «на слив» или с пневмосепарацией. Материал выходит из мельницы в виде готового продукта с определенным размером частиц.

Подача кокса в мельницу осуществляется из расходного бункера. Гранулометрический состав исходного материала в процессе производства изменяется в очень широких пределах, эти колебания значительны даже в течение одной смены (из-за сегрегации материала в расходном бункере).

Гранулометрический состав выходного продукта колеблется в пределах, превышающих технологическую норму в среднем более чем в 3 – 4 раза. Этим объясняется снижение качества и появление брака на последующих переделах. Поэтому основной задачей управления технологическим режимом процесса является стабилизация гранулометрического состава тонкого помола.

Установка на входе шаровой мельницы дозатора для стабилизации весовой загрузки материала, дозируемого в мельницу, не обеспечивает стабилизацию гранулометрического состава тонкого помола, так как действуют возмущающие факторы (изменение гранулометрического состава материала на входе, изменение степени размалываемости материала и т.п.). Однако, если выбрать в качестве управляющего воздействия весовую загрузку на входе шаровой мельницы, то установка дозирующего устройства необходима.

В настоящее время в электродной промышленности наиболее распространен способ управления процессом сухого шарового помола, который реализуется путем изменения весовой загрузки исходного материала в мельницу в соответствии со значением звукометрического параметра [1, 2]. При этом поддержание звукометрического параметра на заданном уровне позволяет с определенной вероятностью поддерживать гранулометрический состав выходного продукта в заданных пределах. К недостаткам указанного способа следует отнести то обстоятельство, что при изменении гранулометрического состава выходного продукта, загрузка остается на прежнем уровне до тех пор, пока это изменение не идентифицируется измерителем звукометрического параметра. Вследствие недостаточно высокой чувствительности звукометрического измерителя, регулирование загрузки мельницы начинается после появления достаточно больших отклонений исходной крупности, что приводит к большим колебаниям гранулометрического состава готового продукта [3].

Кроме того, управление процессом по звукометрическому параметру требует подачи в мельницу материала со стабильными свойствами по размалываемости. При изменении свойств исходного материала происходит неизбежное изменение гранулометрического состава готового продукта помола при одном и том же уровне звукометрического параметра. Эти причины приводят к недопустимым отклонениям качества выпускаемой продукции.

Анализ известных способов управления процессом сухого помола кокса в шаровых мельницах показывает, что в условиях электродного производства критерий оптимального управления технологическим режимом помола может быть представлен в следующем виде:

$$\begin{aligned} Q(t) &= \max, \\ \beta(d, t) &= \beta^*(d, t), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $Q(t)$  – производительность мельницы по готовому продукту;  $\beta(d, t)$  – дифференциальная гранулометрическая характеристика продукта измельчения;  $\beta^*(d, t)$  – заданная величина дифференциальной гранулометрической характеристики продукта измельчения;  $t$  – текущее время;  $d$  – текущий диаметр частиц.

Требования критерия сводятся к обеспечению максимальной производительности мельницы при обеспечении заданного качества (тонины) помола [3].

Информация о крупности исходного продукта [4, 5], получаемая путем заданного функционального преобразования сигналов датчика контроля загрузки мельницы, позволяет полностью исключить влияние ее колебания на качество (гранулометрический состав) готового продукта.

В этом случае для оптимизации управления процессом необходимо использовать регулятор с внутренней моделью [6] в составе замкнутой системы. Математическая модель процесса может быть представлена следующим образом.

Закономерность переноса  $i$ -ой фракции измельчаемого материала в однопоточном потоке вдоль мельницы, по оси  $x$  при отсутствии диффузии описывается известным уравнением [7]

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \tau} + w_x \frac{\partial Q_i}{\partial x} = \frac{\partial Q_i^o}{\partial \tau} + \frac{\partial Q_i^p}{\partial \tau}, \quad (2)$$

где  $Q_i$  – массовый расход  $i$ -ой фракции, кг/с;  $w_x$  – средняя по сечению материала скорость его движения вдоль оси  $x$ , м/с;  $o$  и  $p$  – индексы, обозначающие соответственно образование и расходование  $i$ -ой фракции в результате помола.

В случае стационарного процесса, когда локальное значение расхода фракций не изменяется во времени, то есть  $\partial Q_i^p / \partial \tau = 0$ , уравнение (1) упрощается

$$\frac{\partial Q_i}{\partial x} = \frac{1}{w_x} \left( \frac{\partial Q_i^o}{\partial \tau} + \frac{\partial Q_i^p}{\partial \tau} \right). \quad (3)$$

Для процесса измельчения в барабанных мельницах используется следующее кинетическое уравнение [8]

$$\frac{\partial Q}{\partial \tau} = -k_0 n Q, \quad (4)$$

где  $k_0$  – константа, относительная скорость измельчения при  $Q=Q_0$ , с<sup>-1</sup>;  $n$  – коэффициент изменения относительной скорости измельчения в зависимости от значения расхода  $Q$ , ед.

Значение константы  $k_0$  определяется из уравнения (3) при  $Q=Q_0$  и  $n=1$

$$k_0 = -\frac{1}{Q_0} \frac{\partial Q_0}{\partial \tau}, \quad (5)$$

а значение коэффициента  $n$  от относительной скорости измельчения  $1/Q \partial Q / \partial \tau$  выражается зависимостью

$$n = -\frac{1}{k_0 Q} \frac{\partial Q}{\partial \tau}. \quad (6)$$

Для удобства практического использования уравнение (3) преобразовано с применением параметра  $p$ , который представляет собой константу, равную значению коэффициента  $n$  в конце измельчения, при  $Q$  стремящемся к 0. В этом случае это уравнение, написанное для расхода  $i$ -ой фракции, имеет вид

$$\frac{\partial Q_i^p}{\partial \tau} = -k_{0i} \left[ p_i + (1-p_i) \frac{Q_i}{Q_{0i}} \right] Q_i \quad \text{при } i=1 \dots m-1. \quad (7)$$

В процессе измельчения крупных фракций образуются частицы разных размеров, которые поступают в более мелкие фракции. Доля образующихся частиц каждой мелкой фракции от общего количества размолотой крупной фракции определяется коэффициентом  $\alpha$ , значение которого согласно первой гипотезе Загустина [7] выражается равенством

$$\alpha_{k,i} = \frac{1}{m-i} \quad \text{при } i=2 \dots m \text{ и } k=1 \dots i-1, \quad (8)$$

где  $m$  – количество контролируемых фракций;  $i$  и  $k$  – номер соответственно мелкой и крупной фракций.

С учетом равенства (7) изменение массового расхода  $i$ -ой фракции за счет размола  $k$ -ых фракций составит

$$\frac{\partial Q_i^o}{\partial \tau} = \sum \alpha_{k,i} k_{0k} \left[ p_k + (1-p_k) \frac{Q_k}{Q_{0k}} \right] Q_k \quad \text{при } i=2 \dots m \text{ и } k=1 \dots i-1. \quad (9)$$

Подстановкой зависимостей для значений  $\partial Q_i^p / \partial \tau$  и  $\partial Q_i^o / \partial \tau$  из уравнений (7) и (9) в уравнение (3) получим следующую систему, состоящую из  $m$  уравнений

$$\frac{\partial Q_i}{\partial x} = \frac{1}{w_x} \left\{ \sum \alpha_{k,i} k_{0k} \left[ p_k + (1-p_k) \frac{Q_k}{Q_{0k}} \right] Q_k - k_{0i} \left[ p_i + (1-p_i) \frac{Q_i}{Q_{0i}} \right] Q_i \right\}. \quad (10)$$

Решение этой системы при известных значениях  $w_x$ ,  $k_0$ ,  $p$  и  $Q_0$  для каждой фракции измельчаемого материала даёт зависимости массового расхода всех фракций от длины мельницы. Эти уравнения можно применять с целью расчета процесса измельчения зональным методом в случае, когда параметры  $\alpha$ ,  $k_0$ ,  $p$  изменяются в зависимости от координаты  $x$  и, значения которых принимают постоянными в пределах каждого участка (зоны), выделяемых вдоль оси мельницы. Данные решения системы (10) для шести фракций при  $w_x = 3,5 \cdot 10^{-3}$  м/с,  $k_0 = 0,04$  с<sup>-1</sup>,  $p = 0,08$  и  $Q_0 = 3$  кг/с и фракционном составе исходного материала  $c_1 = 0,5489$ ,  $c_2 = 0,25$ ,  $c_3 = 0,15$ ,  $c_4 = 0,05$ ,  $c_5 = 0,001$ ,  $c_6 = 0,0001$ . Расчет проводился с помощью пакета прикладных программ Mathcad.

Программа расчета вектора  $\alpha$ :

$$H(m,m) := \begin{cases} \text{for } i \in 1..m \\ \text{for } k \in 0..i-1 \\ \alpha_i \leftarrow \frac{1}{m-i+1} \\ \alpha \end{cases} \quad \alpha = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.2 \\ 0.25 \\ 0.333 \\ 0.5 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Программа расчета вектора  $a$ :

$$H(m) := \begin{cases} \text{for } i \in 1..m-1 \\ a_i \leftarrow p_i \frac{k_{0_i}}{w} \\ a \end{cases} \quad a = \begin{pmatrix} 0.914 \\ 0.914 \\ 0.914 \\ 0.914 \\ 0.914 \end{pmatrix}$$

Программа расчета вектора  $b$ :

$$H(m) := \begin{cases} \text{for } i \in 1..m-1 \\ b_i \leftarrow \frac{k_{0_i} \cdot (1 - p_i)}{w \cdot y_i} \\ b \end{cases} \quad b = \begin{pmatrix} 6.385 \\ 14.019 \\ 23.365 \\ 70.095 \\ 3.505 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

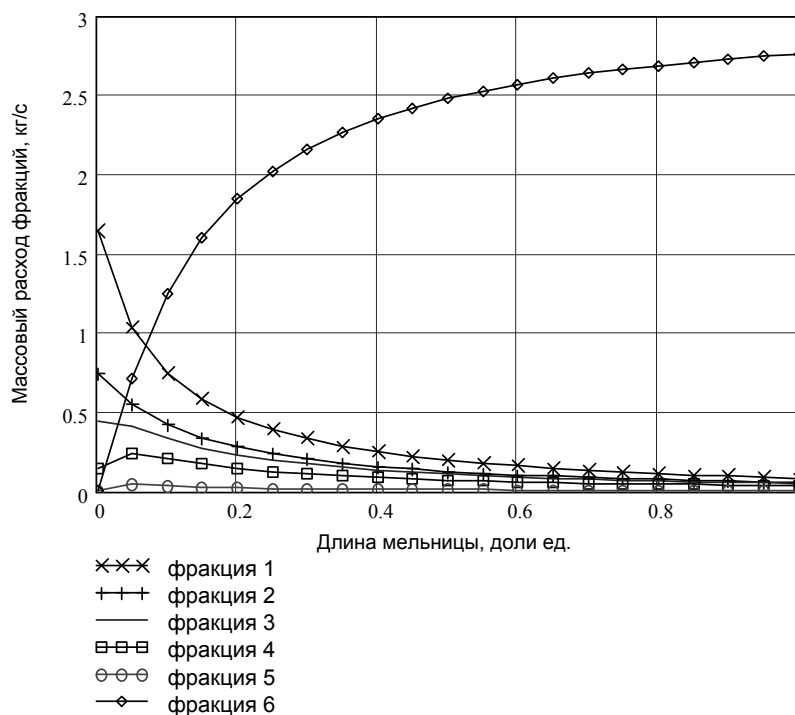
Программа для расчета правой части системы дифференциальных уравнений (10)

$$D(x, y) := \begin{bmatrix} -(a_0 + b_0 \cdot y_0) \cdot y_0 \\ \alpha_1 \cdot (a_0 + b_0 \cdot y_0) \cdot y_0 - (a_1 + b_1 \cdot y_1) \cdot y_1 \\ \alpha_1 \cdot (a_0 + b_0 \cdot y_0) \cdot y_0 + \alpha_2 \cdot (a_1 + b_1 \cdot y_1) \cdot y_1 - (a_2 + b_2 \cdot y_2) \cdot y_2 \\ \alpha_1 \cdot (a_0 + b_0 \cdot y_0) \cdot y_0 + \alpha_2 \cdot (a_1 + b_1 \cdot y_1) \cdot y_1 + \alpha_3 \cdot (a_2 + b_2 \cdot y_2) \cdot y_2 - (a_3 + b_3 \cdot y_3) \cdot y_3 \\ \alpha_1 \cdot (a_0 + b_0 \cdot y_0) \cdot y_0 + \alpha_2 \cdot (a_1 + b_1 \cdot y_1) \cdot y_1 + \alpha_3 \cdot (a_2 + b_2 \cdot y_2) \cdot y_2 + \alpha_4 \cdot (a_3 + b_3 \cdot y_3) \cdot y_3 - (a_4 + b_4 \cdot y_4) \cdot y_4 \\ \alpha_1 \cdot (a_0 + b_0 \cdot y_0) \cdot y_0 + \alpha_2 \cdot (a_1 + b_1 \cdot y_1) \cdot y_1 + \alpha_3 \cdot (a_2 + b_2 \cdot y_2) \cdot y_2 + \alpha_4 \cdot (a_3 + b_3 \cdot y_3) \cdot y_3 + (a_4 + b_4 \cdot y_4) \cdot y_4 \end{bmatrix}$$

Вектор функции определяется методом Рунге – Кутта

$$Z := \text{Rkadapt}(y, 0, 1, 20, D)$$

Результаты решения приведены на рисунке.



#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ральников Л.Н., Трубачев Ю.Д., Иванов А.А. Опыт внедрения звукометрических систем автоматического управления процессом сухого помола кокса // Цветные металлы. 1974, № 5.
2. Тихонов О.Н., Ральников Л.Н., Трубачев Ю.Д. Аналитическое определение динамических характеристик сухого шарового помола // Цветная металлургия. Изв. вузов. 1977, №3.
3. Рутковский А.Л., Мешков Е.И. Управляемость процесса тонкого сухого помола в шаровых мельницах по наблюдаемым параметрам // Цветная металлургия. Изв. вузов. 1994, № 4-6.
4. Топчаев В.П., Рутковский А.Л. и др. Оперативный контроль гранулометрического состава твердых шихт в потоке по косвенным показателям // Цветная металлургия, Изв. вузов. 1978, №4.
5. Устройство для контроля крупности сыпучих материалов / Рутковский А.Л., Данилин Л.А. и др. // А.С. № 1493983. 1985.
6. Денисенко В.В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации // Современные технологии автоматизации. 2007, № 1.
7. Айништейн В.Г., Захаров Г.А. и др. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. М.: Химия, 1999.
8. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. М.: Недра, 1980.



## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СГУЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПУЛЬП

Предложена математическая модель процесса сгущения промышленных пульп и рассмотрены варианты функции распределения гранулометрического состава твердого продукта для нахождения аналитического решения.

Широкое распространение процессов сгущения в цветной металлургии оказывает значительное воздействие на качественные и технико-экономические показатели производства в целом.

При сгущении в сгустителях осаждение происходит под влиянием силы тяжести, при этом в условиях установившегося режима в верхнем слое сгустителя образуется зона осветления, в средней части – зона нестесненного и стесненного падения (зона осаждения) и внизу – зона уплотнения осадка. Механизм осаждения твердых частиц может быть представлен следующим образом (рисунок).

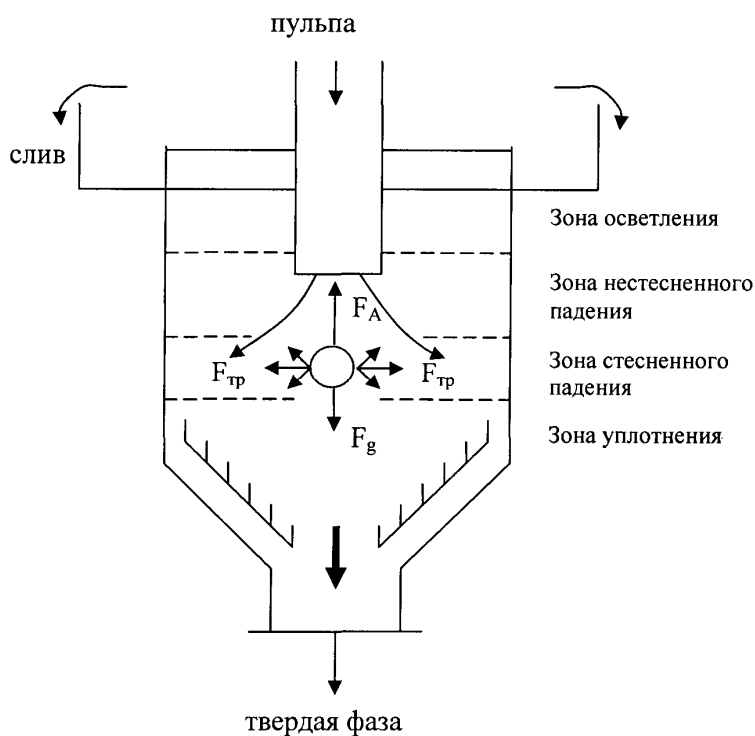


Схема сгустителя:

$F_A$  – архимедова сила,  $F_g$  – сила тяжести,  $F_{тр}$  – сила трения.



В верхних двух зонах движение твердых частиц происходит в разжиженных пульпах по законам свободного падения со скоростью, зависящей от размера и плотности частиц, а также от плотности жидкой фазы. В следующей зоне происходит накапливание частиц, в результате чего создаются стесненные условия осаждения. При этом мелкие частицы задерживают осаждение более крупных, их скорости осаждения выравниваются, и частицы в этой зоне осаждаются сплоченной массой. Внизу, в зоне уплотнения осадка, жидкость выжимается из осадка под давлением вышележащих частиц и перемещается снизу вверх, скорость осаждения частиц практически становится равной нулю, плотность осадка достигает максимума и составляет 43 – 44 % по объему.

В соответствии с предложенным механизмом, а также на основании предлагаемого теоретического подхода и на идеях работ [1 – 5], математическая модель процесса может быть представлена фундаментальной задачей детерминизма. Предполагаем, что задано распределение  $\gamma(l, x, y, z, t_0)$  по крупности ( $l$ ) зерен материала в рабочем пространстве сгустителя ( $x$ ) в начальный момент времени ( $t_0$ ). Требуется предсказать распределение  $\gamma(l, x, t)$  для последующего времени  $t > t_0$ . Уравнения массопереноса частиц, решения которых предсказывают функцию  $\gamma$ , являются базисными уравнениями математической модели. Из них могут быть получены другие уравнения, необходимые для идентификации, алгоритмизации и т. д. Для нахождения базисных уравнений математической модели используем принцип статических сил, действующих на частицы материала (так как каждая из них движется частично хаотически).

Базисные уравнения локального массопереноса составляем исходя из следующих предположений. Количество  $\gamma(l, x, t)dl$  – есть доля (объемная, если не оговорено иное) зерен узкого класса крупности  $l + l + dl$  в точке ( $x, t$ );

количество  $\int_{l_1}^{l_2} \gamma(l, x, t)dl$  – доля класса  $l_1 \div l_2$  в точке ( $x, t$ ) (более строго,  $\gamma dl$  –

есть вероятность обнаружить класс  $l + l + dl$  в точке ( $x, t$ ); нормировка:

$$\gamma: \int_{l_{\min}}^{l_{\max}} \gamma dl = 1.$$

Градиентная сила, действующая на единицу объема частиц узкого класса и обязанная хаотическим столкновениям частиц друг с другом при «стесненном падении», равна [1 – 5].

$$\vec{F}_{\text{град}} = -\frac{k_m}{\gamma} \text{grad } \gamma, \quad (\text{сила/объем}). \quad (1)$$

Коэффициент пропорциональности  $k_m$  может зависеть от крупности  $\ell$  и от природы частиц.

Гравитационная сила земного тяготения

$$\vec{F}_{\text{тяг}} = \bar{g}\rho, \quad (\text{сила/объем}), \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность частиц материала.

Архимедова сила

$$\vec{F}_{\text{мяз}} = -\vec{g}\bar{\rho} = -\vec{g}[m\rho + (1-m)\rho_{cp}], \quad (\text{сила/объем}) \quad (3)$$

где  $\rho_{cp}$  – плотность среды, для воды  $\rho_{cp} = 1$ ;

$m$  – объемная доля материала.

Если частицы разного размера  $l$  имеют различную плотность  $\rho$ , то Архимедову силу можно более точно вычислить по формуле:

$$\vec{F}_{\text{мяз}} = -\vec{g}\bar{\rho} = -\vec{g} \left[ m \int_{\rho_{\min}}^{\rho_{\max}} \int_{l_{\min}}^{l_{\max}} \rho \gamma(\rho, l, x, t) d\rho dl + (1-m)\rho_{cp} \right],$$

где  $m(x, t)$  – (доля объем.) всех твердых частиц в окрестности  $(x, t)$ ;

$(1-m)$  – доля среды.

Сила сопротивления движению за счет соударений частиц друг с другом, т.е. за счет «стесненности» падения, в первом приближении равна:

$$\vec{F}_{\text{стесн}} = -\alpha_M \vec{v}(l, x, t), \quad (\text{сила/объем}), \quad (4)$$

где  $\vec{v}$  – скорость частиц относительно стенок сгустителя;

$\alpha_M$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от  $l$  и т. д.

Точнее, сила сопротивления может быть выражена в виде:

$$\vec{F}_{\text{стесн}} = -\alpha_M (\vec{v} - \int_{l_{\min}}^{l_{\max}} \vec{v} \gamma dl).$$

Здесь интеграл есть средняя скорость  $v_{\Sigma}$  всех зерен, через которые «продирается» данное зерно:

$$\vec{F}_{cp} = -d_{cp} (\vec{v} - \vec{v}_{cp}), \quad (5)$$

где  $\vec{v}_{cp}$  – скорость среды,  $d_{cp}$  – коэффициент пропорциональности, может зависеть от  $l$  и т. д.

Эта сила может быть взята по закону Стокса для малых скоростей  $v - v_{cp}$  при  $Re = [(v - v_{cp})/\eta] R \rho_{cp} < 1$ , по которому на частицу, имеющую шаровидную форму и радиус  $R$ , действует сила

$$6\pi\eta R(\vec{v} - \vec{v}_{cp}),$$

где  $\eta$  – динамическая вязкость среды.

При пересчете на единицу объема частиц через силу Стокса можно получить (при  $l = 2R$ ):

$$\frac{6\pi\eta R}{(4/3)\pi R^3} = \frac{6\pi\eta(l/2)}{(4/3)\pi(l/2)^3} = \frac{18\eta}{l^2};$$

$$d_{cp} = \frac{18\eta}{l^2} = \frac{\alpha_c}{l^2};$$

где  $\alpha_c = 18\eta$  – константа: она пропорциональна  $\eta$  при нешарообразной форме частиц.

Первым базисным уравнением является баланс сил  $\sum F_i = 0$ :

$$g(\rho - \bar{\rho}) - \frac{k}{\gamma} \text{grad } \gamma - \alpha_m (v - v_\Sigma) - \frac{\alpha_c}{l^2} (v - v_{cp}) = 0. \quad (7)$$

При этом совокупность сил в уравнении (7) может быть и иной, в особенности это касается  $\vec{F}_{стесн}$  и  $\vec{F}_{cp}$ , которые могут быть заменены оценками Лященко, Монро, Олевского [1 – 5]. Однако в любом случае рассматриваемый подход остается в силе.

Уравнение (7) помимо предсказуемой функции  $\gamma$  содержит еще и неизвестные функции  $\vec{v}$ ,  $m$  и поэтому необходимо еще одно базисное уравнение, которым является уравнение сохранения вещества:

$$\frac{dm\gamma}{dt} = -d_i v(\vec{v}m\gamma) + m_{ucm}(x,t)Q_{ucm}(x,t)\gamma_{ucm}(l,t) \quad (8)$$

где  $f = (m_{ucm}Q_{ucm}\gamma_{ucm})$  – функция источника (стока);  $Q_{ucm}$  – производительность источника (стока) равна суммарному количеству (объемному) материала и среды подводимых или отводимых (знак « $\leftarrow$ » перед  $Q$ ) в точке  $(x, t)$  в единице объема в единицу времени;  $\gamma_{ucm}$  – характеристика крупности подводимого (отводимого) материала;  $m_{ucm}(x, t)$  – объемная доля твердого в подводимом (отводимом) материале.

Функция  $f = m_{ucm}Q_{ucm}\gamma_{ucm}$  фундаментальной задаче задана, она характеризует для сгустителя загрузку материала, а также разгрузку сгущенного продукта (и слива).

Третье уравнение получается из второго интегрированием обеих частей по  $l$  в пределах  $l_{\min} \div l_{\max}$  с учетом нормирования  $\int_{l_{\min}}^{l_{\max}} \gamma dl = 1$ ; оно имеет вид:

$$\frac{dm}{dt} = -d_i v(\vec{v}_\Sigma m) + m_{ucm}Q_{ucm}. \quad (9)$$

Для наглядности перепишем подробнее полученные уравнения для случая  $\rho = \text{const}$  и для одномерного пространства  $x // \vec{g}$ :

$$\left. \begin{aligned}
 &g(\rho - \rho_{cp})[1 - m(x, t)] - \frac{k_m}{\gamma(l, x, t)} \cdot \frac{d\gamma(l, x, t)}{dx} - \\
 & - \alpha_m \left[ v(l, x, t) - \int_{l_{\min}}^{l_{\max}} v(l, x, t) \gamma(l, x, t) dl \right] - \\
 & - \frac{\alpha_c}{l^2} [v(l, x, t) - v_{cp}] = 0; \\
 & \frac{dm\gamma}{dt} = - \frac{d(vm\gamma)}{dx} + m_{ucm} Q_{ucm} \lambda_{ucm}; \\
 & \frac{dm}{dt} = - \frac{d}{dx} \left( m \int_{l_{\min}}^{l_{\max}} v\gamma dl \right) + m_{ucm} Q_{ucm}.
 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

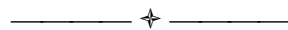
Система уравнений (10) является базисной для математической модели, решение которой конкретизируется добавлением краевых условий.

Решение системы уравнений (10) позволяет получить три функции  $\gamma(l, x, t)$ ,  $v(l, x, t)$ ,  $m(l, x, t)$  для будущего времени  $t > t_0$  при известных краевых (начальных и граничных) условиях и при численно известных для данного сгустителя параметрах  $\rho$ ,  $\rho_{cp}$ ,  $k_m$ ,  $\alpha_m$ ,  $\alpha_c$ ,  $Q_{ucm}$ ,  $\lambda_{ucm}$ , а в общем случае решение может быть найдено численными методами.

**Заключение.** Разработана математическая модель процесса сгущения промышленных пульп, позволяющая найти аналитическое решение при различных вариантах функции распределения гранулометрического состава твердого продукта. В общем случае решение может быть найдено численными методами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Tikhonov O.N., Dembovsky V.V.* Automatic Process Control in Ore Treatment and Metallurgy. Part I Process Dynamics. GEBO. Cairo. 1973.
2. *Тихонов О.Н.* Гравитационное разделение многокомпонентных систем. // Обогащение руд. №1. 1968.
3. *Транксел Д.* Синтез систем автоматического регулирования // М.: Машгиз, 1959.
4. *Болотаева И.И., Рутковский А.Л.* Моделирование процесса сгущения // Труды молодых ученых. Владикавказский научный центр РАН, 2005. №1.
5. *Болотаева И.И.* Математическая модель сгущения пульп в сгустителях непрерывного действия // Материалы XLIII международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс». Новосибирск. 2005.



*Д-р техн. наук, проф. РУТКОВСКИЙ А.Л.,  
канд. техн. наук, доц. СТАРИКОВА Т.В.,  
канд. техн. наук, доц. БОЛОТАЕВА И.И.,  
асп. КОВАЛЕВА М.А.*

## **О ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ ПРИРОДНОГО ГАЗА СЖИЖЕННЫМ**

*Приведены результаты исследований по выбору параметров взаимозаменяемости газов, позволившие произвести замену природного газа, сжигаемого в горелках типа ГМГм, на сжиженный без изменения конструкции горелок, при этом воздушный режим горелок остается неизменным.*

Основой выживания горных регионов в условиях роста цен на энергоносители является решение проблемы ресурсосбережения и экологической безопасности при работе энергетических топливных установок.

Все промышленные агрегаты, работающие на природном газе, должны быть обеспечены резервным топливом. Традиционно для этой цели используют мазут. В современных условиях при эксплуатации котельных установок встречается ряд проблем, которые не только влияют на надежность работы энергетического оборудования, но и приводят к перерасходу топлива, снижению технико-экономических показателей, загрязнению окружающей природной среды.

Попадая в окружающую среду, углеводороды нефти оказывают угнетающее действие на локальные экологические системы: губят живые организмы и существенно изменяют условия их обитания. Проблема охраны окружающей среды от загрязнений мазутом приобретает все большую остроту в связи с ограниченностью возможностей, а иногда и экологической небезопасностью применения для этих целей механических, физических и химических способов очистки.

Решением этих проблем является использование в качестве котельного топлива водотопливных эмульсий (ВТЭ) – нового жидкого синтетического топлива, образованного путем тепломассоэнергообменной "сшивки" воды с жидкими энергоносителями (вода – мазут, вода – дизельное топливо, вода-бензин), но для этого необходимо использование дополнительное оборудование, либо альтернативное топливо – сжиженный углеводородный газ, что позволяет упростить эксплуатацию уже действующего оборудования котельных, улучшить условия труда и экологическую обстановку.

Для эксплуатации существующего оборудования котельных при переходе на сжиженное топливо необходимо использовать взаимозаменяемые газы.

Взаимозаменяемыми принято считать [1, 2] такие газы, которые можно сжигать в газогорелочных устройствах взамен первоначально предусмотренных без нарушения нормальной работы устройств и изменения их конструкции.

Рассматривают шесть критериев взаимозаменяемости газов [2]: тепловая нагрузка, подсос первичного воздуха, отрыв пламени, проскок пламени, образование окиси углерода и других вредных ингредиентов, образование сажи. Взаимозаменяемость одного газа другим допустима лишь при условии

сохранения постоянства значений этих критериев и при отклонении числа Воббе (обобщенного критерия взаимозаменяемости) в пределах 5 – 7 % значения этого числа для одного газа от числа Воббе для другого.

Число Воббе для природного газа и сжиженного:

$$W_o = Q \cdot \sqrt{\frac{P \cdot F}{\rho}},$$

где  $P$  – давление газа, Па;

$Q$  – теплопроизводительность горелки, мВт/ч;

$F$  – расход газа, м<sup>3</sup>/ч;

$\rho$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>.

В настоящее время наиболее широко применяются в котельных горелки типа ГМТм для раздельного сжигания газообразного и жидкого топлива (мазута). Допускается использование горелок ГМГм для совместного сжигания жидкого и газообразного топлива в момент перехода с одного топлива на другое. Поэтому исследовали возможность взаимозаменяемости природного газа и сжиженного для этих горелок.

Взаимозаменяемость газов рассчитана для газомазутной горелки типа ГМГ-5м, расчеты для других типов горелок аналогичны.

С целью сравнительного анализа показателей работы горелок на природном и сжиженном газе, а также для получения исходных данных к расчетам процессов горения, выполнен расчет полного сгорания природного и сжиженного газа по методике [3].

Однако для горелок, предназначенных для сжигания газов в промышленных установках, помимо вышеперечисленных критериев следует учитывать также температуру горения, излучение пламени и предварительный нагрев воздуха.

Чтобы сохранить длину факела на эквивалентном сжиженном газе, необходимо скорректировать расчетное давление на величину соотношения плотностей. Это следует из уравнения для скорости газа в выходном сечении горелки:

$$w_{np.g} = \sqrt{\frac{2 \cdot P_{np.g}}{\xi \cdot \rho_{np.g}}}$$

где  $\rho_{np.g}$  – плотность природного газа, кг/м<sup>3</sup>;  $\xi$  – коэффициент местного сопротивления.

$$P_C = P_{np.g} \cdot (F_{np.g}) \cdot y, \quad \text{где } y = \frac{\rho_C}{\rho_{np.g}};$$

$P_{np.g}$  – давление природного газа, Па;

$P_C$  – давление сжиженного газа, Па;

где  $\rho_C$ ,  $\rho_{np.g}$  – плотности сжиженного и природного газа, кг/м<sup>3</sup>;

$y$  – величина соотношения плотностей газов.

Давление сжиженного газа  $P_C = 1656,8$  Па.

Для сохранения расчетного рабочего режима горелки при переходе на сжиженный газ необходимо сохранить равенство скоростей. Для этого надо скорректировать диаметр подводящего трубопровода сжиженного газа, м:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4F_c}{\pi w_{пр.г} S}},$$

где  $F_c$  – расход сжиженного газа, м<sup>3</sup>/ч.

Следовательно, для сохранения параметров работы горелки и обеспечения безопасности работы (невозможности повысить давление выше расчетного) диаметр подводящего трубопровода необходимо уменьшить в

$$\delta = \frac{d}{d_1}, \text{ раз;}$$

где  $d$  – диаметр подводящего трубопровода газа;

$d_1$  – диаметр подводящего трубопровода сжиженного газа.

Взаимозаменяемость газов доказана по рассчитанным значениям чисел Воббе для природного и сжиженного газа.

#### Параметры работы горелок ГМГм при замене газов

Тип горелки	Газ	Давление газа, Па	Расход газа, м <sup>3</sup> /ч	Диаметр подводящего трубопровода газа, м	Число Воббе
ГМГ-1,5м	природный	4851,83	176,22	0,244	9,122·10 <sup>5</sup>
	сжиженный	2112,33	75,98	0,16	9,048·10 <sup>5</sup>
ГМГ-2м	природный	3440,69	234,96	0,267	7,682·10 <sup>5</sup>
	сжиженный	1411,64	101,307	0,175	7,397·10 <sup>5</sup>
ГМГ-4м	природный	3632,24	469,92	0,374	7,893·10 <sup>5</sup>
	сжиженный	1751,78	202,613	0,246	8,24·10 <sup>5</sup>
ГМГ-5м	природный	3695,18	584,402	0,374	7,961·10 <sup>5</sup>
	сжиженный	1656,8	253,266	0,246	8,013·10 <sup>5</sup>

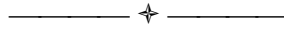
Полученные расходные и рабочие характеристики горелок позволяют выбрать необходимые режимы работы для рассматриваемых видов топлива.

Взаимозаменяемость газов строго доказана по рассчитанным значениям чисел Воббе для природного газа и сжиженного, которые для всех видов горелок ГМГм отличаются друг от друга, не превышая заданный диапазон 5 – 7 %.

Исследования показали возможность замены природного газа, сжигаемого в горелках типа ГМГм, на сжиженный без изменения конструкции горелок, при этом воздушный режим горелок остается неизменным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусовский В.Л., Ливищ А.Е., Тымчак В.М. Газогорелочные устройства и отопление нагревательных печей. М.: Металлургия, 1967.
2. Стаскевич Н.Л., Вигдорчик Д.Я. Справочник по сжиженным углеводородным газам. Ленинград: Недра, Ленинградское отделение, 1986.
3. Гусовский В.Л., Ливищ А.Е., Масалович В.Г., Усачев А.Б. Теплотехнические расчеты при автоматизированном проектировании нагревательных и термических печей (справочник). М.: Черметинформация, 1999.
4. Казанцев Е.И. Промышленные печи. М.: Металлургия, 1964.



УДК 536.33.66.064.4

Канд. техн. наук ЗУРАБОВ А.Т.,  
студ. СОШКИН Г.С.

### ИССЛЕДОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА АНТРАЦИТА ПРИ ПРОКАЛКЕ В ЭЛЕКТРОДНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*Представлены результаты идентификации математической модели выделения летучих из антрацита при прокалке в электродном производстве. Определены кинетические константы пиролиза. Показана возможность прогнозирования процесса выделения летучих при прокалке в промышленной печи.*

Для процесса прокалки углеродосодержащих материалов, важное значение имеет процесс выделения летучих компонентов. Качество прокаленных изделий и технико-экономические показатели процесса во многом определяются кинетикой выделения и горения летучих компонентов. При пиролизе и связанным с ним удалением летучих соединений протекают процессы расщепления углеродного скелета молекул, полного или частичного отщепления функциональных групп с образованием простейших пирогенетических соединений ( $H_2O$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_nH_m$  и др.), конденсации и полимеризации исходных молекул и продуктов их превращения и отщепления водорода вплоть до выделения чистого углерода.

Для антрацитов удаление летучих происходит в два этапа: 1 – со 100 – 200 °С удаление летучих плавно нарастает до 500 °С, затем газовыделение снижается; 2 – при 700 °С вновь возрастает и к 1400 – 1500 °С оно, в основном, завершается [1]. На основании зависимостей, полученных в [1 – 3] можно считать, что процесс удаления летучих лежит в кинетической области течения химических реакций, т.е. скорость удаления летучих определяется скоростью собственно химических реакций пиролиза углеводородных компонентов углеродистого сырья. Тогда скорость выделения продуктов термоллиза для изотермических условий процесса можно представить как [3]:

$$\frac{dM_i}{dt} = -k_i M_i, \text{ при } t = 0, M_i = M_i(0), \quad (1)$$



где  $M_i$  – текущая масса летучих  $i$ -го вида;  $k_i = k_{0i} \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$  – константа

скорости  $i$ -ой реакции (уравнение Аррениуса),  $E$  – энергия активации процесса (кажущаяся),  $k_{0i}$  – предэкспоненциальный множитель,  $R$  – газовая постоянная летучих,  $T$  – температура процесса, К.

Выделяющиеся летучие имеют сложный состав, поэтому для смеси компонентов скорость удаления летучих выразим

$$\frac{dM_{\text{л}}}{dt} = \sum_{i=1}^n \frac{dM_{i\text{л}}}{dt} = -\sum_{i=1}^n k_i M_{i\text{л}}, \text{ при } t = 0 \quad M_{\text{л}} = M(0), \quad (2)$$

где  $M_{\text{л}} = \sum_{i=1}^n M_{i\text{л}}$  – текущая масса летучих в прокаливаемом материале.

Разделив правую и левую части (2) на текущую массу прокаливаемого материала, получим

$$\frac{dC_{\text{л}}}{dt} = \sum_{i=1}^n k_i C_{i\text{л}}. \quad (3)$$

На практике определяют суммарное содержание летучих  $C_{\text{л}}$ , а не  $C_{i\text{л}}$ . Тогда для целей настоящей математической модели запишем

$$\frac{dC_{\text{л}}}{dt} = -k C_{\text{л}}, \text{ при } t = 0 \quad C_{\text{л}} = 0. \quad (4)$$

Коэффициент  $k$  в общем случае есть функция температуры, содержания и химического состава летучих соединений в различных видах углеродистого сырья. Для определенного углеродистого сырья, у которого содержание летучих и их состав остаются постоянными, зависимость  $k$  от температуры выражается уравнением Аррениуса [3]. Для антрацита зависимость  $k$  от температуры выразим также уравнением Аррениуса, но в этом случае данную зависимость следует уточнить по экспериментальным данным. Как и любой физико-химический процесс, выделение летучих должно подчиняться, с одной стороны, вполне определенным закономерностям. С другой стороны, большое количество составляющих компонент и видов связи летучих делает невозможным единообразное полное описание этого процесса. Поэтому для практических целей принимают так называемые одно- и двухкомпонентные схемы, которые опираются на некоторые заранее оговоренные свойства летучих. При использовании однокомпонентной схемы принимают, что летучие во всем исследуемом диапазоне изменения температуры имеют постоянные физико-химические параметры, при двухкомпонентной схеме считают, что выделение летучих протекает в двух температурных диапазонах. Сначала отрываются наименее связанные компоненты, а затем (при более высоких температурах) – остальные.

Идентификация экспериментальных данных, приведенных в [1], по выделению газообразных продуктов в процессе прокалики антрацита проводи-

лась с использованием пакета MathCad 11. Исходные данные для идентификации приведены в таблице. Исходные данные для идентификации по [1].

Температура, °C	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Выход летучих, %	0	0.2	0.52	0.96	1.17	1.26	1.36	2	2.54	3.03	3.36	3.59	3.8	3.97	4.04

Организация эксперимента в работе [1] позволяет сделать вывод, что процесс прокали протекал в квазистатическом режиме, т.е. лимитирующей стадией процесса являлась скорость нагрева.

Функция, представляющая выход летучих веществ по однокомпонентной схеме расчета при этих условиях в соответствии с (4), имеет вид:

$$F(T, k_0, E) = M_{\max} \left( 1 - \exp \left( k_0 \exp \left( \frac{-E}{RT} \right) \right) \right), \quad (5)$$

где  $M_{\max}$  – максимальный выход летучих, %.

Тогда функция, для определения оптимальных значений  $k_0$  и  $E$ , которые минимизируют сумму квадратов отклонений экспериментальных и модельных значений выхода летучих, имеет вид:

$$SSE(k_0, E) = \sum_i (M_i - F(T_i, k_0, E))^2. \quad (6)$$

Молекулярная масса летучих определена усреднением указанных данных, приведенных в [6]. Средняя молекулярная масса летучих по этим данным  $\mu = 16$  моль/кг. Тогда газовая постоянная летучих

$$R = \frac{8,3142}{\mu} = 0,52 \frac{\text{дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}.$$

Решение задачи идентификации параметров  $k_0$  и  $E$  выполнено с применением функций пакета MathCad-11. Блок идентификации представлен в виде

$$\begin{aligned} & \text{Given} \\ & SSE(k_0, E) = 0 \\ & Vr := \text{minerr}(k_0, E), \end{aligned} \quad (7)$$

где  $Vr$  – вектор решения,  $\text{minerr}(x_1, x_2, \dots)$  – функция переменных  $x_i$ , дающих приближенные решения системы уравнений и приводящих к минимальной ошибке (используется в вычислительном блоке Given). В результате найдено, что

$$k_0 = 20,506 \quad \text{и} \quad E = 1791 \cdot 10^3 \text{ Дж/град}. \quad (8)$$

На рис. 1 показаны экспериментальные и расчетные по (5) значения количества выделяющихся при прокалике летучих в зависимости от температуры.

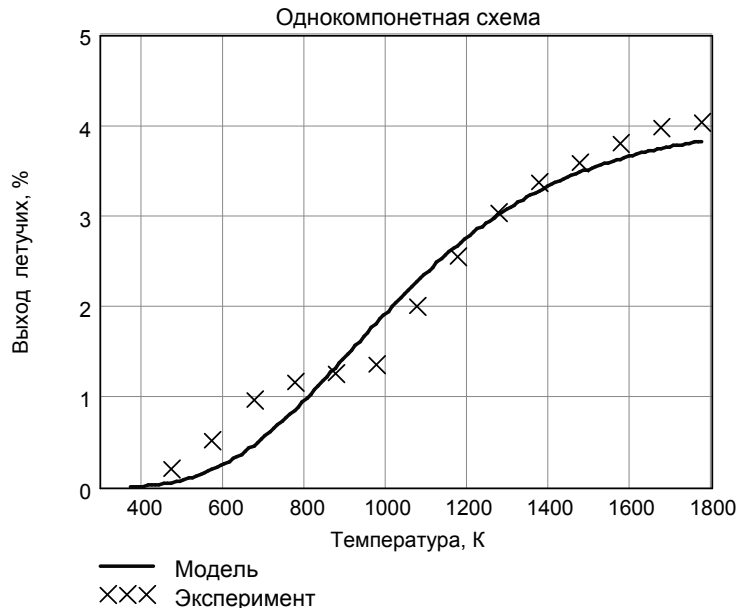


Рис. 1. Результаты идентификации процесса выделения летучих по однокомпонентной схеме.

Для проверки адекватности полученных данных выполнен расчет остаточной дисперсии  $Dost = \frac{SSE(k_0, E)}{n-1} = 0,07$  и дисперсии зависимой переменной  $DM = \text{var}(M) = 1,93$ . Расчетное значение критерия Фишера

$$Frasch = \frac{Dost}{DM} = 27,541 \quad (\text{здесь } n - \text{ количество экспериментальных точек}).$$

Табличное значение критерия Фишера найдено с применением функции пакета Mathcad-11  $qf()$ .

$Ftab = qf(\gamma, n-1, n-m) = 4.1$ . Так как  $Ftab < Frasch$ , то модель значима с доверительной вероятностью  $\gamma$ . (Здесь  $m = 2$  – число определяемых параметров модели, а  $\gamma$  принята равной 0.99). Анализ полученных результатов показывает, что более точно процесс выделения летучих при прокалке антрацита может быть представлен двухкомпонентной схемой. Для этого случая функция (5) записывается в виде:

$$F(T, k_{01}, k_{02}, E_1, E_2) = M_{\max} \left[ \alpha \left( 1 - k_{01} \exp\left(\frac{-E_1}{RT}\right) \right) \right] + (1 - \alpha) \left[ 1 - k_{02} \exp\left(\frac{-E_2}{RT}\right) \right], \quad (9)$$

а функция (6) в виде:

$$SSE(k_{01}, k_{02}, E_1, E_2) = \sum_i [M_i - F(T_i, k_{01}, k_{02}, E_1, E_2)]^2, \quad (10)$$

где  $\alpha$  – доля компонент летучих первого типа,  $k_{01}, k_{02}, E_1, E_2$  – предэкспоненциальный множитель и кажущаяся энергия активации выделения компонент летучих первого и второго типа соответственно.

Решение задачи идентификации по разработанной методике (7) позволило получить следующие оптимальные значения параметров:

$$\begin{aligned} k_{01} &= 1103, & k_{02} &= 212.116, \\ E_1 &= 2156 \cdot 10^3 \text{ Дж/град}, & E_2 &= 3527 \cdot 10^3 \text{ Дж/град}. \end{aligned} \quad (11)$$

При этом минимальная дисперсия ошибки достигнута при  $\alpha = 0,25$ , т.е. доля низкотемпературных компонент летучих составила 0,25. Эти параметры достаточно близки аналогичным величинам для процессов выделения летучих из антрацита при прокалке, которые приведены в [1]. Результаты идентификации представлены на рис. 2.

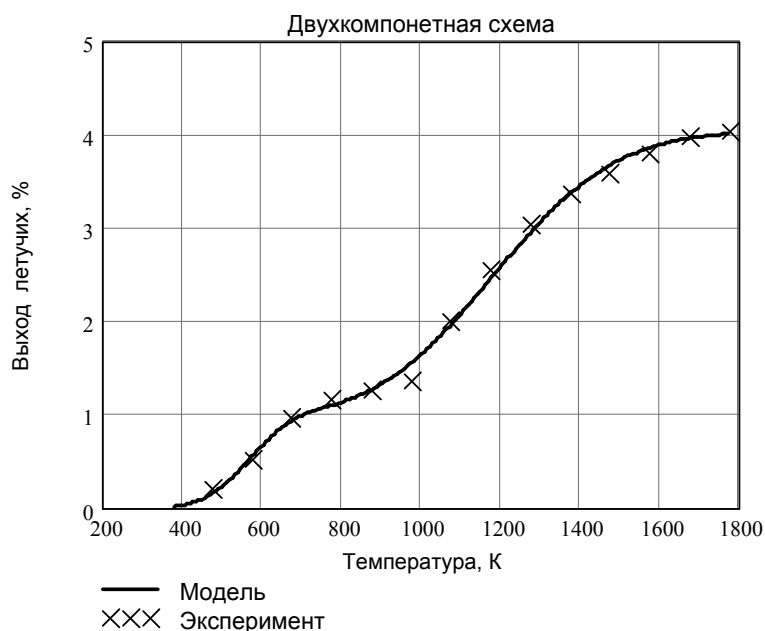


Рис. 2. Результаты идентификации процесса выделения летучих по двухкомпонентной схеме.

**Остаточная дисперсия** составила  $D_{ost} = \frac{SSE(k_{01}, k_{02}, E_1, E_2)}{n-1} = 5,515 \cdot 10^{-3}$ .

Это на порядок ниже, чем при однокомпонентной схеме. Проверка адекватности модели по критерию Фишера показала, что она значима с доверительной вероятностью  $\gamma = 0,99$ . ( $F_{tab} = qF(\gamma, n-1, n-m) = 4,65$ , а

$F_{расч} = \frac{DM}{D_{ost}} = 349,983$ ). Здесь  $m=4$ .

Выполненные исследования позволили установить, что применение двухкомпонентной схемы расчета процесса выделения летучих при прокалке антрацита позволяет прогнозировать ход процесса с высокой точностью и может быть использовано для моделирования этого процесса в промышленных прокалочных печах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чалых Е.Ф. Производство электродов. М.: Металлургия. 1969.
2. Фиалков А.С. Формирование структуры и свойства углеграфитовых материалов. М.: Металлургия. 1965.
3. Данилин Л.А., Рутковский А.Л., Малюгин А.С. К вопросу о механизме прокалики углеродистых материалов // Изв. вузов. Цветная металлургия, 1974, №2.



УДК 541

*Д-р техн. наук, проф. ВОРОПАНОВА Л.А.,  
асп. АЛЕКСЕЕВА С.Н.,  
инж. ПАВЛЮТИНА Е.А.*

### СЕЛЕКТИВНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ХРОМА (VI) ИЗ РАСТВОРОВ КАТИОНОВ МЕТАЛЛОВ

*Показано, что селективное извлечение хрома (VI) из растворов катионов других металлов сорбцией на анионите обеспечивает высокую селективность извлечения при одновременной простоте и сокращении стадий получения чистого хрома и его соединений.*

Способ селективного извлечения хрома (VI) из растворов катионов тяжёлых металлов относится к области извлечения веществ сорбцией и может быть использован в цветной и чёрной металлургии, а также для очистки промышленных и бытовых стоков, для переработки отходов цветных металлов, содержащих хром (VI).

Известны способы сорбции хрома (VI) из водных растворов с применением ионообменных смол [1, 2]. С этой целью применяют как аниониты, так и катиониты. Недостатком способов является то, что не исследована сорбция хрома (VI) из водных растворов катионов тяжёлых металлов и их влияние на результаты сорбции.

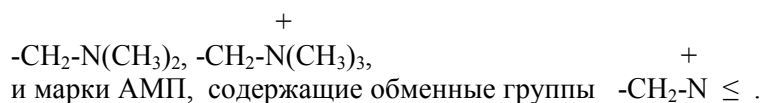
В работе [3] сорбция ионов хрома (VI) с последующим пропусканием раствора дифенилкарбазида осуществляется только при  $\text{pH} = 1$  (0,5 – 2,0 н раствор серной кислоты), поскольку только при этом значении  $\text{pH}$  хром (VI) обнаруживается количественно колориметром с использованием дифенилкарбазида [4]. При этом содержание  $\text{Cr (VI)}$  составляет 5 мкг/л, а максимальное содержание цветных металлов не превышает 1,5 г/л. Таким образом, сорбция малых количеств  $\text{Cr (VI)}$  осуществляется только при  $\text{pH} = 1$  на высокоосновных анионитах. Сорбция ионов хрома (VI) осуществляется на фоне макро-компонента – иона  $\text{Na}^+$ , при этом не уточняется интервал величины  $\text{pH}$  раствора, из которого сорбируется  $\text{Cr (VI)}$ .

В работе [5] показана сорбция  $\text{Cr (VI)}$  на анионите марки АМ-2б из индивидуального раствора в широком интервале  $\text{pH} = 1 - 11$  с предварительной кислотной, щелочной и водной обработкой сорбента, однако, в присутствии катионов металлов верхняя граница сорбции будет ограничиваться величиной  $\text{pH}$  гидролитического осаждения ионов металла.

Задачей данного исследования является нахождение оптимальных условий для быстрого и эффективного способа селективного извлечения ионов хрома (VI) из растворов катионов тяжёлых металлов.

Сорбцию Cr (VI) осуществляли из 200 см<sup>3</sup> исходных растворов сульфатов CoSO<sub>4</sub> или NiSO<sub>4</sub>, содержащих K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Масса сорбента 2 г.

Для сорбции использовали аниониты марки АМ-2б, содержащие обменные группы



Перед сорбцией аниониты подвергали кислотной, щелочной или водной обработке (выдерживали в течение суток соответственно в 0,1 н растворах H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> или NaOH, или в дистиллированной воде).

Концентрацию ионов хрома определяли на фотоколориметре марки КФК-3, ионов кобальта и никеля – весовыми методами анализа, кислотно-основные характеристики раствора контролировали рН-метром марки рН-121. В процессе сорбции величина рН раствора изменялась, поэтому проводили коррекцию заданного значения рН раствора при непрерывном перемешивании. Перемешивание и поддержание заданного значения рН осуществляли до тех пор, пока в дальнейшем кислотно-основные характеристики системы изменялись незначительно. Однако для большей гарантии достижения равновесия контакт сорбента и раствора осуществляли не менее суток. Для поддержания заданного значения рН раствора в процессе сорбции в качестве нейтрализаторов использовали растворы NaOH и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Заданное значение рН поддерживали в течение 2 часов от начала сорбции нейтрализацией раствора, в дальнейшем величина рН изменялась незначительно, поэтому коррекцию величины рН осуществляли один раз в сутки. Сорбцию осуществляли при комнатной температуре.

Используя значения концентраций ионов в водном растворе (исходном и после сорбции), рассчитывали сорбционную обменную ёмкость (СОЕ), мг/г, сорбента по хрому и извлечение катиона металла, % мас. от исходной массы в растворе.

На рис. 1 – 8 показаны зависимости остаточной концентрации Cr (VI) С, в мг/дм<sup>3</sup>, от величины рН раствора, времени сорбции и способа предварительной обработки сорбентов марок АМ-2б и АМП (1 – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 2 – NaOH, 3 – H<sub>2</sub>O).

В табл. 1 – 4 приведены остаточная концентрация катионов тяжёлых металлов и их степень извлечения из раствора после 2 и 24 часов контакта раствора и сорбента.

Т а б л и ц а 1

Предварительная обработка сорбента	Концентрация Со (II), г/дм <sup>3</sup>			Извлечение, % мас. от исходного, за время, ч	
	исходная	остаточная за время, ч		2	24
		2	24		
рН = 1					
H <sub>2</sub> O	10,91	10,87	10,50	0,4	3,8
NaOH	10,91	10,06	10,21	7,8	6,4
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10,91	10,77	10,43	1,3	4,4
рН = 4					
H <sub>2</sub> O	10,91	10,58	10,72	3,0	1,7
NaOH	10,91	9,77	10,28	10,4	5,8
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10,91	10,58	10,28	3,0	5,8

В табл. 1 и на рис. 1, 2 даны результаты извлечения хрома (VI) из раствора  $\text{CoSO}_4$  сорбцией на сорбенте марки АМ-2б при  $\text{pH} = 1$  (см. рис.1) и  $\text{pH} = 4$  (см. рис. 2) из раствора, содержащего,  $\text{г/дм}^3$ : 10,91  $\text{Co}(\text{II})$  и 1,08  $\text{Cr}(\text{VI})$ .

Из данных табл. 1 следует, что через 2 ч сорбции извлечение кобальта (II) не превышает 10 %, через сутки – 6 %.

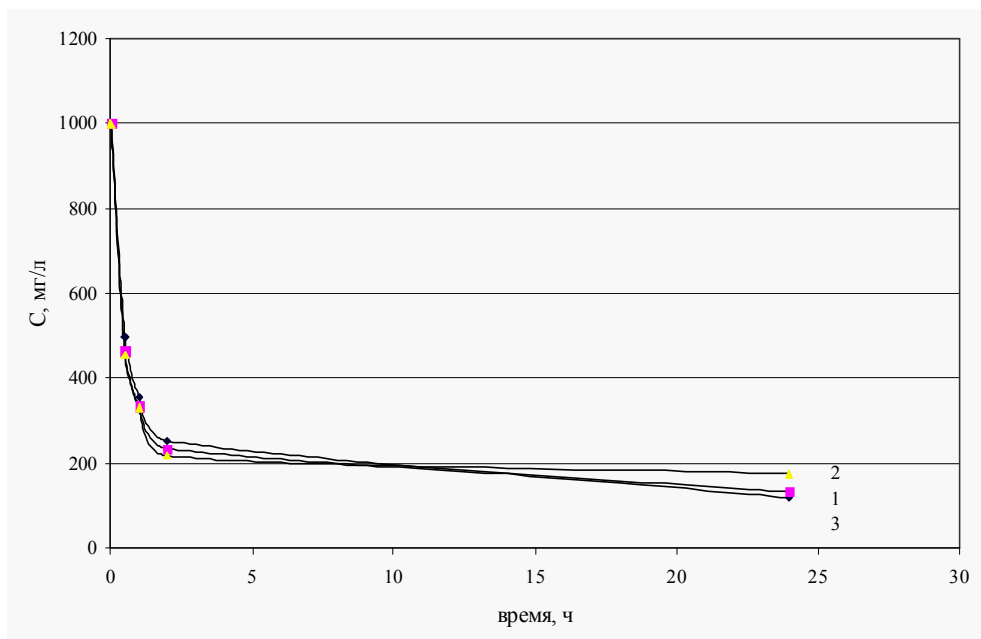


Рис. 1.

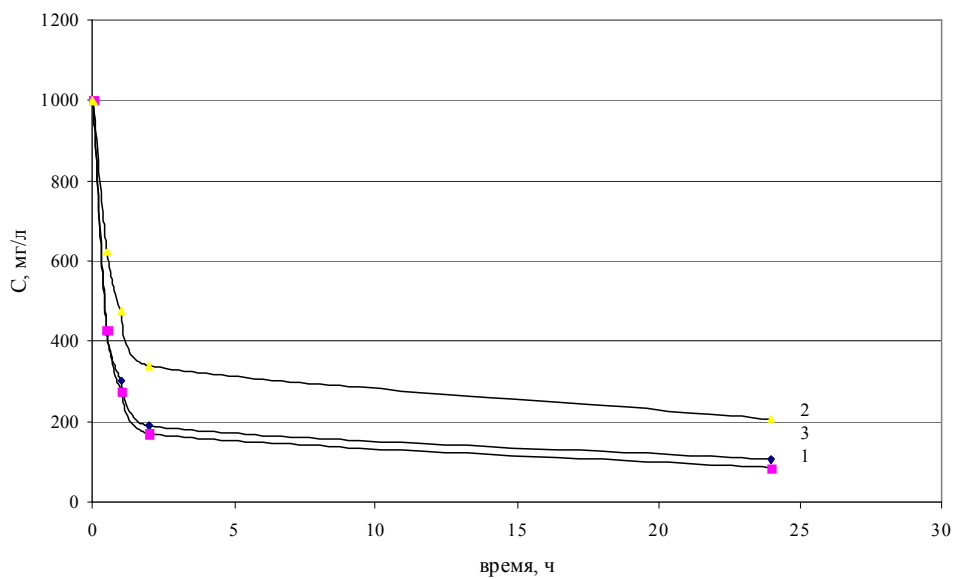


Рис. 2.

Из данных рис. 1 и 2, следует, что лучшие показатели извлечения хрома (VI) получены через сутки сорбции при кислой обработке сорбента и pH = 4 (COE = 99,2 мг/г, извлечение 92,1 %).

В табл. 2 и на рис. 3, 4 даны результаты извлечения хрома (VI) из раствора CoSO<sub>4</sub> сорбцией на сорбенте марки АМП при pH = 1 (см. рис.3) и pH = 4 (см. рис.4) из раствора, содержащего, г/дм<sup>3</sup>: 10,91 Co (II) и 1,08 Cr (VI).

Т а б л и ц а 2

Предварительная обработка сорбента	Концентрация Co (II), г/дм <sup>3</sup>			Извлечение, % мас. от исходного, за время, ч	
	исходная	Остаточная за время, ч		2	24
		2	24		
pH = 1					
H <sub>2</sub> O	10,91	9,99	10,50	8,4	3,8
NaOH	10,91	10,43	10,90	4,4	0,1
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10,91	10,47	10,90	4,0	0,1
pH = 4					
H <sub>2</sub> O	10,91	9,99	10,36	8,4	5,0
NaOH	10,91	9,89	10,14	9,3	7,1
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10,91	10,90	10,28	0,1	5,8

Из данных табл. 2 следует, что через 2 часа сорбции извлечение кобальта (II) не превышает 9 %, через сутки – 7 %.

Из данных рис. 3, 4 лучшие показатели извлечения хрома (VI) получены через сутки сорбции при кислой обработке сорбента и pH = 4 (COE = 106,3 мг/г, извлечение 98,7 %).

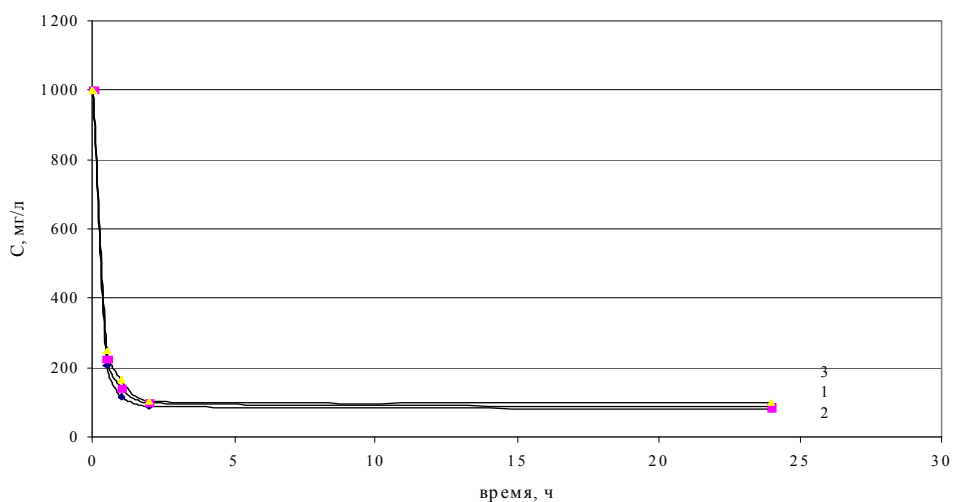


Рис. 3.



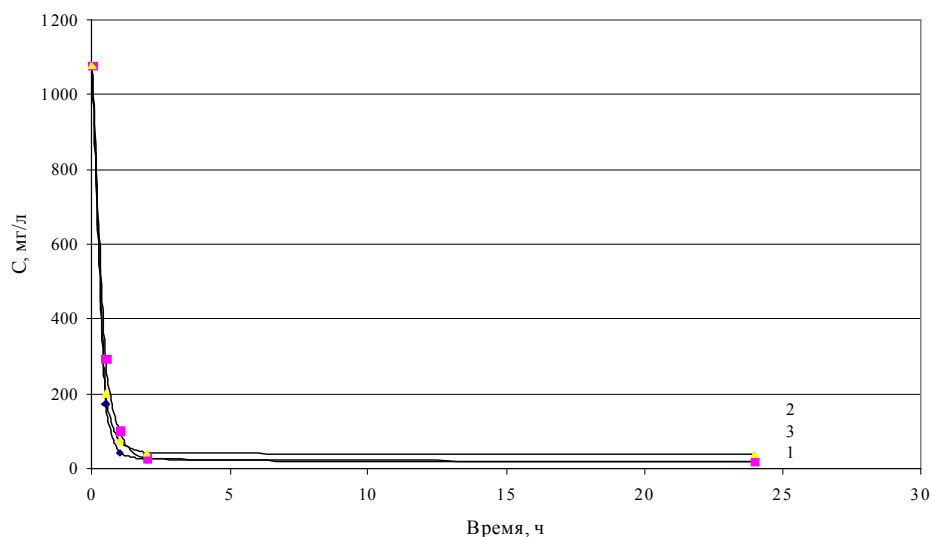


Рис. 4.

В табл. 3 и на рис. 5, 6 даны результаты извлечения хрома (VI) из раствора  $\text{NiSO}_4$  сорбцией на сорбенте марки АМ-2б при  $\text{pH} = 1$  (см. рис.5) и  $\text{pH} = 4$  (см. рис.6) из раствора, содержащего,  $\text{г/дм}^3$ : 10,55 Ni (II) и 1, 08 Cr (VI).

Из данных табл. 3 следует, что через 2 часа сорбции извлечение никеля (II) не превышает 5 %, через сутки – 4 %.

Из данных рис. 5, 6 лучшие показатели извлечения хрома (VI) получены через сутки сорбции при кислой обработке сорбента и  $\text{pH} = 4$  ( $\text{COE} = 103,3$   $\text{мг/г}$ , извлечение 95,9 %).

Т а б л и ц а 3

Предварительная обработка сорбента	Концентрация Ni (II), $\text{г/дм}^3$			Извлечение, % мас. от исходного, за время, ч	
	исходная	остаточная за время, ч		2	24
		2	24		
$\text{pH} = 1$					
$\text{H}_2\text{O}$	10,55	10,50	10,12	0,5	4,1
$\text{NaOH}$	10,55	10,53	10,50	0,2	0,1
$\text{H}_2\text{SO}_4$	10,55	10,50	10,50	0,1	0,1
$\text{pH} = 4$					
$\text{H}_2\text{O}$	10,55	10,05	10,50	4,7	0,5
$\text{NaOH}$	10,55	10,50	10,42	0,5	1,2
$\text{H}_2\text{SO}_4$	10,55	10,50	10,47	0,5	0,8

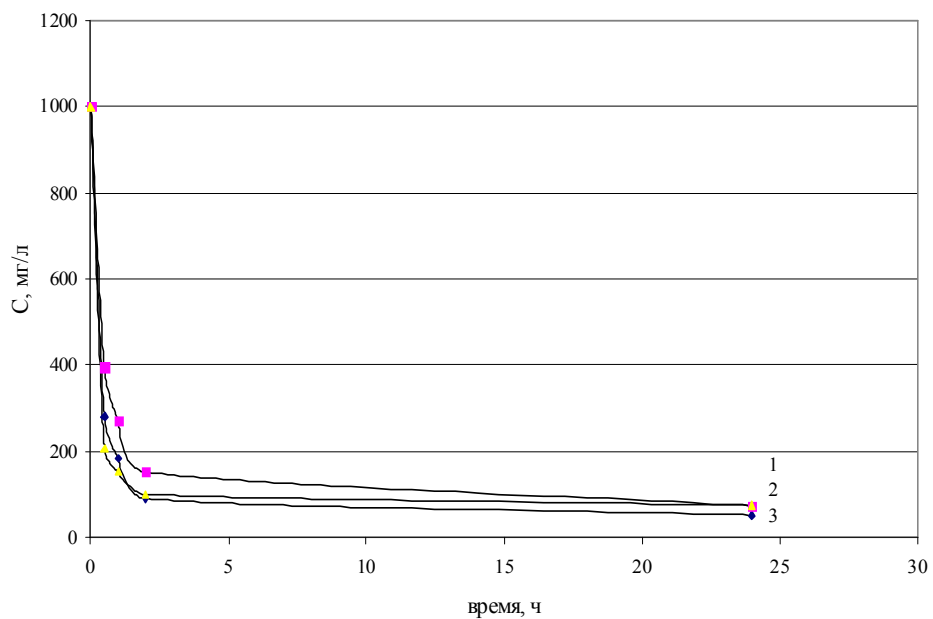


Рис. 5.

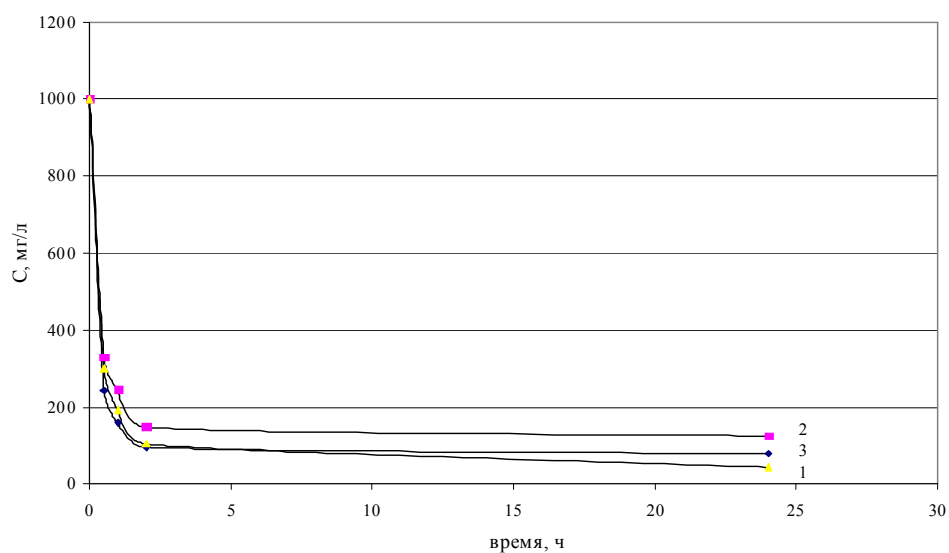


Рис. 6.

В табл. 4 и на рис. 7, 8 даны результаты извлечения хрома (VI) из раствора NiSO<sub>4</sub> сорбцией на сорбенте марки АМП при pH = 1 (см. рис.7) и pH = 4 (см. рис.8) из раствора, содержащего, г/дм<sup>3</sup>: 10,55 Ni (II) и 1,08 Cr (VI).

Таблица 4

Предварительная обработка сорбента	Концентрация Ni (II), г/дм <sup>3</sup>			Извлечение, % мас. от исходного, за время, ч	
	исходная	остаточная за время, ч		2	24
		2	24		
pH = 1					
H <sub>2</sub> O	10,55	10,36	10,51	1,8	0,4
NaOH	10,55	10,35	10,36	1,8	1,8
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10,55	10,31	10,40	2,3	1,4
pH = 4					
H <sub>2</sub> O	10,55	10,16	10,47	3,7	0,8
NaOH	10,55	10,34	10,51	2,0	0,4
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10,55	10,40	10,34	1,4	2,0

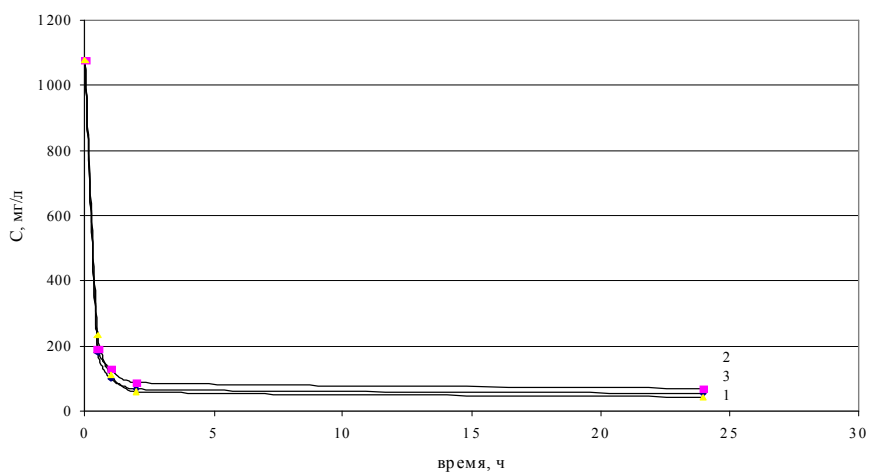


Рис. 7.

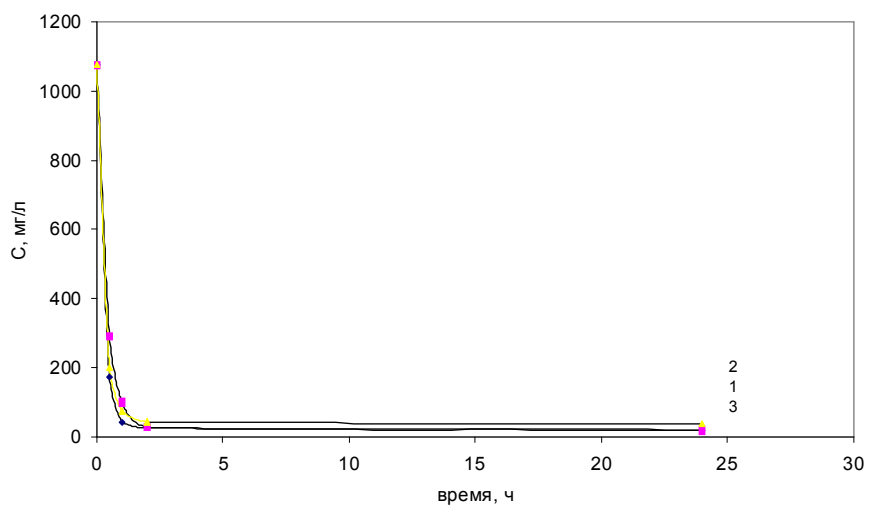


Рис. 8.

Из данных табл. 4 следует, что через 2 ч сорбции извлечение никеля (II) не превышает 4 %, через сутки – 2 %.

Из данных рис. 7, 8 лучшие показатели извлечения хрома (VI) получены через сутки сорбции при водной обработке сорбента и pH = 4 (COE = 105,9 мг/г, извлечение 98,3 %).

На рис. 9 дан вариант принципиальной технологической схемы переработки исходного раствора, содержащего анионы хрома (VI) и катионы Me, где Me = Co (II) или Ni (II).

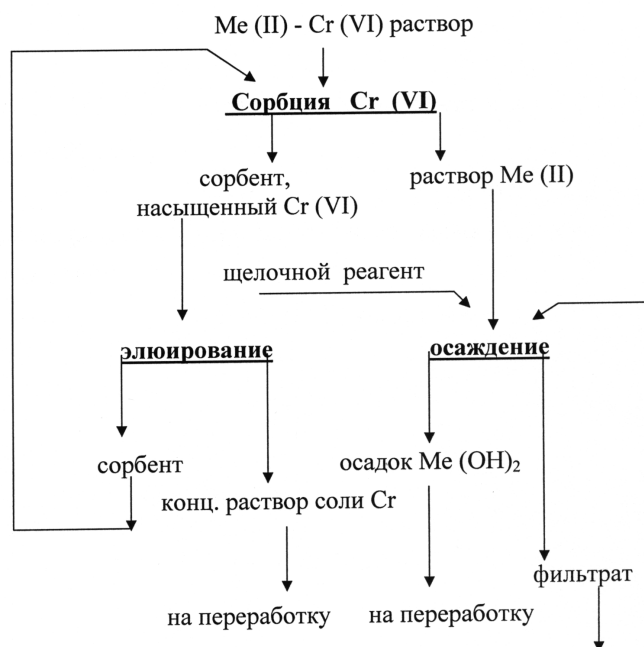


Рис. 9. Технологическая схема.

### Выводы

1. Сорбция ионов хрома (VI) из растворов катионов металлов обеспечивает высокую селективность его извлечения при одновременной простоте и сокращении стадий получения чистого хрома и его соединений.

2. Присутствие катионов тяжёлых металлов, а не только катионов натрия, также увеличивает скорость сорбции Cr (VI).

3. Сорбция Cr (VI) на анионитах марок АМ-2б и АМП осуществляется при значении pH, меньшем pH гидролитического осаждения катиона металла, например, при pH = 1 и 4, кроме того, содержания катионов металлов (10 г/л) и аниона Cr (VI) (1 г/л) соответствуют производственным растворам, что расширяет возможности использования способа.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Спирин Э.К.* и др. Общие свойства ионообменных материалов, Акмола, Жана-Арка, 1992, с. 152-154.
2. Патент 2094377 (РФ), С 02 F 1/28, 1/48, 1997, БИ № 30.
3. Патент RU 2024848, С1, МПК G 01 N 21/78, опубл. 15.12.1994,
4. *Мухина З.С.* и др. Методы анализа металлов и сплавов. М.: Гос. Из-во оборонной промышленности. 1959. с. 99.
5. RU 2094377, RU 2084551, С1, МПК С 22 D 34/32, опубл. 20.07.1997.

## О ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРИМЕНЕНИИ СУЛЬФАТА АЛЮМИНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

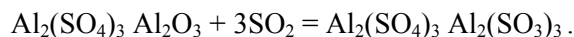
*Рассмотрен вопрос о возможности производства сульфата алюминия на некоторых заводах цветной металлургии с целью использования его для водоподготовки, очистки сточных вод и утилизации бедных сернистых газов.*

Сульфат алюминия широко применяется в качестве коагулянта для обработки питьевых и промышленных вод, в том числе для водоподготовки и очистки сточных вод на предприятиях цветной металлургии [1 – 4]. Для этих целей используют неочищенный сульфат алюминия, основным сырьем для производства которого является каолин – тонкодисперсная глинистая порода, состоящая в основном из каолинита –  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ , содержащего, % по массе: 39,5  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 46,54  $\text{SiO}_2$ ; 13,96  $\text{H}_2\text{O}$ . Технология производства состоит из следующих операций [1]: каолин подвергается термообработке в барабанных вращающихся печах при 700 – 800 °С и после охлаждения до 50 – 80 °С поступает в реактор, где обрабатывается 65 – 67 %-ной серной кислотой при 105 – 110 °С в течение 6 – 8 часов с избытком кислоты 6 – 8 %. Образующуюся в реакторах массу сливают в кристаллизационный лоток – плоскую прямоугольную плиту с бортами 0,25 – 0,5 м, футерованную кислотоупорными плитками. Затвердевшую массу коагулянта снимают автоматически действующей машиной. Технология довольно сложна.

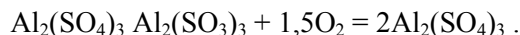
Второй аспект возможного использования сульфата алюминия на предприятиях цветной металлургии – очистка отходящих газов от сернистого ангидрида. На многих заводах цветной металлургии, перерабатывающих сульфидное сырье, существует проблема утилизации отходящих газов, содержащих  $\text{SO}_2$  в количествах, недостаточных для производства серной кислоты. Выброс этих газов в атмосферу отрицательно сказывается на экологической обстановке в районе расположения завода. В то же время известен довольно эффективный способ утилизации бедных по  $\text{SO}_2$  газов, так называемый процесс Дова [5], сущность которого состоит в сорбции  $\text{SO}_2$  раствором основного сульфата алюминия. Этот раствор получают путем нейтрализации раствора сульфата алюминия известняком:



Выпадающий из раствора гипс сгущают и фильтруют. Фильтрат направляют в башни-абсорберы для контакта с печными газами. В абсорбере протекает реакция:

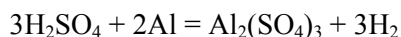
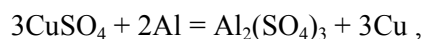


Полученную в абсорбере смесь сульфата и сульфита алюминия окисляют воздухом:



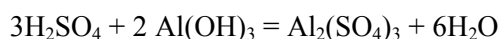
Раствор сульфата алюминия снова нейтрализуют известняком и процесс повторяется. Процесс Дова, кроме высокой эффективности очистки газа от SO<sub>2</sub>, малочувствителен к изменению объёма, температуры газа и содержания SO<sub>2</sub> в нём.

Нами проведены исследования по обработке сульфатных медных растворов алюминием, что позволяет выделять цементную медь и получать сульфат алюминия [6]. Процесс экзотермичен, протекает быстро, аппаратурное оформление очень простое. Расход алюминия по реакциям:



невелик – 28,3 % от массы меди и 18,4 % от массы серной кислоты. Использовать целесообразно алюминиевую стружку, которая обладает развитой поверхностью и примерно в четыре раза дешевле товарного алюминия.

Наиболее перспективно применение способа на медных предприятиях, где выбрасывают в атмосферу бедные сернистые газы и есть сульфатные медные растворы. Например, отработанный медный электролит или растворы, полученные при гидрометаллургической переработке медного сырья. Произвести сульфат алюминия на своём предприятии и тут же его использовать в виде раствора для водоподготовки, очистки сточных вод и утилизации отходящих газов с низким содержанием SO<sub>2</sub> целесообразнее, чем привозить выпускаемый кристаллогидрат Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> · 18H<sub>2</sub>O. Проще привезти в 10 раз меньшее количество алюминиевой стружки. Перспективен способ и для цинковых и свинцово-цинковых заводов. Источником получения медного сульфатного раствора может быть медный кек, получаемый при переработке медно-кадмиевого кека (продукта цементационной очистки цинкового электролита). Возможен вариант получения сульфата алюминия на заводах, производящих серную кислоту, с использованием привозного гидроксида алюминия по существующему способу [1]:



При любом варианте целесообразно иметь меньшее количество реагентов и исключить операцию кристаллизации сульфата алюминия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Химическая технология неорганических веществ. Под ред. проф. Ахметова Т.Г. Книга 1. М.: Высшая школа, 2002.
2. Сомов М.А., Квитка Л.А. Водоснабжение. М.: Инфра-М, 2006.
3. Кляйн С.Э., Воронов В.В., Аксенов В.И., Карелов С.В. Экологические проблемы в металлургии. Сточные воды. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005.
4. Мещерский Н.А. Эксплуатация водоподготовок в металлургии. М.: Металлургия, 1974.
5. Тарарин С.В. Электролиз водных растворов в цветной металлургии. М.: Металлургия, 1990.
6. Темираев О.Б., Линьков В.А. Переработка сернокислых медных растворов с целью получения металлической меди и сульфата алюминия // Труды молодых ученых. Владикавказский научный центр РАН. 2006. № 4. С.40 – 44.

## К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПРЕБЫВАНИЯ МАТЕРИАЛА ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ

*Представлены результаты экспериментального исследования времени пребывания материала во вращающейся печи на примере процесса прокатки кокса.*

Одним из параметров, определяющих технико-экономические показатели большинства металлургических процессов, является время пребывания реагирующих веществ в реакционной зоне аппарата. Рассмотрим способ определения времени пребывания материала на примере процесса прокатки кокса во вращающейся печи.

Скорость движения, а соответственно и время пребывания в аппарате, антрацита определяет физико-химические условия его взаимодействия с поверхностью футеровки и потоками газа, а также расход топлива и производительность печи.

Среди известного многообразия работ по данной тематике можно выделить исследования механизма движения антрацита с учетом фракционного состава сырья дискретным способом. Практическое применение методов непрерывного определения скорости движения материала в соответствующей зоне печи не дает положительных результатов. Кроме того, периодический контроль скорости движения делает невозможным оперативное воздействие на ход процесса.

Оценить время пребывания материала в непрерывном режиме возможно при наличии информации о расходах сырья и готового продукта. Источником таких сведений могут быть записи технических средств контроля массы загружаемого в печь и выгружаемого из холодильника материала, например, автоматических весоизмерителей ВКТ-3.

Расход антрацита и прокатанного кокса являются случайными величинами. Несмотря на их изменение, закономерности процесса, в целом, остаются постоянными. Это позволяет процесс прокатки кокса рассматривать как стационарный. Вероятностную зависимость между указанными величинами характеризует взаимно корреляционная функция:

$$R_{xy}(\tau) = \frac{1}{T - \tau} \int_0^{N-\tau} [x(t) - m_x][y(t + \tau) - m_y] dt, \quad (1)$$

где  $T$  – длина реализации процесса;  $m_x, m_y$  – оценки математического ожидания, полученные по непрерывной реализации случайных процессов на входе и выходе объекта соответственно.

Для решения поставленной задачи величины расходов материала на входе и выходе объекта рассматриваем как эргодические процессы. С учетом сделанного допущения при переходе к конечным суммам зависимость (1) принимает вид:

$$R_{xy}\left(\frac{1}{N-n}\right) = \frac{1}{N-n} \sum_{i=1}^{N-n} [x(t_i) - m_x][y(t_{i+m}) - m_y], \quad (2)$$

где  $N = \frac{T}{\tau}$  – общее число точек реализации,  $\tau$  – расстояние между соседними

точками реализации,  $N = \frac{\tau N}{T}$  – количество разбиений реализации.

Способ определения времени пребывания заключается в следующем. В соответствии с записями реализаций входного и выходного случайных процессов создается массив значений расхода сырья  $x(t_1)$  и массив значений расхода готового продукта  $y(t_{i+m})$ . Число точек реализации определяется из априорно известных данных для конкретной печи. По массиву исходных данных рассчитывается оценка взаимно корреляционной функции и определяется значение  $\tau$ , при котором  $R_{xy}(\tau)$  имеет максимальное значение. Вычисленному значению  $\tau$  соответствует время нахождения материала в системе печь – холодильник с известным общим расстоянием движения материала, что, в свою очередь, позволяет прогнозировать значение скорости материала в печи.

Пример использования данного алгоритма приведем для вращающейся печи длиной 45 м, диаметром 2,4 м и холодильником длиной 10 м при средней производительности 25 т/ч по прокаленному коксу. Массив исходных данных сформирован по результатам обработки диаграмм с записью текущих значений расхода сырого и прокаленного кокса ( $N = 70$  и  $\tau = 6$  мин). График взаимно корреляционной функции показан на рисунке, согласно которому время пребывания материала в системе печь – холодильник составляет  $\approx 52$  мин.

**Заключение.** Представленный алгоритм позволяет определять текущие потери кокса и оценивать его качество при различной загрузке печи в промышленных условиях.

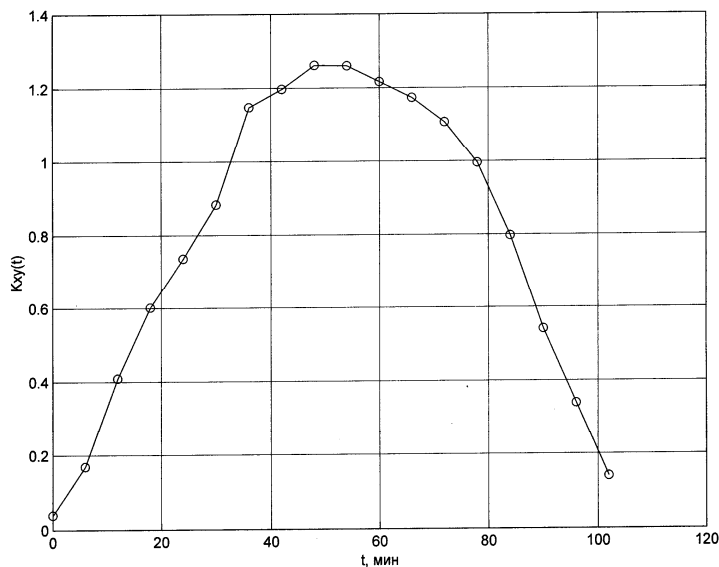


График взаимно корреляционной функции.



## ОБ ИССЛЕДОВАНИИ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

*Представлены результаты экспериментального исследования надежности серии термопар типа ТХА.*

Большинство исследований надежности технических средств связаны с повышением качества их функционирования. Одним из способов определения и прогнозирования их показателей надежности является обработка статистических данных об отказах, получаемых в процессе эксплуатации или в лабораторных условиях.

В настоящей работе представлены результаты исследования надежности серии термопар типа ТХА (ТХА/1-2388К), функционирующих в условиях цеха обжига цинковых концентратов ОАО «Электроцинк». На основе анализа промышленных данных установлено, что большая часть отказов датчиков связана со сгоранием термоэлементов, обрывом проводов и потерей контактов, неисправностями механического характера. Моменты времени отказов приборов регистрировали в течение 14000 ч. Ввиду сложных условий эксплуатации термопары условно рассматривали как невосстанавливаемые объекты.

Критериями надежности невосстанавливаемых объектов являются показатели, характеризующие надежность системы до первого отказа. К ним относятся: вероятность безотказной работы  $P(t)$ , среднее время безотказной работы  $T_1$ , интенсивность отказов  $\lambda(t)$ . Все эти показатели могут быть определены только при известном законе распределения среднего времени работы до отказа, представленном, например, в виде плотности распределения  $f(t)$ :

$$P(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt, \lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}, T_1 = \int_0^{\infty} P(t)dt. \quad (1)$$

Для решения данной задачи в системе MATLAB разработана программа, осуществляющая на основе информации о значениях моментов отказов объектов подбор вида распределения среднего времени безотказного их функционирования, параметров распределения и анализ правильности подбора. В программе предусмотрено определение четырех наиболее часто встречающихся в теории надежности законов распределения: нормального, показательного, равномерного и распределения Рэлея.

На рис. 1 показаны результаты вычислительного эксперимента: график 1 – гистограмма распределения или выборочная плотность распределения, а также графики теоретических плотностей распределения времени безотказной работы объектов: нормального (2), равномерного (3), экспоненциального (4) и рэлеевского (5).

Теоретический закон распределения подбирается по виду гистограммы. Согласно данным рис. 1, к виду гистограммы подходит график плотности нормального распределения (2). Числовые значения параметров в выражениях для теоретических плотностей распределения определяются по принципу максимального правдоподобия, реализованному в MATLAB в функциях \*fit и mle.

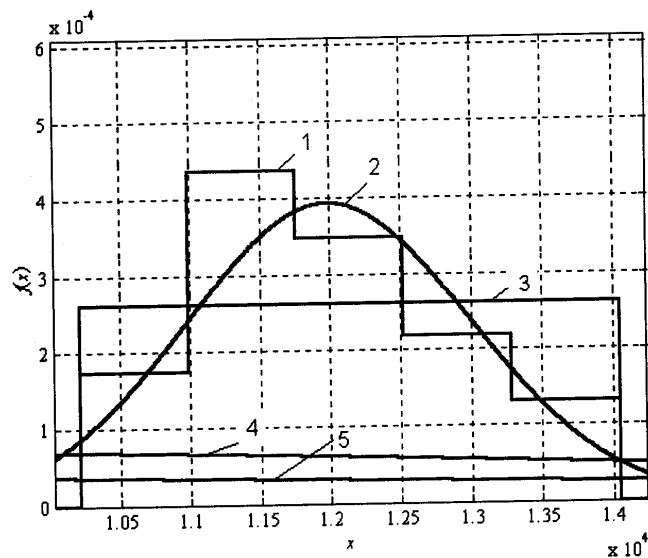


Рис. 1. Теоретические и выборочная плотности распределения.

Соответствие подобранного теоретического распределения при известном виде функции распределения и числовых значениях их параметров в программе реализовано по критерию согласия Колмогорова. В этом критерии сравниваются выборочная функция распределения  $F^*(x)$  и подобранная теоретическая  $F(x)$  (рис. 2). За меру качества согласования экспериментального и теоретического распределения принималось максимальное значение модуля разности между соответствующими функциями:

$$D = \max|F^*(x) - F(x)|. \quad (2)$$

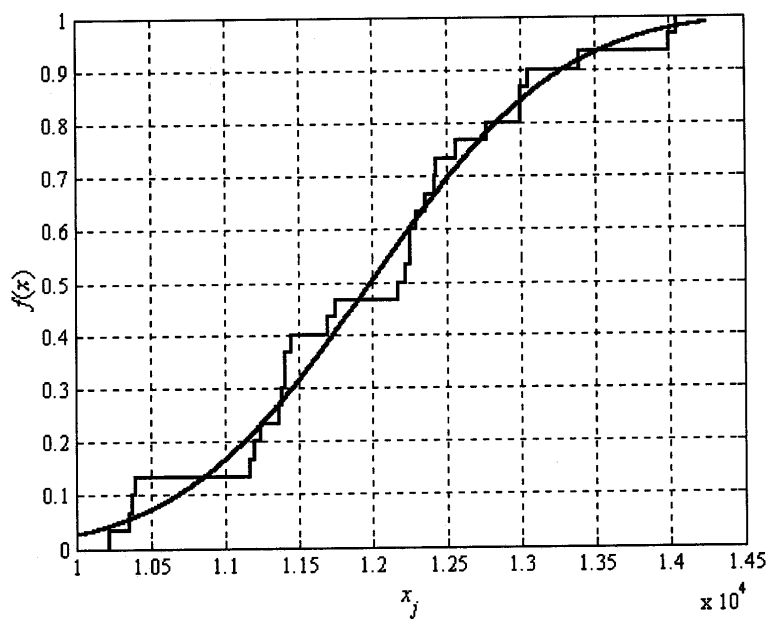


Рис. 2. Теоретическая и эмпирическая функции распределения.

В соответствии с полученным значением критического уровня значимости  $P = 0,9808$  для исследуемых объектов принята гипотеза о распределении среднего времени безотказной работы датчиков по нормальному закону.

**Заключение.** Информация о законе распределения времени работы до отказа, получаемая путем статистической обработки экспериментальных данных, может быть использована для выработки рекомендаций по усовершенствованию технических средств, режимов технического обслуживания и условий эксплуатации.



УДК 622.7

*Д-р техн. наук, проф. СОРОКЕР Л.В.*  
НПК «Югцветметавтоматика»

### АЛГОРИТМ УСТРАНЕНИЯ НЕВЯЗОК ПРИ РАСЧЕТЕ БАЛАНСА МЕТАЛЛОВ

*На основе использования идеи метода «компенсации» предложен довольно точный и относительно простой способ расчета баланса металлов, обеспечивающий одновременно устранение невязок, возникающих при опробовании руды и продуктов ее обогащения.*

При расчете товарного баланса металлов часто возникают невязки, обусловленные ошибками в измерении содержаний металлов в руде и продуктах обогащения, в определении количества этих продуктов, а также остатков незавершенного производства и др.

Для устранения возникающих невязок предложен ряд методов [1 – 3], однако одни из них довольно трудоемки или недостаточно точны, другие сложны и не могут быть реализованы без применения ЭВМ.

Предлагаемый способ расчета баланса металлов основывается на использовании идей метода «компенсации» [4], который предусматривает возможность однозначного решения уравнения вида  $Y_j = \sum_1^i Z_i X_i$  для обеспечения условия:  $Y_j = \text{const}$ ,  $Z_i \rightarrow \text{var}$ ,  $X_i \rightarrow \text{var}$ .

В случае уравнения баланса, здесь  $Y_j = Q_{pi} \alpha_i$  – количество металла (металлов) в руде, поступившей на переработку,  $Z_i$ ,  $X_i$  – соответственно количество продуктов переработки и содержание в них металлов.

Решение заключается в определении коэффициента пропорциональности  $\delta$ , который в данной задаче может быть рассчитан по формуле:

$$\delta_j = \frac{\Delta Y_j}{\sum_1^n Z_i X_i}$$

Новые значения членов уравнения баланса, обеспечивающие устранение невязки, находятся из соотношения:

$$X^n = X + \delta_j / X / .$$

Изложенное поясним на примерах расчета баланса при обогащении свинцово-цинковой руды.

Рассмотрим два варианта расчета. В первом – извлечения металлов в концентрат остаются неизменными, во втором – осуществляется корректировка значений извлечения.

Дано:

Количество переработанной руды  $Q_p = 1000$  т.

Содержание в руде : свинца  $\alpha_{Pb} = 1,5 \% = 0,015$ ;

цинка  $\alpha_{Zn} = 2,0 \% = 0,02$ .

Количество в руде: свинца  $Q_p^{Pb} = 15$  т;

цинка  $Q_p^{Zn} = 20$  т.

Содержание в свинцовом концентрате:

свинца  $\beta_{Pb}^1 = 50 \% = 0,5$ ;

цинка  $\beta_{Zn}^1 = 2 \% = 0,02$ .

Содержание в цинковом концентрате:

свинца  $\beta_{Pb}^2 = 1 \% = 0,01$ ;

цинка  $\beta_{Zn}^2 = 40 \% = 0,4$ .

Извлечение свинца в свинцовый концентрат:  $\varepsilon_{Pb} = 90 \% = 0,9$ ;

извлечение цинка в цинковый концентрат:  $\varepsilon_{Zn} = 80 \% = 0,8$ .

Количество свинца в свинцовом концентрате:  $Q^1_{Pb} = 13,5$  т;

количество цинка в цинковом концентрате:  $Q^2_{Zn} = 16$  т;

Рассчитываем дополнительные данные.

Выходы концентратов:

свинцового  $\varphi_{Pb} = \frac{90 \cdot 1,5}{50} = 2,7 \% ; Q^1 = 0,027 \times 1000 = 27$  т;

цинкового  $\varphi_{Zn} = \frac{80 \cdot 2}{40} = 4 \% ; Q^2 = 0,04 \times 1000 = 40$  т;

Количество потерянного цинка в свинцовом концентрате:

$$Q^1_{Zn} = 27 \times 0,02 = 0,54 \text{ т};$$

количество потерянного свинца в цинковом концентрате:

$$Q^2_{Pb} = 40 \times 0,01 = 0,4 \text{ т}.$$

Количество в отвальных хвостах:

свинца  $Q^{от}_{Pb} = 15 - 13,5 - 0,4 = 1,1$  т;

цинка  $Q^{от}_{Zn} = 20 - 16 - 0,54 = 3,46$  т.

Количество отвальных хвостов:

$$Q^{от} = Q_p - Q^1 - Q^2 = 1000 - 27 - 40 = 933 \text{ т}.$$

Содержание в отвальных хвостах:

свинца  $t^{от}_{Pb} = \frac{1,1 \cdot 100}{933} = 0,118 \% = 0,00118$ ;

цинка  $t^{от}_{Zn} = \frac{3,46 \cdot 100}{933} = 0,3708 \% = 0,003708$ .

Предположим, что фактические замеры, полученные после обогащения руды, дали следующие результаты количеств в руде:

свинца  $Q^{\phi}_{Pb} = 18,1$  т;

цинка  $Q^{\phi}_{Zn} = 22,5$  т,

при этом невязки составили:

$$\begin{aligned} \text{по свинцу } \Delta Q_{Pb}^p &= Q_{Pb}^{\phi} - Q_p^{Pb} = 18,1 - 15 = 3,1 \text{ т;} \\ \text{по цинку } \Delta Q_{Zn}^p &= Q_{Zn}^{\phi} - Q_p^{Zn} = 22,5 - 20 = 2,5 \text{ т.} \end{aligned}$$

Расчет устранения невязок.

Составляем уравнения баланса по свинцу и по цинку:

$$2 Q_p \alpha_{Pb} = Q_p \alpha_{Pb} + Q^1 \beta_{Pb}^1 + Q^2 \beta_{Pb}^2 + Q^{от} t_{Pb}^{от};$$

$$2 Q_p \alpha_{Zn} = Q_p \alpha_{Zn} + Q^2 \beta_{Zn}^2 + Q^1 \beta_{Zn}^1 + Q^{от} t_{Zn}^{от}.$$

Найдем коэффициент пропорциональности по свинцу.

$$\delta_{Pb} = \frac{\Delta Q_p^{Pb}}{Q_p \alpha_{Pb}} = \frac{3,1}{15} = 0,2066.$$

Производим коррекцию трех членов уравнения баланса, которые могли быть определены с наибольшими погрешностями.

Вариант I.

***(Извлечения металлов в одноименные концентраты не изменяются)***

При этом возможны три подхода, в которых корректируются:

- 1 – только значения количеств продуктов обогащения;
- 2 – только значения содержания металлов в продуктах обогащения;
- 3 – качественные и количественные показатели обогащения.

Рассмотрим все три подхода.

1. ***Предположим, что с наибольшими ошибками определены количества: руды ( $Q_p$ ), свинцового ( $Q^1$ ) и цинкового ( $Q^2$ ) концентратов и отвальных хвостов ( $Q^{от}$ ).***

Произведем корректировку по свинцу.

Находим новые значения этих составляющих:

$$Q_p^H = Q_p + \delta_{Pb} \times Q_p = 1000 + 0,2066 \times 1000 = 1206,6 \text{ т.}$$

$$Q^{1H} = Q^1 + \delta_{Pb} \times Q^1 = 27 + 0,2066 \times 27 = 32,58 \text{ т.,}$$

$$\text{Аналогично находим: } Q^{2H} = 48,26 \text{ т, } Q^{отH} = 1125,75 \text{ т.}$$

Проверка правильности расчетов (по свинцу).

$$Q_p^H \alpha_{Pb} = Q^{1H} \beta_{Pb}^1 + Q^{2H} \beta_{Pb}^2 + Q^{отH} t_{Pb}^{от};$$

$$1206,6 \times 0,015 = 32,58 \times 0,5 + 48,26 \times 0,01 + 1125,75 \times 0,00118 = 18,1 \text{ т.}$$

$$18,1 = 16,29 + 0,4826 + 1,328 = 18,1.$$

$$\text{Проверяем по извлечению свинца: } \varepsilon_{Pb}^H = \frac{16,29}{18,1} = 0,9.$$

Извлечение свинца в свинцовый концентрат осталось неизменным.

Далее производим корректировку по цинку.

С учетом полученных новых значений найдем:

$$Q^{2H} \beta_{Zn}^2 + Q^{1H} \beta_{Zn}^1 + Q^{отH} t_{Zn}^{от} = Q_p^H \alpha_{Zn}.$$

$$48,26 \times 0,4 + 32,58 \times 0,02 + 1125,75 \times 0,003708 = 1206,6 \times 0,02$$

$$19,304 + 0,652 + 4,174 = 24,130.$$

невязка между фактическим и расчетным значениями по цинку теперь составляет:  $\Delta Q_p^{Zn} = Q_p^{\Phi} - Q_p^{ZnH} = 22,5 - 24,132 = -1,632$  т.

$$\text{Найдем } \delta_{Zn} = \frac{\Delta Q_p^{Zn}}{Q_p \cdot \alpha_{Zn}} = \frac{-1,632}{48,26} = -0,0338.$$

Поскольку количественные значения продуктов обогащения были уточнены при корректировке баланса по свинцу, определим новые значения содержания в них цинка.

$$\alpha_{Zn}^H = \alpha_{Zn} + \delta_{Zn} \times \alpha_{Zn} = 0,02 - 0,0338 \times 0,02 = 0,0193;$$

$$\beta_{Zn}^{2H} = \beta_{Zn}^2 + \delta_{Zn} \times \beta_{Zn}^2 = 0,4 - 0,0338 \times 0,4 = 0,386;$$

$$\text{аналогично: } \beta_{Zn}^{1H} = 0,0193 \text{ и } t_{Zn}^{отH} = 0,00358.$$

Проверяем выполнение баланса по металлу.

$$Q^{2H} \beta_{Zn}^{2H} + Q^{1H} \beta_{Zn}^{1H} + Q^{отH} t_{Zn}^{отH} = Q_p^H \alpha_{Zn}^H.$$

$$48,26 \times 0,386 + 32,58 \times 0,0193 + 1125,75 \times 0,00358 = 1206,6 \times 0,0193$$

$$18,628 + 0,628 + 4,03 = 23,287.$$

$$\text{Проверяем по извлечению цинка. } \varepsilon_{Zn}^H = \frac{18,628}{23,287} = 0,8.$$

Извлечение цинка в цинковый концентрат осталось неизменным.

Производим проверку по выходам.

$$Q^{2H} + Q^{1H} + Q^{отH} = Q_p^H.$$

$$48,26 + 32,58 + 1125,75 = 1206,6$$

Следовательно, расчет баланса с учетом невязок выполнен правильно.

**2. Предположим, что ошибки получены при измерении содержания свинца в продуктах обогащения ( $\alpha_{Pb}$ ,  $\beta_{Pb}^1$ ,  $\beta_{Pb}^2$ ,  $t_{Pb}^{от}$ ).**

Произведем их корректировку.

$$\alpha_{Pb}^H = \alpha_{Pb} + \delta_{Pb} \times \alpha_{Pb} = 0,015 + 0,207 \times 0,015 = 0,0181;$$

$$\text{аналогично, } \beta_{Pb}^{1H} = 0,6035; \beta_{Pb}^{2H} = 0,01207; t_{Pb}^{отH} = 0,00142.$$

Проверяем баланс по металлу (свинцу).

$$Q_p \alpha_{Pb}^H = Q^1 \beta_{Pb}^{1H} + Q^2 \beta_{Pb}^{2H} + Q^{от} t_{Pb}^{отH};$$

$$1000 \times 0,0181 = 27 \times 0,6035 + 40 \times 0,01207 + 933 \times 0,00142 = 18,1 \text{ т.}$$

$$18,1 = 16,29 + 0,4828 + 1,324 = 18,1.$$

Проверяем по извлечению свинца:  $\varepsilon_{Pb}^H = \frac{16,29}{18,1} = 0,9$ .

Устраняем невязку по цинку.

$$\Delta Q_{Zn}^p = Q_{Zn}^{\phi} - Q_p^{ZnH} = 22,5 - 20 = 2,5 \text{ т.}$$

Находим  $\delta_{Zn} = \frac{\Delta Q_p^{Zn}}{Q_p \cdot \alpha_{Zn}} = \frac{2,5}{20} = 0,125$ .

Здесь также корректируются только значения содержаний цинка в продуктах обогащения.

$$\alpha_{Zn}^H = \alpha_{Zn} + \delta_{Zn} \times \alpha_{Zn} = 0,02 + 0,125 \times 0,02 = 0,0225.$$

Аналогично,  $\beta_{Zn}^{2H} = 0,45$ ;  $\beta_{Zn}^{1H} = 0,0225$ ;  $t_{Zn}^{отH} = 0,00417$ .

Проверяем баланс по металлу (цинку).

$$1000 \times 0,0225 = 40 \times 0,45 + 27 \times 0,0225 + 933 \times 0,00417.$$

$$22,5 = 18 + 0,6075 + 3,891.$$

Проверку по выходам не делаем, т.к. их первоначальные значения не изменились.

Проверяем по извлечению цинка:  $\varepsilon_{Zn}^H = \frac{18}{22,5} = 0,8$ , извлечение не изменилось, следовательно, расчеты выполнены правильно.

### 3. *Необходимо откорректировать и количества продуктов и содержание в них металлов.*

В этом случае система расчета, включающая четыре члена уравнения баланса, оказывается избыточной. Поэтому для корректировки используем любых три члена уравнения, например, количество руды ( $Q_p$ ), количество свинцового концентрата ( $Q^1$ ) и содержание свинца в цинковом концентрате ( $\beta_{Pb}^{2H}$ ).

Произведем расчет, используя полученные ранее данные.

$$\delta_{Pb} = 0,207; Q_p^{ZnH} = 1206,6;$$

$$Q^{1H} = 32,58; \beta_{Pb}^{2H} = 0,01207.$$

$$\text{Тогда, } Q^{отH} = Q_p^H - Q^{1H} - Q^2 = 1206,6 - 32,58 - 40 = 1134,02.$$

Корректируем значение содержания свинца в отвальных хвостах.

$$t_{Pb}^{от} = \frac{Q_p^H \cdot \alpha_{Pb} - Q^{1H} \cdot \beta_{Pb} - Q^2 \cdot \beta_{Pb}^{2H}}{Q^{отH}} = \frac{1206,6 \cdot 0,015 - 32,58 \cdot 0,5 - 40 \cdot 0,01207}{1134,02} =$$

$$= \frac{0,4828}{1134,02} = \frac{1,3272}{1134,02} = 0,00117.$$

Производим корректировку по цинку.

Определяем содержание цинка в концентрате.

$$\beta_{Zn}^{2H} = \frac{Q_p^H \cdot \alpha_{Zn} \cdot \varepsilon_{Zn}}{Q^2} = \frac{1206,6 \cdot 0,02 \cdot 0,8}{40} = \frac{19,306}{40} = 0,4826.$$

Найдем содержание цинка в отвальных хвостах.

$$t_{Zn}^{отн} = \frac{Q_p^H \cdot \alpha_{Zn} - Q^2 \cdot \beta_{Zn}^{2H} - Q^{1H} \cdot \beta_{Ям}^1}{Q^{отн}} = \frac{1206,6 \cdot 0,02 - 40 \cdot 0,4826 - 32,58 \cdot 0,02}{1134,02} =$$

$$= \frac{4,176}{1134,02} = 0,00368.$$

Как было показано ранее, невязка по цинку составляет

$$\Delta Q_{Zn} = 22,5 - 24,14 = -1,64, \text{ а коэффициент пропорциональности}$$

$$\delta_{Zn} = \frac{\Delta Q_p^{Zn}}{Q_p \cdot \alpha_{Zn}} = \frac{-1,64}{24,14} = -0,0679.$$

Поскольку количественные значения продуктов обогащения были установлены раньше, корректируем только значения содержания цинка в них.

$$\alpha_{Zn}^H = \alpha_{Zn} + \delta_{Zn} \times \alpha_{Zn} = 0,02 - 0,0679 \times 0,02 = 0,01864.$$

$$\text{Аналогично, } \beta_{Zn}^{2H} = 0,45; \beta_{Zn}^{1H} = 0,0186; t_{Zn}^{отн} = 0,00343.$$

Проверяем по металлу (цинку).

$$Q^2 \beta_{Zn}^{2H} + Q^{1H} \beta_{Zn}^{1H} + Q^{отн} t_{Zn}^{отн} = Q_p^H \alpha_{Zn}^H.$$

$$40 \times 0,45 + 32,58 \times 0,0186 + 1134,4 \times 0,00343 = 1206,6 \times 0,01864.$$

$$18 + 0,6059 + 3,891 = 22,5.$$

Расчет показывает наличие баланса металла, следовательно, корректировка выполнена правильно. Извлечение цинка в концентрат при этом осталось неизменным:

$$\varepsilon_{Zn}^H = \frac{18}{22,5} = 0,8, \text{ что являлось условием задачи.}$$

Вариант II.

***(Корректируются значения извлечений металлов в одноименные концентраты)***

В рассмотренных выше примерах корректировки балансных уравнений извлечения металлов оставались неизменными. Однако во многих случаях корректировка значений показателей приводит к необходимости корректировки извлечения.

Рассмотрим пример такой корректировки, используя данные из предыдущих расчетов, т.е. невязка по свинцу составила 3,1 т, а по цинку – 2,5 т и  $\delta_{Pb} = 0,207$ .

В данном случае необходимо корректировать значения и содержания металлов в продуктах обогащения, и количества самих продуктов, используя при этом четыре члена балансного уравнения.



### 1. *Корректировка свинцового цикла.*

Предположим, что с наибольшими погрешностями определены следующие показатели: содержание свинца в руде ( $\alpha_{Pb}$ ), количество свинцового концентрата ( $Q^1$ ), количество цинкового концентрата ( $Q^2$ ) и содержание свинца в цинковом концентрате ( $\beta^2_{Pb}$ ).

Найдем их новые значения.

$$\alpha^H_{Pb} = \alpha_{Pb} + \delta_{Pb} \times \alpha_{Pb} = 0,015 + 0,207 \times 0,015 = 0,0181.$$

$$\text{Аналогично находим: } Q^{1H} = 32,58 \text{ т; } Q^{2H} = 48,28 \text{ т; } \beta^{2H}_{Pb} = 0,01207.$$

Уточняем количество отвальных хвостов ( $Q^{отH}$ ).

$$Q^{отH} = Q_p - Q^{1H} - Q^{2H} = 919,13 \text{ т.}$$

Найдем новое значение содержания свинца в свинцовом концентрате.

$$\beta^{1H}_{Pb} = \frac{Q_p \cdot \alpha^H_{Pb} - Q^{2H} \cdot \beta^{2H}_{Pb} - Q^{отH} \cdot t^{отH}_{Pb}}{Q^{1H}} = 0,504 = 50,4\%.$$

Новое значение извлечения свинца в свинцовый концентрат:

$$\varepsilon^H_{Pb} = \frac{Q^{1H} \cdot \beta^{1H}_{Pb}}{Q_p \cdot \alpha^H_{Pb}} = 0,9079 = 90,79\%$$

Теперь производим корректировку по цинку. Составляем уравнение баланса:

$$Q_p \alpha^H_{Zn} = Q^{2H} \beta^2_{Zn} + Q^{1H} \beta^1_{Zn} + Q^{отH} t^{отH}_{Zn} = 48,28 \times 0,4 + 32,58 \times 0,02 + 919,13 \times 0,003708 = 23,372 \text{ т. Так как } Q_p = 1000 \text{ т., то } \alpha_{Zn} = 0,0234.$$

Новая невязка по цинку  $\Delta Q_{Zn} = 22,5 - 23,372 = -0,872 \text{ т.}$

$$\delta_{Zn} = \frac{-0,872}{23,372} = -0,037.$$

Поскольку количественные значения продуктов обогащения были уточнены при корректировке баланса по свинцу, находим новые значения содержания в них цинка.

$$\beta^{2H}_{Zn} = \beta^2_{Zn} + \delta_{Zn} \times \beta^2_{Zn} = 0,4 - 0,037 \times 0,4 = 0,385.$$

$$\text{Аналогично, } \alpha^H_{Zn} = 0,0225; \beta^{1H}_{Zn} = 0,01925; t^{отH}_{Zn} = 0,00357.$$

Проверка по металлу:

$$Q_p \alpha^H_{Zn} = Q^{2H} \beta^{2H}_{Zn} + Q^{1H} \beta^{1H}_{Zn} + Q^{отH} t^{отH}_{Zn}.$$

$$1000 \times 0,0225 = 48,28 \times 0,385 + 32,58 \times 0,01925 + 919,13 \times 0,00357.$$

Корректировка выполнена правильно.

$$\text{Новое значение извлечения: } \varepsilon^H_{Zn} = \frac{48,28 \cdot 0,385}{22,5} = 0,826.$$

Аналогичным образом корректировка невязок может быть осуществлена при расчете балансов с тремя и более металлами и соответствующим количеством продуктов обогащения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Шунов Л.П., Сологуб Е.Н.* и др. О возможности балансового расчета технологических схем обогащения методами линейной алгебры. Сб. научных трудов ин-та Механобрчермет. Вып. XI.: М.: Недра, 1970.
2. *Браун В.И., Процуто В.С., Реуцкий Ю.В.* Алгоритм расчета баланса металлов на обогатительных фабриках. Изв. вузов Горный журнал, №3, 1971.
3. *Козин В.З.* Опробование и контроль технологических процессов обогащения. М.: Недра, 1985.
4. *Сорокер Л.В., Швиденко А.А.* Управление параметрами флотации. М.: Недра, 1979.



УДК 669.2

*Канд. техн. наук, доц. БАРВИНЮК Н.Г.*

### СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ШУНГИТА

*Исследованы сорбционные свойства шунгита по отношению к ионам меди, железа (II), кобальта и перманганата. Показано, что использовать шунгит в качестве сорбента для очистки бытовых сточных вод и сточных вод промышленных предприятий от исследуемых ионов нецелесообразно.*

В современном обществе наиболее актуальным вопросом остается рациональное использование водных запасов земли и очистка сточных вод бытовых и промышленных предприятий от органических и неорганических веществ.

В данной работе исследована возможность эффективного извлечения ионов тяжелых металлов шунгитом в сравнении с активированным углем.

Шунгит – порода, уникальная по составу, структуре и условиям образования, характеризуется высокой прочностью, плотностью, химической стойкостью и электропроводностью.

Единственные в мире месторождения шунгитовых горных пород находятся в Карелии, шунгитовые породы различных месторождений содержат от 2 до 98 % углерода [1]. Основное месторождение, промышленная разработка которого ведется в настоящее время, – Зажогинское. Средний химический состав шунгитовых пород этого месторождения приведен в табл. 1 [2].

Т а б л и ц а 1

#### Химический состав (%) шунгитовой породы Зажогинского месторождения

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	S	C	H <sub>2</sub> O <sub>крист</sub>
57,5	0,21	3,95	2,44	1,11	0,24	0,2	1,5	1,11	28,6	4,2

Как видно из данных табл. 1, основными составляющими шунгитовых пород являются углерод и кварц, в минеральный состав входят также сложные железо-магний-алюмогидросиликаты.

Шунгитовая горная порода имеет двухкаркасную структуру: углерод образует прочную матрицу, которую пронизывает силикатный каркас. Мелкодисперсные углерод и силикаты в шунгите равномерно распределены по объему и имеют большую удельную поверхность контактов. Известно, что свойства углеродных материалов в первую очередь зависят от таких особенностей структуры углеродного вещества, как размеры частиц и их пространственная ориентация, величины контактной поверхности и структуры пор. В шунгитовых породах углерод присутствует в виде глобул размером 100 – 200 Å, пачек, стекловолокна, микродисперсного кристаллического графита (аморфного углерода). В образцах шунгита было обнаружено и небольшое количество (до 0,1 %) фуллеренов [3].

Шунгит способен длительное время очищать воду от разного типа органических веществ: фенолов, жирных высокомолекулярных кислот, спиртов, веществ лингоуглеводного комплекса, древесных и торфяных гидролизатов, водорастворимых смол гидролиза, гуминовых веществ, а также ряда газов, разрушая органические вещества до элементарных оксидов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) и осаждая (на 70 – 90 %) из воды нерастворимые соли (карбонаты, оксилаты и др.). При фильтровании через шунгитовый фильтр значительно снижается цветность воды, практически полностью убирается микрофлора. Также шунгитовый фильтр обеспечивает эффективное удаление из воды диоксинов – вредных хлорорганических соединений. Поэтому шунгит рекомендован к применению в качестве фильтрующего, сорбирующего и бактерицидного материала в фильтрах подготовки питьевой воды, воды в плавательных бассейнах и в процессах оргсинтеза [4].

По способности очищать воду от нефтепродуктов шунгитовые породы также не уступают активированному углю и применяются в схеме очистки сточных вод МКАД (31 км, р. Яуза).

Интересным представляется возможность использования шунгита для очистки бытовых сточных вод и сточных вод промышленных предприятий от ионов тяжелых металлов. Поэтому нами были изучены сорбционные свойства шунгита по отношению к ионам меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ), железа ( $\text{Fe}^{2+}$ ), кобальта ( $\text{Co}^{2+}$ ) и перманганата ( $\text{MnO}_4^{2-}$ ) на искусственных растворах в сравнении с активированным углем.

Растворы готовили из кристаллогидратов меди, железа и кобальта (соответственно  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) марки хч и перманганата калия  $\text{KMnO}_4$  с концентрацией металла в растворе 500–1500 мг. В качестве сорбента использовали активированный уголь и мелко раздробленный шунгит.

К свежеприготовленным растворам, взятым в объеме 100 мл, добавляли по 2,5 г сорбента и оставляли на 3 суток (в соответствии с инструкцией по использованию шунгита в качестве фильтра для приготовления питьевой воды). Через 3 суток растворы отфильтровывали и анализировали на содержание металла. Содержание в растворах ионов меди, железа и кобальта определяли титрованием, марганца – колориметрическим методом [5].

По полученным данным рассчитывали степень извлечения металла в твердую фазу (1):

$$\varepsilon = \frac{C_{исх} - C}{C_{исх}} 100 \%, \quad (1)$$

где  $C_{исх}$  – концентрация металла в исходном растворе, мг/л;  
 $C$  – концентрация металла в отфильтрованном растворе, мг/л;  
 $\varepsilon$  – степень извлечение металла в твердую фазу, %.  
 Полученные результаты приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

**Извлечения ионов металлов шунгитом и активированным углем**

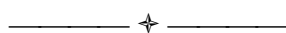
Ион металла	Исходный раствор $C_{исх}$ , мг/л	Шунгит		Активированный уголь	
		концентрация в растворе $C$ , мг/л	$\varepsilon$ , %	концентрация в растворе $C$ , мг/л	$\varepsilon$ , %
$Cu^{2+}$	477	449	5,87	23,8	95,01
$Co^{2+}$	450	395	12,22	335	25,55
$Fe^{2+}$	2416	2078	14,00	1498	38,00
$Mn^{7+}$	122	76,5	37,3	11,7	90,41

Из данных табл. 2 видно, что в сравнении с активированным углем шунгит обладает слабыми сорбционными свойствами по отношению к исследуемым ионам металла.

**Закключение.** Использовать шунгит как сорбент для очистки бытовых сточных вод и сточных вод промышленных предприятий от ионов меди, кобальта, железа (II) или перманганата нецелесообразно.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Рысьев О.А. Шунгит – национальный камень России. СПб., 2000. 112 с.
2. Курунов И.Ф. Механизм и теоретическая оценка замены кокса шунгитом в доменной плавке // Изв. вузов. Черная металлургия. 2003. № 7.
3. Фиалков А.С. Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе. М.: Аспект-пресс. 1997.
4. Гигиеническое заключение Центра ГСЭН в РК №10.КЦ.31.216.П.00064.02.99 от 04.02.1999 г.
5. Методы анализа металлов и сплавов. / З.С. Мухина, Е.И. Никитина, Л.М. Буданова и др. М.: Оборонгиз. 1959.



УДК 622.235.432

*Д-р техн. наук, проф. ПАГИЕВ К.Х.,  
д-р техн. наук, проф. ПЕТРОВ Ю.С.,  
канд. техн. наук, доц. МАСКОВ Ю.П.*

**АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ ЦЕПИ С УТЕЧКАМИ  
ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ ЭЛЕКТРОДЕТОНАТОРОВ**

*Рассмотрена электровзрывная цепь с утечками при параллельном соединении электродетонаторов; аналитически установлены предельные величины сопротивления изоляции цепи, гарантирующие безотказность взрывания; дан анализ влияния сопротивления магистральных проводов на распределение напряжения в цепи и на энергетические соотношения между ее элементами.*

Электровзрывные работы часто приходится вести в обводненных условиях (например, при проходке стволов, других горных выработок), что приводит к снижению сопротивления изоляции, возникновению утечки иницирующего импульса, что в свою очередь отражается на условиях безотказности и процессе иницирования [1,2]. Проанализируем особенности иницирования при обычно применяемом в этих условиях параллельном соединении электродетонаторов, а также влияние сопротивления утечки, падения напряжения в магистральных проводах и другие факторы на безотказность срабатывания электродетонаторов. Рассмотрим условия безотказного иницирования электродетонаторов при разряде конденсатора на электровзрывную цепь, состоящую из параллельно соединенных электродетонаторов с сосредоточенной утечкой, которая имитирует снижение сопротивления изоляции в обводненных условиях горной выработки. Утечка  $R_{ym}$  включена в месте подсоединения магистральных проводов к распределительной сети, что соответствует реальному случаю возникновения контакта с землей неизолированных скруток (рис. 1).

Рассмотрим далее токораспределение в схеме рис. 1. В соответствии с рис. 1 токи в распределительной сети:

$$i_c = i_0 \frac{R_{ym}}{R_{ym} + R_c}; \quad (1)$$

$$i_1 = \frac{i_c}{N} = \frac{i_0}{N} \cdot \frac{R_{ym}}{R_{ym} + R_c}. \quad (2)$$

Коэффициент передачи по току:

$$\alpha_1 = \frac{i_1}{i_0} = \beta = \frac{i_2}{i_0} = \frac{1}{N} \cdot \frac{R_{ym}}{R_{ym} + R_c}. \quad (3)$$

В выражениях (1÷3):

$i_0$  – ток через прибор взрывания, А;  $R_{ym}$  – сопротивление утечки, Ом;

$R_c \approx \frac{R_{ЭД}}{N}$  – сопротивление распределительной сети, Ом;

$R_{ЭД}$  – сопротивление электродетонаторов с выводными проводами, Ом;

$N$  – число параллельно соединенных электродетонаторов, т.е. число ветвей в цепи;

$i_1, i_2$  – токи в параллельных ветвях, А.

По условиям безотказности максимальное сопротивление ЭВЦ:

$$R_{\max} = \frac{-K_{\max} + \sqrt{K_{2\max}^2 + I_n^2 C^2 U^2 \left( \frac{R_{ym} / N}{R_c + R_{ym}} \right)^2}}{I_n^2 C}. \quad (4)$$

По второму условию безотказности:

$$\frac{R_{\text{ex}} C}{2} \ln \frac{\beta^2 U^2 C - 2K_{\min} R_{\text{ex}}}{\beta^2 U^2 C - 2K_{\max} R_{\text{ex}}} \leq \Theta_{\min}, \quad (5)$$

где  $\beta = \frac{1}{N} \cdot \frac{R_{ym}}{R_{ym} + R_c}$ ;  $R_{\text{ex}} = R_M + \frac{R_{ym} R_c}{R_{ym} + R_c}$ ;

$U, C$  – напряжение и емкость конденсатора-накопителя (Ф);

$K_{\min}$  и  $K_{\max}$  – наименьшее и наибольшее значение импульса воспламенения,  $\text{A}^2 \cdot \text{с}$ ;

$I_n$  – нормированный ток электродетонаторов, А;

$\Theta_{\min}$  – наименьшее время передачи, с,

$R_{МП}$  – сопротивление магистральных проводов;

$R_c \approx \frac{R_{ЭД}}{N}$ , где  $N$  – число параллельно соединенных электродетонаторов,

т.е. число ветвей в цепи.

С учетом выражений (4) и (5) вычисляли импульсы воспламенения  $K_2$ , полученные электродетонаторами нормальной чувствительности при различных значениях  $R_{ym}$ ;  $R_M$ ;  $R_{\text{ex}}$  и по условию  $K_2 = K_{\max}$  определяли удовлетворяющие условиям безотказности величины: сопротивление распределительной сети  $R_c$ , число электродетонаторов (число параллельных ветвей). Эти зависимости показаны на рис. 2, 3, 4. Для этих условий вычислены относительные падения напряжения в магистральных проводах  $\Delta U_M$  и в распределительной сети  $\Delta U_C$ , определяемые по выражениям:

$$\Delta U_{МП} = \frac{R_{МП}}{R_{\text{ex}}} 100 \% ; \quad \Delta U_C = \frac{R_C R_{ym}}{R_{\text{ex}} (R_C + R_{ym})} 100 \% . \quad (6)$$

Результаты расчета относительных падений напряжения в электровзрывной цепи с параллельным соединением электродетонаторов приведены в таблице.

**Относительные падения напряжения в электровзрывной цепи  
с параллельным соединением электродетонаторов**

Сопротивление магистрали, $R_{МП}$ , Ом	2		5		10		30	
$R_{из}$ ( $R_{ym}$ ), Ом	100	1	100	1	100	1	100	1
$\Delta U_{МП}$ , %	91,23	91,26	94,38	94,37	95,97	95,97	97,62	97,62
$\Delta U_C$ , %	8,77	8,74	5,62	5,63	4,03	4,03	2,38	2,38

Из данных таблицы следует, что  $\Delta U_{МП}$  и  $\Delta U_C$  практически не зависят от величины сопротивления изоляции (утечки). Относительное падение напряжения в распределительной сети составляет только несколько % от напряжения источника энергии.

При параллельном соединении электродетонаторов уменьшение числа безотказно инициируемых электродетонаторов имеет место, как показывают расчеты, только при сопротивлении изоляции менее 30 Ом, что объясняется очень малой величиной входного сопротивления распределительной сети.

Условия безотказного инициирования для электровзрывной цепи с параллельным соединением электродетонаторов выполняются уже при сопротивлении изоляции не менее 50 Ом. При последовательном соединении электродетонаторов в электровзрывной цепи влияние сопротивления изоляции ( $R_{ym}$ ) на безотказность инициирования, как показывают исследования [3], оказывается существенным при сопротивлении изоляции менее 2000 Ом, что является больше, чем при параллельном соединении, приблизительно на два порядка.

Как видно из данных рис. 2 – 4, на безотказность взрывания и максимальное количество одновременно инициируемых электродетонаторов большое влияние оказывает сопротивление магистрали, вследствие чего это сопротивление должно быть одним из нормируемых параметров электровзрывной цепи.

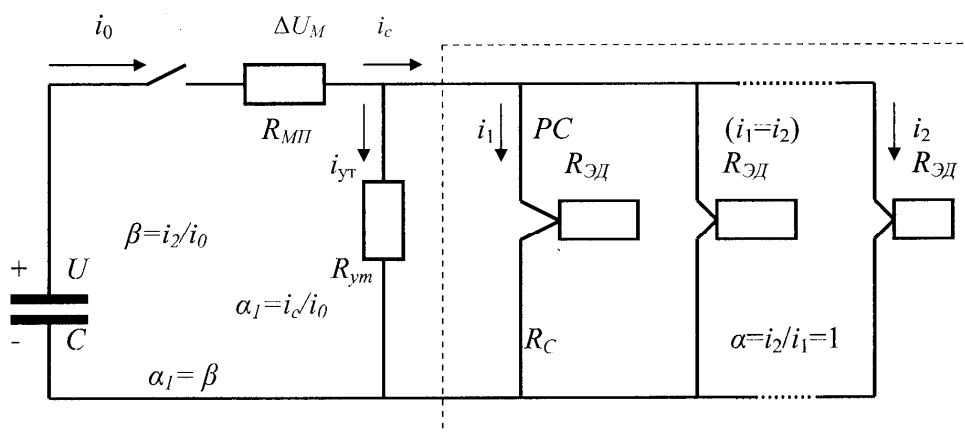


Рис. 1. Параллельное соединение ЭД с сосредоточенной утечкой.

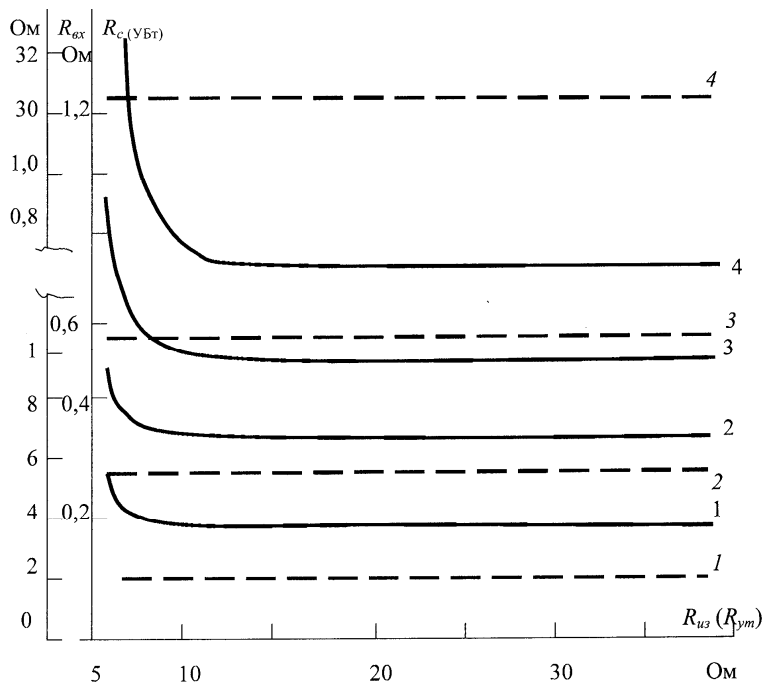


Рис. 2. Зависимости от сопротивления изоляции (утечки) сопротивления распределительной сети  $R_{с\text{УБТ}}$  (—) и  $R_{ак}$  (-----), удовлетворяющие условию безотказности иницирования КВП типа ПИВ-100М при разных сопротивлениях магистрали  $R_M$  для параллельного соединения ЭД при  $R_{МП}$ , Ом: 2 (1), 2 (2), 10 (3), 30 (4).

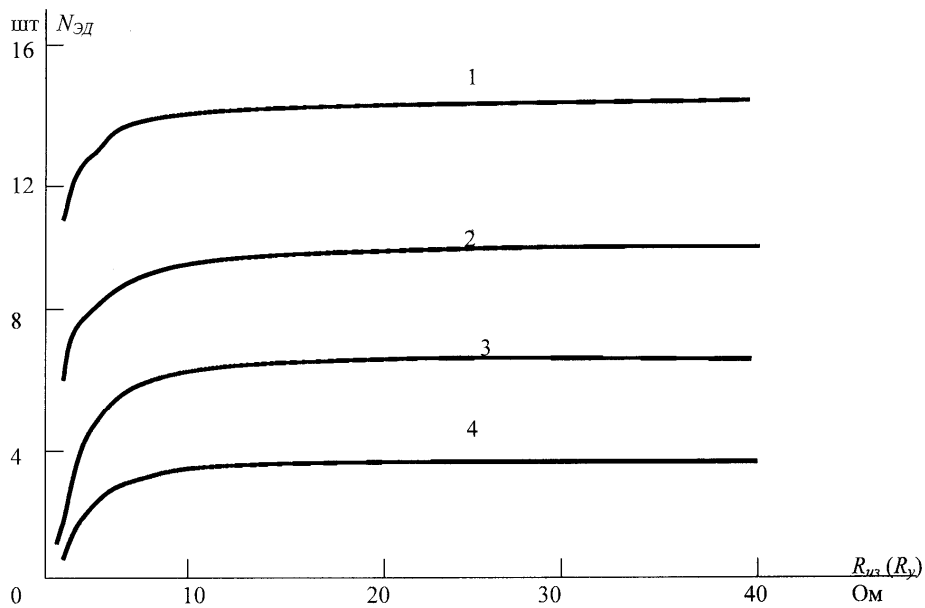


Рис. 3. Зависимость числа  $N_{ЭД}$  параллельно соединенных ЭД, безотказно иницируемых КВП типа ПИВ-100М, от сопротивления изоляции (утечки) при разных сопротивлениях  $R_{МП}$  магистрали, Ом: 2 (1); 5 (2); 10 (3); 30 (4).



При возможном нарушении изоляции проводов (например, при многократном использовании магистрали) и (или) невозможности поддержания величины изоляции на должном уровне (обводненность, повышенная влажность в месте проведения взрывных работ, отсутствие изолирующих зажимов и т.п.) с точки зрения безотказности рекомендуется электровзрывная цепь с параллельным соединением электродетонаторов.

При обосновании окончательных требований к сопротивлению изоляции электровзрывной цепи необходимо учитывать влияние  $R_{из}$  не только на безотказность электровзрывания, но и на безопасность электровзрывных работ (блуждающие токи) и на возможность проведения контрольно-измерительных операций по измерению параметров электровзрывной цепи.

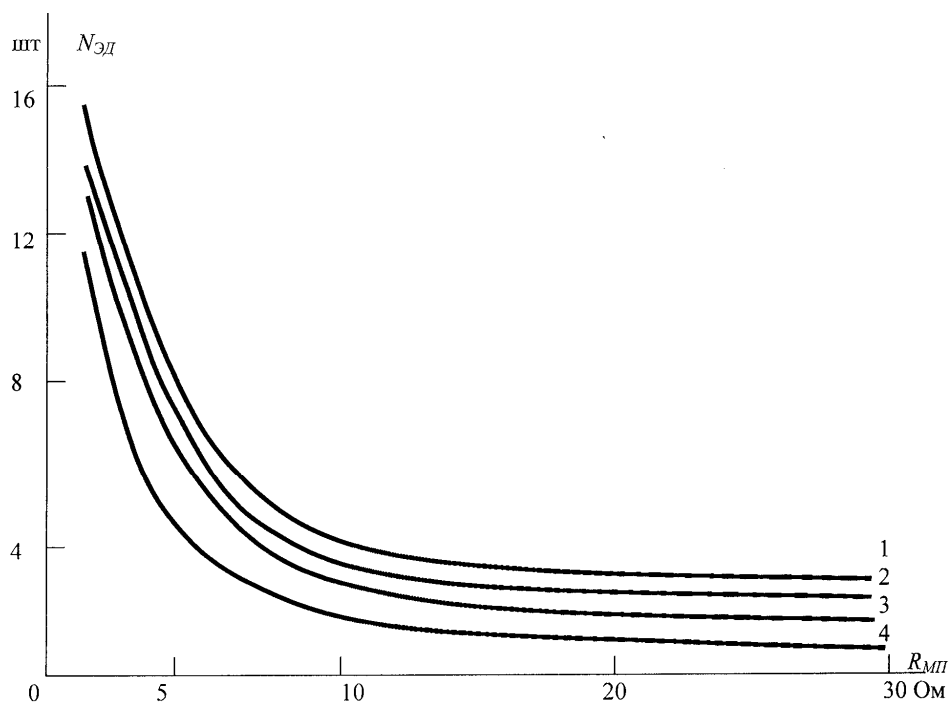


Рис. 4. Зависимость от сопротивления магистральных проводов  $R_M$  числа параллельно включенных ЭД, безотказно инициируемых ПИВ-100М при  $R_{из}$ , Ом: 30 (1); 3 (2); 1,5 (3) и 0,75 (4).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лурье А.М. Электрическое взрывание зарядов. М.: Недра, 1973.
2. Граевский М.М. Справочник по электрическому взрыванию. М.: Рандеву. АМ, 2000.
3. Шуцкий В.И., Петров Ю.С., Коротков И.М. Аналитическое и экспериментальное исследование сопротивления изоляции электровзрывных сетей // Известия ВУЗов. Горный журнал №4, 1986.



### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЗАЦИИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ И УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ

*Рассмотрены способ и устройство для измерения параметров электростатического поля по электрическому заряду движущихся частиц взрывчатых веществ (ВВ), предложена функциональная схема измерения этого заряда в пневмомагистрале. Дана оценка электризации по значению текущего электрического заряда частиц и степени близости его к значению электрического пробоя среды в пневмомагистрале, а также по величине энергии искрового разряда и степени близости этой величины к значению минимальной энергии взрыва ВВ или его компонентов.*

Оценка уровня электризации по наведенному потенциалу дает одностороннюю характеристику параметров электростатического поля, что не позволяет получить объективную картину исследуемого явления и его опасности для пневмозаряжания. В связи с этим был разработан способ и устройство измерения электрического заряда движущихся частиц при использовании эффекта наведения тока заряженной частицей, движущейся относительно системы заземленных изолированных электродов. Математическое описание этого явления сделано Шокли и Рамо в теореме, носящей их имя [1]. Измерение заряда сводится к измерению наведенного тока и вычислению величины электрического заряда  $q$  по формуле:

$$q = \pm \sqrt{\frac{i_n h P V}{22 R T \sin(\omega t)}}, \text{ Кл,}$$

где  $i_n$  – величина наведенного тока, А;

$h$  – расстояние между электродами, м;

$P$  – абсолютное давление воздуха в дозаторе, Па;

$R=29,27$  – газовая постоянная при влажности воздуха 0 %;

$R=29,4$  – при влажности воздуха 50 %;

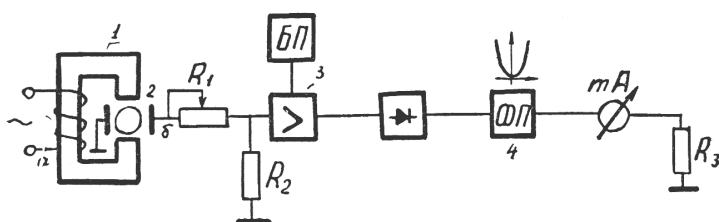
$T$  – абсолютная температура воздуха, °С;

$\sin(\omega t)$  – гармоническая функция.

Приведенная формула позволяет однозначно определить величину заряда, накопленного транспортируемой аэрозолью по величине тока, наведенного движущимся зарядом во внешней цепи электрода, значением давления в пневмомагистрале и температуры воздуха.

Непосредственное измерение наведенного тока возможно с помощью зеркальных микроамперметров М-95. Применение этих приборов в условиях горных предприятий невозможно по условиям эксплуатации их. Использование серийно изготавливаемых микрометрических измерительных головок возможно при наличии промежуточного усиления исходного сигнала. Применение в качестве усилителя микросхемы К1УТ 401.Б позволяет совместить

операции усиления и вычисления приведенной формулы в одном устройстве. Функциональная схема такого устройства показана на рисунке.



Функциональная схема устройства для измерения электрического заряда ВВ в пневмомагистрале: 1 – магнитопровод, 2 – электрод, 3 – операционный усилитель постоянного тока, 4 – функциональный преобразователь.

Пневмомагистраль заключается в систему магнитного отклонения 1. Ток, наведенный во внешней цепи электродов 2, усиливается операционным усилителем 3. В этом же звене проводится умножение наведенного тока на величину  $\frac{hVP}{22RT}$ . Извлечение квадратного корня осуществляется функциональным преобразователем 4. Он представляет собой операционный усилитель с нелинейной квадратичной обратной связью.

Гармоническая функция  $\sin(\omega t)$  внесена из-за искусственного гармонического возмущения поля заряда осциллограммы, снятые в точке «б», представляют собой гармонические кривые, промодулированные наведенным током, являющимся функцией только величины заряда. Детектирование выходной величины можно произвести измерительным прибором 5 магнитоэлектрического типа. Этим прибором является миллиамперметр в режиме милливольтметра. Если проградуировать шкалу прибора по обратно квадратичной зависимости  $y = k\sqrt{x}$ , то необходимость в промежуточном функциональном преобразователе 4 отпадает.

Важнейшим преимуществом предлагаемого устройства является непосредственность измерения электрического заряда частиц в поток ВВ – главного параметра по влиянию на электростатическую безопасность пневмозаряжения ВВ. Величина электрического заряда является вместе с тем самой представительной характеристикой электростатического поля, так как значении его оценивает одновременно величину электрической емкости системы, накопившей заряд, и значение потенциала поля.

Предлагаемое устройство может быть использовано в горной, химической и пищевой промышленности, где приходится иметь дело с пневмотранспортом мелкодисперсных электризующихся материалов. Устройство может быть применено для технологических измерений интенсивности электризации материалов в пневмотрубопроводах, а также при проведении исследовательских работ по электризации транспортируемых материалов.

Описанный способ и устройство для измерения заряда транспортируемой аэрозвеси зарегистрированы Государственным комитетом по делам изобретений и открытий [2]. Устройство было использовано в качестве инструмента исследований электризуемости всех типов штатных гранулирован-

ных ВВ при механизированном зарядании. С помощью этого прибора выявлена картина влияния технологических параметров транспортирования на интенсивность электризации ВВ при механизированном зарядании.

Суждение о степени опасности электризации ВВ в процессе пневмотранспортирования можно сделать по двум обстоятельствам:

по значению текущего электрического заряда частиц и степени близости его к опасному значению с точки зрения возможности электрического пробоя среды в пневмомагистрали, имеющей заданную концентрацию мелкодисперсных частиц ВВ в газовой фазе;

по величине энергии, выделение которой возможно в искровом разряде, если последний произошел, и степени близости величины энергии к значению минимальной энергии воспламенения аэровзвеси ВВ или его компонентов.

Первое обстоятельство определяется критерием, выраженным уравнением:

$$q = \sqrt{\frac{\pi r^2 E_0^2 \varepsilon_a}{2cl}}, \text{ Кл,}$$

где  $r = 0,024$  м – радиус пневмотранспортирующей магистрали;

$E_0 = 3,6 \cdot 10^6$  В/м – напряженность электрического пробоя воздуха;

$\varepsilon_a = 0,196 \cdot 10^{-9}$ , Ф/м – абсолютная диэлектрическая проницаемость ВВ;

$L = 3,4$  м – длина по оси заряженного цилиндра области ВВ, имеющей равный удельный объемный заряд;

$c = \frac{\mu}{p}$  – число частиц в  $1 \text{ м}^3$  потока ВВ,

где  $\mu$  – весовая концентрация ВВ в потоке воздуха;

$p$  – средняя масса одной частицы.

Показателем опасного значения является соотношение [3]:

$$W \geq 0,4 \cdot W_{\min}, \text{ Дж,}$$

где  $W$  – текущее значение энергии электростатического поля,

$W_{\min}$  – значение минимальной энергии воспламенения аэровзвеси ВВ или его компонентов.

Для аналитического определения энергии электростатического поля, воздействие которой возможно на аэровзвесь ВВ, предположим, что в случае искрового разряда энергия поля взаимодействующих заряженных масс ВВ выделяется полностью. Если поле содержит  $(n - 1)$  заряженных частиц, то для внесения в него  $n$ -й заряженной частицы необходимо затратить работу для преодоления сил взаимодействия между зарядами. Эта работа является мерой энергии, запасенной в электростатическом поле. Величина ее равна [4]:

$$W = U_{n-1} q_n,$$

где  $U_{n-1}$  – потенциал первых  $(n - 1)$  заряженных частиц в точке пространства, куда должна быть помещена частица с дополнительным зарядом  $q_n$ . Отметим, что увеличение объемной плотности заряда в объеме транспортируемого по пневмомагистрали ВВ, может произойти за счет внесения заряженных частиц через торцевую поверхность заряженной области. Учитывая это обстоятельство получаем:

$$W = \frac{1}{2} \int_V \epsilon_a E^2 dV = \frac{\epsilon_a E^2 V}{2},$$

где  $E$  – напряженность поля на торце заряженной массы ВВ, имеющей форму цилиндра с объемом. Поле имеет объемную плотность энергии, равную:

$$\omega = \frac{\epsilon_a E^2}{2}.$$

Напряженность поля связана с объемной плотностью заряда выражением:

$$E = \frac{\rho_V l}{\epsilon_a}.$$

Связь энергии электростатического поля с параметрами зарядных шлангов и электрическими характеристиками ВВ представляется в виде:

$$W = \frac{\pi r^2 l^4 \rho_V^2}{2\epsilon_a}.$$

В работе [5] показана возможность измерения движущегося электрического заряда транспортируемой аэровзвеси ВВ и разработана методика таких измерений. Принципиально возможно определение  $l$  и  $\rho_V$  в любой момент времени, для всяких возможных сочетаний технологических параметров транспортирования, условий окружающей среды, типа и конфигурации магистрали. Эта возможность может быть реализована электронным вычислительным устройством для определения функции заряда от времени  $q(t)$  устройства для измерения интервала времени  $t_2 - t_1$  между нулевыми значениями функции  $q(t)$  и операционного блока, выполняющего функцию деления:

$$\rho_V = \frac{\int_{t_1}^{t_2} q(t) dt}{K(t_2 - t_1)},$$

где  $K$  – коэффициент, определяемый геометрическими параметрами пневмомагистрали и давлением воздуха.

Однако эксплуатация такого вычислительного устройства в подземных условиях, при которых ведутся работы по пневмозаряданию взрывных полостей гранулированными ВВ, связана со значительными техническими трудностями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Герштейн Г. М. Некоторые вопросы взаимодействия заряженных частиц с электрическим полем. Саратов, ун-т, 1960.
2. А. с. №542363 (СССР). Устройство для измерения зарядов аэрозоли. Емекеев В. И., Шелехов П. Ю., Данилиди Г. И., Пеконици В. Г. 1975.
3. Дроздов Н. Г. Статическое электричество в промышленности. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1949.
4. Миролюбов Н. Н., Костенко М. В. и др. Методы расчета электростатических полей. М.: Высшая школа, 1963.
5. Емекеев В. И., Шелехов П. Ю., Пеконици В. Г., Данилиди Г. И. Сравнительная оценка электризуемости промышленных гранулированных ВВ// Цветная металлургия (бюл.), №11, 1975.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПНЕВМОЗАРЯЖАНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭЛЕКТРИЗАЦИИ

*Рассмотрены зависимости потенциала электризации от технологических параметров пневмозаряжения взрывных полостей россыпными взрывчатыми веществ (ВВ), характера контактирования взаимодействующих поверхностей (трение качения, трение скольжения, удар). Установлены корреляционные зависимости интенсивности электризации от диэлектрических характеристик материала пневмопровода, гранулометрического состава и типа транспортируемого ВВ, скорости и длины транспортирования, относительной влажности ВВ и окружающей среды. Предложены конкретные рекомендации по снижению уровня электризации при пневмотранспортировании сыпучих взрывчатых материалов и укладке их во взрывные полости.*

При пневмозаряжении гранулированных взрывчатых веществ между частями ВВ, потоком пылевоздушной смеси ВВ и внутренней поверхностью транспортирующей магистрали существует сложный характер контактирования, сопровождаемый ударом, трением скольжения и трением качения. Преобладающий характер конкретного вида контактирования, оказывающий существенное влияние на интенсивность электризации, зависит как от режимов работы пневмотранспортирующих систем, так и от перегибов и радиуса закруглений шланга, его проходного сечения.

Установить влияние на степень электризации отдельного вида контактирования в практических условиях пневмозаряжения невозможно. Для этих целей была разработана установка, позволяющая исследовать различные характеры контактирования с преобладанием либо удара, либо трения скольжения, либо трения качения. В качестве исследуемого материала использовали аммиачную селитру – основной компонент промышленных ВВ. В результате обработки экспериментальных данных получены корреляционные уравнения, выражающие зависимость потенциала электризации  $U = f(t)$  во времени при ударе, трении и качении, имеющие вид:

$$\text{при соударении} \quad U_{y\delta} = 0,1125 + 0,071t,$$

$$\text{при трении} \quad U_{mp} = 0,05679 + 0,0295t,$$

$$\text{при качении} \quad U_{кач} = 0,073 + 0,0127t,$$

где  $t$  – продолжительность процесса электризации при определенном режиме работы установки, с. Постоянные коэффициенты в приведенных уравнениях имеют соответствующие размерности.

Из приведенных уравнений следует, что наиболее интенсивно электризация протекает при ударном контактировании; наименьшая скорость нарастания потенциала электризации имеет место при качении. Следует учесть, что эти уравнения справедливы только в определенном интервале значений  $t$  и выражают лишь качественную оценку степени электризации от указанных факторов.

Величины удельных электрических сопротивлений  $\rho_{\text{ВВ}}$  и материалов, из которых могут изготавливаться транспортирующие шланги, необходимы для оценки возможности генерирования и рассеивания электрических зарядов в процессе пневмозаряжания. По ГОСТ 64433-52 для этих целей использовали трехэлектродную гальванометрическую схему. Сопротивления ВВ и шлангов зависят от относительной влажности окружающей среды. При определении удельного электрического сопротивления шлангов в условиях различной относительной влажности испытываемые образцы из полиэтилена, резины и полихлорвинила выдерживали в эксикаторе в заданных условиях в течение 48 ч в интервалах повышения влажности воздуха до 10 %. Время нахождения образца в эксикаторе устанавливали, исходя из гигроскопичности данного материала. По результатам испытаний определены корреляционные уравнения изменения удельного поверхностного электрического сопротивления материалов шлангов от относительной влажности воздуха. В интервале влажности воздуха  $\psi$  от 50 до 90 %  $\rho_s$  изменялось по уравнению:

$$\text{для полиэтилена} \quad \rho_s = 10^{16,151-0,0094\psi},$$

$$\text{для резины} \quad \rho_s = 10^{12,56-0,074\psi},$$

$$\text{для полихлорвинила} \quad \rho_s = 1504 - 13\psi.$$

Из приведенных зависимостей следует, что наименьшее влияние влажность оказывает на изменение  $\rho_s$  полихлорвинила, наибольшее – резины, что можно объяснить различной способностью этих материалов адсорбировать на своей поверхности влагу. При влажности свыше 70 % резиновые шланги обладают полупроводящими свойствами, обеспечивающими рассеивание электрических зарядов. Однако в ряде случаев рассеивание электростатических зарядов в потоке транспортируемого ВВ не обеспечивают даже шланги с низким электрическим сопротивлением. В этом случае рассеивание электрических зарядов зависит от удельного электрического сопротивления ВВ, на величину которого влияет его относительная влажность. Результаты опытов, проведенных с кристаллической и гранулированной аммиачной селитрой, гранулитом АС-8, зерногранулитом 79/21Б(В), динамоном АМ-10, аммоналом и аммонитом 6ЖВ, показали, что при влажности свыше 1 % указанные ВВ обладают сопротивлением, достаточным для стекания зарядов статического электричества при контакте потока взвеси ВВ с электропроводящей поверхностью\*.

Дальнейшие исследования электризации проводили на установке, имитирующей работу пневмозаряжающих устройств. Установка состояла из пневмозарядчика эжекторного или нагнетательного типа, пневмотранспортирующей магистрали длиной 60 м, диаметром 32 – 50 мм, взрывной камеры, системы регистрирующих датчиков и измерительной аппаратуры. Вся пневмосистема была тщательно изолирована и позволяла транспортировать ВВ по разомкнутому (сводный выброс в отдельный бункер) и замкнутому циклам.

---

\* Емекеев В. И., Шелехов П. Ю., Пекониди В. Г., Данилиди Г. И. Сравнительная оценка электризуемости промышленных гранулированных ВВ// Бюл. «Цветная металлургия», 1975. №11.

При разомкнутом цикле движения потока аэровзвеси, ввиду непрерывного поступления новых порций ВВ, время сохранения устойчивой величины максимального потенциала не уменьшается. Однако при работе установки в этом режиме, вследствие очень большой скорости протекания процесса, невозможно выдерживать стабильность отдельных технологических параметров (плотность и скорость потока в пневмомагистрале). Поэтому исследования проводили в основном при работе установки по замкнутому циклу. Интенсивность электризации оценивали по величине потенциала статического электричества в кВ с последующим определением энергетической характеристики уровня электризации. Замеры потенциала электризации проводили электростатическими вольтметрами с зондов-потенциалосъемников, установленных как по пути движения аэровзвеси ВВ, так и на проводящих элементах пневмосистемы. Суммарную емкость зонда и вольтметра измеряли мостом УМ-2. Для измерения емкости изолированных металлических элементов применяли прибор ИИЕВ-1. Сопротивление утечки между зондом и землей измеряли мегомметром МОМ-3, контроль за плотностью потока в шланге осуществляли фотоэлектрическим датчиком, сконструированным для этих целей. Работа датчика основана на изменении электрического сопротивления ФСК-2 при изменении его освещенности направленным световым лучом при прохождении через датчик потока ВВ определенной концентрации. Скорость движения частиц ВВ по магистрале определяли радиометрическим методом с помощью радиоактивных изотопов.

Для обеспечения стабильных условий проведения экспериментов и создания микроклимата экспериментальная установка находилась в специальном помещении, изолированном от внешней среды. Для измерения климатических параметров применяли аспирационный психрометр Ассмана, психрометр Августа, самопишущие гигрографы М-21с и М-32с, баротермогигрометр БМ-1. Электрическое сопротивление транспортирующих магистралей изменяли в широких пределах в зависимости от материала шлангов. При определении влияния на электризацию основных факторов, сопровождающих пневмозарядание, изменяли лишь один из них, другие же оставались постоянными. В качестве транспортируемого ВВ использовали аммиачную селитру, гранулит АС-8, игданит, т. е. материалы, обладающие различными электрическими параметрами. Применение для регистрации электростатических явлений шлейфного осциллографа Н-102 (МПО-2) дало возможность зафиксировать во времени на осциллограмме изменение потенциала электризации в зависимости от скорости и плотности потока в шланге, позволяя параллельно вести визуальное непрерывное наблюдение за исследуемым процессом. На основе проведенных экспериментов получены корреляционные зависимости изменения потенциала электризации  $U$  от относительной влажности воздуха  $\psi$ , скорости транспортирования  $V$ , диаметра гранул транспортируемого ВВ  $d$  радиуса закругления (перегиба) шланга  $R$  и длины транспортирующей магистрали  $l$  (таблица).



## Зависимости электризации от технологических параметров пневмозаряжения

При транспортировании аммиачной селитры (АС) по полиэтиленовому (1) и резиновому(2) шлангам при $\psi = 40 - 90$ % через каждые 10 %	1. $U = -11,784 + 0,886\psi - 0,009\psi^2$ 2. $U = -7,247 + \frac{586}{\psi}$
При транспортировании АС(3), гранулита АС-8 (4), игданита (5) по полиэтиленовому шлангу; 6,7,8 – при транспортировании указанных ВВ по резиновому шлангу (при $V=1, 5, 10, 15, 20, 25$ м/с).	3. $U = 0,86 + 0,775V - 0,014V^2$ 4. $U = -0,74 + 0,648V - 0,012V^2$ 5. $U = -0,40 + 0,208V - 0,003V^2$ 6. $U = -0,06 + 0,187V - 0,0017V^2$ 7. $U = -0,12 + 0,239V - 0,0017V^2$ 8. $U = -0,24 + 0,313V - 0,003V^2$
При транспортировании АС (9), гранулита АС-8 (10) и игданита (11) по полиэтиленовому шлангу. Диаметр частиц изменялся в интервалах: < 0,25 мм; 0,25 – 0,5мм; 0,5 – 0,75 мм и т. д. до 2 мм	9. $U = 0,789 + \frac{1,94}{d}$ 10. $U = 3,800 + 5,7021gd$ 11. $U = 0,752 + \frac{0,85}{d}$
При транспортировании АС (12), гранулита АС-8 (13) игданита (14) по полиэтиленовому шлангу ( $R=0,125; 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2; 2,5; 3$ м	12. $U = 2,758 + \frac{0,9}{R}$ 13. $U = 3,894 + \frac{0,38}{R}$ 14. $U = 1,230 + \frac{0,51}{R}$
При транспортировании АС по полиэтиленовому шлангу по замкнутому (15) и разомкнутому циклам (16). $l=1; 10; 20; 30; 40; 50$ м	15. $U = 2,21 + 0,157l - 0,0027l^2$ 16. $U = 4,01 + 0,13l - 0,008l^2 + 0,000146l^3$

## Выводы

1. Транспортирующая магистраль должна иметь хорошо обработанную внутреннюю поверхность с постоянным проходным сечением шланга.

2. Удельное поверхностное электрическое сопротивление шланга способствует лишь стеканию электростатических зарядов с поверхности пневмомомагистрали, но практически не влияет на электризацию аэровзвеси ВВ внутри шланга.

3. С увеличением относительной влажности окружающей среды интенсивность электризации уменьшается, но не следует рассматривать шахтную относительную влажность как фактор, полностью исключая образование электростатических зарядов на элементах транспортирующих систем.

4. Увлажнение транспортируемого ВВ в пределах 4 – 5 % способствует снижению потенциала электризации. Увлажнение свыше этих пределов может привести к изменению качества ВВ.

5. Монтажные работы по прокладке транспортирующего шланга при пневмозарядке следует проводить т. о., чтобы радиусы закруглений рабочей магистрали были не менее 0,5 м.

6. Измерение потенциала электризации шланга показало его незначительное изменение по длине.



УДК 622.23.05

*Д-р техн. наук, проф. ПЕТРОВ Ю.С.,  
д-р техн. наук, проф. ПАГИЕВ К.Х.,  
асп. САХАНСКИЙ Ю.В.*

### **ВЛИЯНИЕ ШУНТИРУЮЩЕГО РЕЗИСТОРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ ЦЕПИ**

*Проведён анализ влияния использования шунтирующего резистора в конденсаторном взрывном приборе. Рассчитаны зависимости выделяемой энергии на участках электровзрывной цепи и коэффициент полезного действия всей электровзрывной цепи в зависимости от величины шунтирующего резистора. Даны рекомендации по расчёту необходимой величины шунтирующего резистора для рассматриваемой цепи.*

Применение шунтирующего резистора во взрывных приборах, с одной стороны, повышает искробезопасность приборов электровзрывания, а с другой, уменьшает полезную мощность, получаемую электровзрывной цепью от взрывного прибора, т.е. снижает КПД прибора взрывания. Чем меньше электрическое сопротивление шунтирующего прибора взрывания, тем быстрее и полнее разряжается конденсатор в процессе инициирования, однако, потери мощности при этом увеличиваются.

Анализ распределения мощности в электровзрывной цепи при использовании прибора взрывания с шунтирующим резистором имеет практическое значение определённую ценность для аналитических исследований в области теории электровзрывания.

Для анализа распределения мощности в электровзрывной цепи рассмотрим сначала упрощённую эквивалентную схему электровзрывной цепи (рис.1) при действии на входе постоянного напряжения.

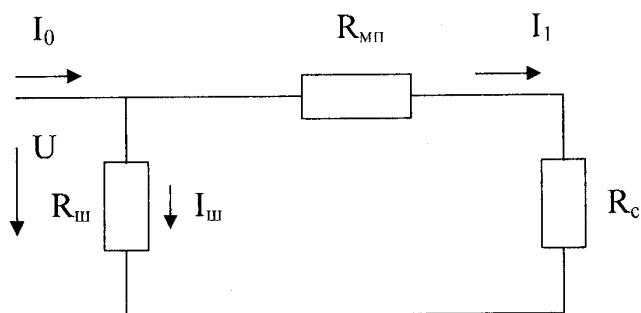


Рис.1. Упрощённая эквивалентная схема ЭВЦ.

Отношение мощности, рассеиваемой на шунтирующем резисторе, к мощности, потребляемой остальной цепью, можно записать в виде:

$$\frac{P_{Ш}}{P_{ЭВЦ}} = \frac{R_{МП} + R_C}{R_{Ш}} = \frac{R_{ЭВЦ}}{R_{Ш}}, \quad (1)$$

т.е. отношение мощностей обратно пропорционально сопротивлениям.

При изменении величины шунтирующего резистора  $R_{Ш}$  будет изменяться КПД ( $\eta$ ) электровзрывной цепи. Это изменение может быть определено из следующего выражения:

$$\eta = \frac{P_{МП} + P_C}{P_{МП} + P_C + P_{Ш}} = \frac{P_{ЭВЦ}}{P_{вх}} = \frac{R_{Ш}}{R_C + R_{МП} + R_{Ш}}, \quad (2)$$

где  $P_{МП}$ ,  $P_C$ ,  $P_{Ш}$  – мощность, выделяемая соответственно в магистральных проводах, в распределительной сети и на шунтирующем резисторе.

Далее проведём анализ мощности, выделяемой на шунтирующем резисторе, при разряде конденсатора. Рассмотрим эквивалентную схему замещения ЭВЦ показанную на рис.2.

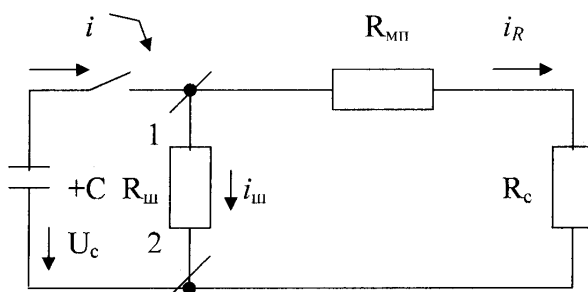


Рис.2. Эквивалентная схема замещения ЭВЦ.

Уравнение состояния цепи (см. рис.2):

$$u_c + R_3 C \frac{du_c}{dt} = 0, \quad (3)$$

где  $R_3 = \frac{R \cdot R_{ш}}{R + R_{ш}}$ , а  $R = R_{м} + R_{с}$ .

Решая уравнение (3), найдём

$$u_c = U_0 e^{-\frac{t}{R_3 C}}. \quad (4)$$

Ток в неразветвлённой части цепи:

$$i = -\frac{u_c}{R_3} = -\frac{U_0}{R_3} e^{-\frac{t}{R_3 C}}. \quad (5)$$

Токи в ветвях:

$$i_u = i \frac{R}{R + R_u} = k_u i, \quad (6)$$

$$i_R = i \frac{R_u}{R_u + R} = k_R i. \quad (7)$$

Рассчитаем энергетический баланс в электровзрывной цепи.

Мощность, отдаваемая конденсатором-накопителем за время работы от 0 до  $t$ :

$$\begin{aligned} W_k &= \int_0^t u_c i dt = \int_0^t U_0 e^{-\frac{t}{R_3 C}} \cdot \frac{U_0}{R_3} e^{-\frac{t}{R_3 C}} dt = -\frac{U_0^2 R_3 C}{R_3} e^{-\frac{2t}{R_3 C}} \Bigg|_0^t = -\frac{U_0^2 C}{2} \left( e^{-\frac{2t}{R_3 C}} - 1 \right) = \\ &= \frac{U_0^2 C}{2} \left( 1 - e^{-\frac{2t}{R_3 C}} \right). \end{aligned} \quad (8)$$

Мощность, рассеиваемая шунтирующим резистором:

$$\begin{aligned} W_u &= \int_0^t u_u i_u dt = \int_0^t R_u i_u^2 dt = R_u \int_0^t (k_u i)^2 dt = k_u^2 R_u \int_0^t \left( -\frac{U_0}{R_3} e^{-\frac{t}{R_3 C}} \right)^2 dt = \\ &= k_u^2 R_u \frac{U_0^2}{R_3^2} \int_0^t e^{-\frac{2t}{R_3 C}} dt = -\frac{U_0^2 k_u^2 R_u}{R_3} \left( -\frac{R_3 C}{2} \right) \int_0^t e^{-\frac{2t}{R_3 C}} dt \left( -\frac{2}{RC} \right) = -\frac{U_0^2 k_u^2 R_u C}{2R_3} e^{-\frac{2t}{R_3 C}} \Bigg|_0^t = \\ &= -\frac{U_0^2 k_u^2 R_u C}{2R_3} \left( e^{-\frac{2t}{R_3 C}} - 1 \right) = \frac{U_0^2 k_u^2 R_u C}{2R_3} \left( 1 - e^{-\frac{2t}{R_3 C}} \right). \end{aligned} \quad (9)$$

Мощность, потребляемая магистральными проводами и распределительной сетью:

$$W_R = \int_0^t u_R i_R dt = \frac{U_0^2 k_R^2 R C}{2R_3} \left( 1 - e^{-\frac{2t}{R_3 C}} \right). \quad (10)$$

Как показывает проверка:  $W_k = W_u + W_R$ . (11)

Мощность  $W_R$ , потребляемая магистральными проводами и распределительной сетью  $W_c$ , распределяется между  $W_m$  и  $W_c$  пропорционально сопротивлениям  $R_m$  и  $R_c$ . По выведенным формулам (8 – 10) были выполнены расчёты при разной величине шунтирующего резистора в зависимости от времени, которые показаны на рис.3 и 4. На рис. 3 – графики изменения энергий  $W_k$ ,  $W_u$  и  $W_R$  для случаев  $R_u = 200$  и  $500$  Ом. Промежуток времени выбирали от 0 до  $t = 4$  мс, что соответствует предельно допустимому времени протекания тока в электровзрывной цепи. Графики строили для следующих входных параметров:  $U = 600$  В,  $C = 9 \cdot 10^{-6}$  Ф,  $R_m = 5$  Ом,  $R_c = 300$  Ом.

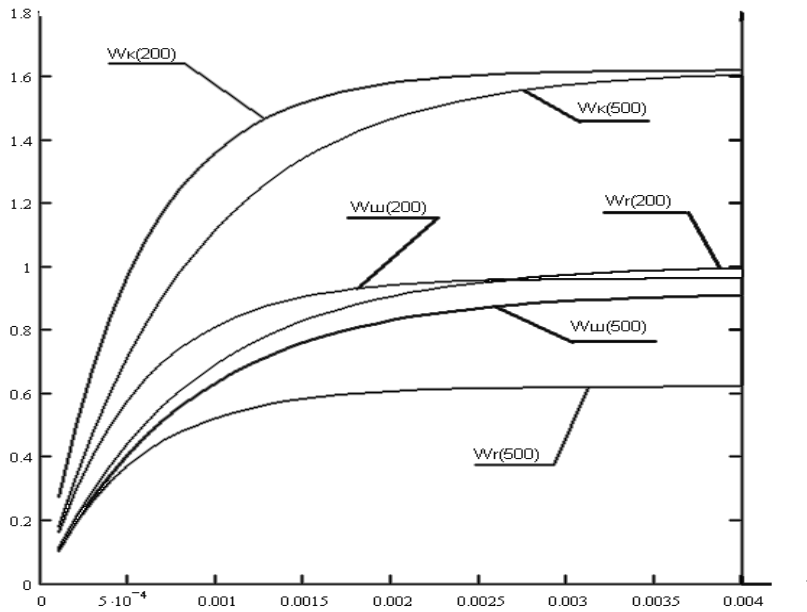


Рис.3. Зависимость энергии, выделяемой на участках электровзрывной цепи от времени при  $R_{ш} = 200$  и  $500$  Ом.

Как видно из полученных графиков, чем больше значение  $R_{ш}$ , тем более пологий наклон имеют экспоненты, характеризующие выделяемую в элементах электровзрывной цепи энергию, т.е. процесс выделения энергии на элементах цепи затягивается во времени, что означает нежелательное использование  $R_{ш}$  больше определённых значений.

На рис.4 изображены графики тока  $i_0$  в функции времени, построенные по формуле 5 при различных значений  $R_{ш}$ .

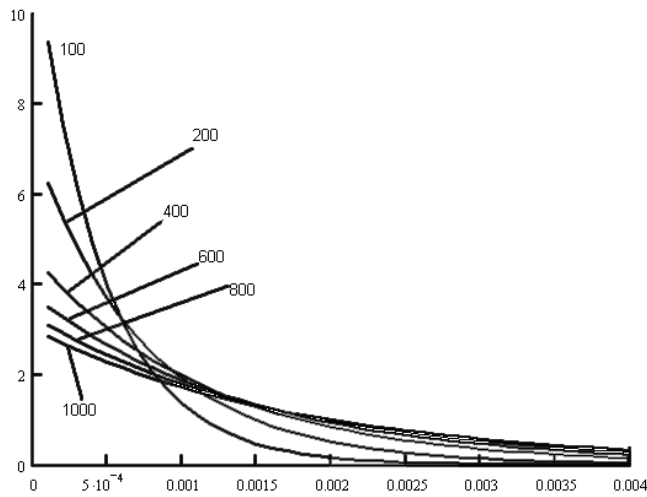


Рис.4. Время спада тока в электровзрывной цепи в зависимости от величины шунтирующего резистора.

Уменьшение  $R_{ш}$  сильно влияет на скорость спада тока до критических значений; однако уменьшение  $R_{ш}$  приводит и к уменьшению КПД цепи, т.е. при окончательном выборе  $R_{ш}$  следует учитывать оба этих фактора.

Токи в ветвях: через шунтирующий резистор  $i_{ш} = i \frac{R}{R + R_{ш}} = k_{ш}i$ ; через электровзрывную цепь –  $i_R = i \frac{R_{ш}}{R_{ш} + R} = k_R i$  графически будут иметь такой же вид, как и ток  $i$ , но будут численно отличаться от него на значения поправочных коэффициентов – шунтирующего резистора  $k_{ш} = \frac{R}{R + R_{ш}}$  и электровзрывной цепи  $k_R = \frac{R_{ш}}{R_{ш} + R}$ .

Полученные в статье графоаналитические зависимости позволяют легко и с достаточной точностью рассчитать величину сопротивления шунтирующего резистора, необходимую для практически полного разряда конденсатора во взрывном приборе за требуемое время. Приведённая методика позволяет также рассчитать величину КПД электровзрывной цепи и выбрать такое значение сопротивления шунтирующего резистора, при котором величина КПД будет максимальной: по полученным формулам можно рассчитать величину тока в электровзрывной цепи в любой момент времени в процессе инициирования, что позволит более эффективно проводить расчёты, связанные с условиями безотказности инициирования электродетонаторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лурье А.И. Электрическое взрывание зарядов. М.: Недра 1979.
2. Петров Ю.С. Основы теории электровзрывания. Владикавказ, СКГМИ: Терек, 1998.
3. Граевский М.М. Справочник по электрическому взрыванию зарядов взрывчатых веществ. М.: «Рандеву-АМ», 2000.



УДК 621.824

*Канд. техн. наук ДЮНОВ В.А.,  
канд. техн. наук, доц. ДЮНОВ А.В.*

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ТЯЖЕЛО НАГРУЖЕННЫХ ВАЛОВ ОРИЕНТАЦИЕЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ ПРИ УПРОЧНЕНИИ**

*Изложены проблемы обеспечения усталостной прочности методом ориентации кристалла.*

Разрушение при знакопеременных нагрузках носит местный характер, не затрагивающий всего материала детали. Таким образом, при переменных нагрузках происходит рост фактических наибольших напряжений перенапряженного объема материала, а в связи с этим, постепенное затухание его деформаций.

При каждом цикле изменения нагрузок пластически деформированная часть материала, попавшая в зону высоких местных напряжений, испытывает сдвиги то в том, то в другом направлении; каждый новый сдвиг происходит в другой плоскости, чем предыдущий, так как эти сдвиги сопровождаются упрочнением материала.

Экспериментальные исследования затухания в различных материалах показывают, что рассеяние энергии при колебаниях для любого диапазона частот не зависит от частоты колебаний и зависит от амплитуды деформаций и температуры. Опыты показывают, что при колебаниях линейная зависимость между напряжениями и деформациями нарушается и обычная диаграмма  $\sigma - \varepsilon$ , после достаточно большого числа циклов, имеет вид кривой (петля гистерезиса). Площадь петли гистерезиса характеризует потерю энергии на внутреннее сопротивление. В первом приближении, с достаточной для практики точностью, петля гистерезиса может быть принята в форме эллипса.

Для эллиптической петли гистерезиса зависимость между напряжениями и относительной деформацией  $\sigma$  имеет вид:

$$\sigma = E\varepsilon \pm kE\varepsilon_0 \sqrt{1 - \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon_0^2}},$$

где  $\varepsilon_0$  — амплитуда деформаций; знак «плюс» для верхней части петли, «минус» — для нижней;

$k$  — коэффициент затухания.

Зависимость между напряжением и деформацией может быть задана в виде ( $k$  — не зависит от частоты):

$$\sigma = E\varepsilon + \frac{k}{\omega} \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial \varphi}.$$

Эта зависимость для гармонических колебаний соответствует эллиптической петле гистерезиса. Действительно,

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin[\omega(t) + \varphi_1];$$

$$\frac{d\varepsilon}{d\varphi} = \varepsilon_0 \cos[\omega(t) + \varphi_1] = \pm \varepsilon_0 \sqrt{1 - \sin^2[\omega(t) + \varphi_1]} = \pm \varepsilon_0 \sqrt{1 - \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon_0^2}}.$$

Этой зависимостью будем пользоваться в дальнейшем.

Более общая зависимость предложена Н. Н. Давиденковым также в предположении независимости потерь энергии на затухание от частоты. Н.Н. Давиденков предлагает истинный модуль упругости задавать в виде:

$$\frac{\overline{d\sigma}}{d\varepsilon} = E \left[ 1 - \eta(\varepsilon_0 + \varepsilon)^k \right]; \quad \frac{\overline{d\sigma}}{d\varepsilon} = E \left[ 1 + \eta(\varepsilon_0 + \varepsilon)^k \right],$$

где  $\eta$ ,  $k$  — постоянные, определяемые из опыта;

$\varepsilon_0$  — амплитуда относительного удлинения;  $\varepsilon$  — относительное удлинение в произвольный момент времени.

Стрелки над  $\sigma$  показывают направление обхода петли гистерезиса. Коэффициенты  $\eta$ ,  $k$  определяют из формы петли гистерезиса, получаемой из опыта, и во многом зависят от вида упорядочения и формы упрочняющего инструмента.

Следует различать затухание при нормальных напряжениях (изгибно-продольные колебания) и затухание тангенциальное (при кручении). Надо иметь в виду, что при изгибе частично оказывает влияние и сдвиг, т. е. касательное затухание. Опыты необходимо проводить для двух типов колебаний – изгибных и крутильных.

Помимо рассмотренных закономерностей, существует еще целый ряд факторов, в частности величина внутреннего трения в материале.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Одинг М.Г.* Допускаемые напряжения в машиностроении и циклическая прочность металлов. М.: Машгиз, 1947.
2. *Филиппов А.П.* Колебания деформируемых систем. М.: Машиностроение, 1970.



УДК 621.941

*Канд. техн. наук ДЮНОВ В.А.,  
канд. техн. наук, доц. ДЮНОВ А.В.*

#### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ТЯЖЕЛО НАГРУЖЕННЫХ ВАЛОВ ПРИ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗКАХ**

*Изложение проблемы обеспечения усталостной прочности методом ориентации кристаллов.*

Разрушение при знакопеременных нагрузках носит местный характер, не затрагивающий всего материала детали. Для решения данной проблемы достаточно установить первопричины образования трещин и возможной локализации трещин механического характера.

При действии высоких местных напряжений, вызванных тем или иным фактором концентрации и обычно значительно превышающих предел текучести материала, в отдельных кристаллических зёрнах начинаются сдвиги, аналогичные тем, которые имеют место и при статическом растяжении. Разница заключается лишь в том, что при растяжении образца пластические деформации и явления сдвига в кристаллических зёрнах вызываются общими напряжениями, поэтому охватывают весь объём образца и растут в одном направлении. При переменных нагрузках эти деформации происходят в пределах очень малого объёма, подвергающегося местным напряжениям, и происходят то в одном, то в противоположном направлениях. Поэтому они не оказывают заметного влияния на прочность образца в целом, но та часть материала, которая подвергается высоким местным напряжениям, постепенно проходит все стадии пластической деформации, которые испытывает материал всего образца, подвергающегося простому растяжению. При каждом цикле изменения нагрузок пластически деформированная часть материала

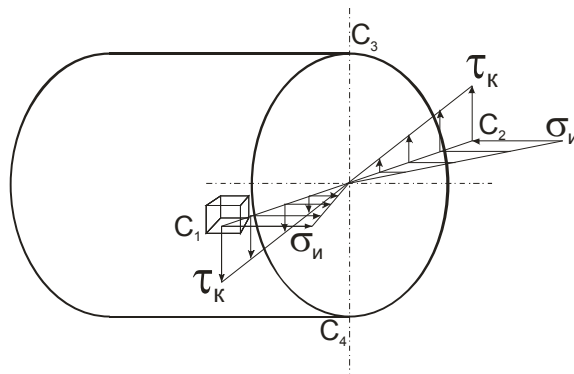


ла, попавшая в зону высоких местных напряжений, испытывает сдвиги то в том, то в другом направлениях; каждый новый сдвиг происходит в другой плоскости, чем предыдущий, так как эти сдвиги сопровождаются упрочнением материала. По мере упрочнения пластически деформированный объём всё более приближается по своей жёсткости к упругому, окружающему его материалу, и в связи с этим берёт на себя всё большую долю нагрузки. Это вызывает непрерывный рост фактических максимальных напряжений в рассматриваемом малом объёме материала при остающемся постоянном среднем (измеряемом) напряжении. В то же время это разгружает упругую зону, что влечёт за собой уменьшение её деформаций, а значит, и деформаций пластической части материала, заключённой внутри упругой зоны.

Таким образом, при переменных нагрузках происходит постепенный рост фактических наибольших напряжений перенапряжённого объёма материала, а в связи с этим постепенное затухание его деформаций. Если это затухание успеет закончиться раньше, чем фактические напряжения дойдут до величины разрушающего напряжения, материал не даст трещины; мы будем иметь случай работы детали при напряжениях, лежащих ниже предела выносливости. В противном случае, если эти напряжения успеют сделаться равными разрушающему напряжению, возникает начальная трещина, у дна которой процесс повторяется и вызывает дальнейший рост трещины; деталь работает при напряжениях, превышающих предел выносливости. Физический процесс разрушения при переменных нагрузках, по существу, не отличается в общих чертах от тех явлений, которые имеют место при статическом растяжении. Это заключение подтверждается и современными исследованиями.

При работе тяжело нагруженные валы испытывают влияние изгибающего момента  $M_{и}$  и крутящего  $M_{к}$ .

Находим опасное сечение и разрезаем вал в этом сечении (рисунок).



Таким образом, в точках  $C_1$  и  $C_2$  будут действовать по плоскости сечения и наибольшие нормальные и наибольшие касательные напряжения.

$$M_p = \sqrt{M_{и}^2 + M_{к}^2} .$$

Тогда по третьей теории прочности разрушение должно проходить под углом  $\alpha$ :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{M_{к}}{M_{и}} \rightarrow \alpha .$$

Следовательно и упрочнение поверхностного слоя (ориентация кристаллической решетки) должно осуществляться по направлению расчетного момента роликовой обкаткой или индентором. При знакопеременном цикле изменения нагрузок пластически деформированная часть материала, попавшая в зону высоких местных напряжений, испытывает сдвиги то в том, то в другом направлении. Каждый новый сдвиг происходит в другой плоскости, чем предыдущий, так как эти сдвиги сопровождаются упрочнением материала.

Как показали исследования и проведенные эксперименты применение роликов с прерывистой рабочей поверхностью обеспечивает качество поверхностного слоя и упрочнение в нужном направлении.

Таким образом при винтовой ориентации кристаллической решетки поверхностного слоя металла (результатирующая направления под углом  $\alpha$ ) напряжения не будут достигать предельных величин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Одинг М.Г.* Допускаемые напряжения в машиностроении и циклическая прочность металлов. М.: Машгиз, 1947.
2. *Филлипов А.П.* Колебания деформируемых систем. М.: Машиностроение, 1970.



УДК 621.9

*Асс. НАНИЕВА Б. М.,  
д-р техн. наук, проф. ХЕТАГУРОВ В.Н.,  
канд. техн. наук, доц. КАМЕНЕЦКИЙ Е.С.*

#### **ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМОБУТОБОЙНИКА ПРИ ДРОБЛЕНИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ КУСКОВ РУДЫ (БУТОВ)**

*Предложено снижение энергорасходов при дроблении и измельчении крупногабаритных кусков руды на горно-рудных предприятиях.*

В современных процессах технологии обогащения полезных ископаемых расходуется большое количество энергетических ресурсов. Это при нынешней дорогостоящей электроэнергии приводит к удорожанию себестоимости конечной продукции обогащения.

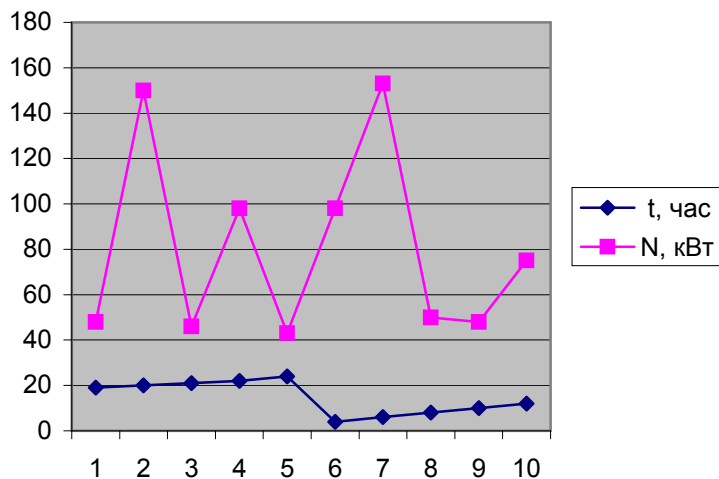
На дробильно-размольные процессы в горно-обогатительных предприятиях расходуется 67 – 69 % от общего количества поступающей электроэнергии, при этом на измельчение 63 – 64 % электроэнергии. Энергоемким процессом является транспорт пульпы, на который в зависимости от типа пульпонасосов и условий их работы, расходуется 21 – 22 % энергии.

Другими потребителями электроэнергии является классификация измельченного материала, флотация, сгущение продукции, ее фильтрация, осветление и энергетические расходы на складские работы.

Внедрение центробежной мельницы вертикального типа МВ-1, разработанной на кафедре “Технологические машины и оборудование” проф. Хетагуровым В.Н., экономит до 54 % электроэнергии.

Установка пневмобутобойника перед дроблением снизит кусковатость поступающей руды в приемный бункер и ускорит процесс дробления, что приведет к упрощению режима загрузки приводных двигателей дробилки мелкого и среднего дробления, мощность которых зависит от размера кусковатости, прочности, вязкости и гранулометрического состава дробимого материала. При существующем порядке разбивки бутов (негабаритов), превышающих размер ячейки грохота, применяют отбойные молотки или накладные заряды, работа с которыми вызывает определенные затруднения, связанные с вибрационными болезнями, загазованностью, дороговизной взрывчатых веществ и необходимостью специального разрешения на производство взрывных работ. На базе отбойного молотка и тельферного механизма передвижения можно сконструировать бутобойник для разбивки негабаритов прямо на грохоте. Бутобойник, как и отбойный молоток, работает на сжатом воздухе. Можно также применять электрические заряды и за счёт местного нагрева негабаритов вызывать их растрескивание, но это увеличивает расход электроэнергии и в тех случаях, когда бут состоит из токопроводящей руды, будет неэффективно и даже опасно. Поэтому наиболее приемлемым мы считаем неподвижное соединение бутобоя с передвижным тельферным механизмом, для установки его над бутами для их разбивания. После разбивания одних бутов бутобой передвигается на другие и последовательно разбивает их. Бутобой и дробилку может обслуживать один человек. До пуска дробилки он разбивает крупные буты (негабариты, не проходящие через решетку грохота). Затем, наполнив бункер дробимой рудой, включает дробилку и дробит руду.

При рабочих режимах дробилок, например, дробилки типа КДМ-2200 в течении 20 часов непрерывной работы загрузка приводных двигателей меняется в широком диапазоне. Мощность двигателя колеблется в диапазоне от 30 до 150 кВт (табл. 1 и 2 и рисунок).



Колебания мощности электродвигателя при непрерывной работе конусной дробилки в течение 20 часов.

Т а б л и ц а 1

**Характеристики электродвигателя главного привода конусных дробилок среднего и мелкого дробления руды повышенной твердости (марки КСД, КМД, КМДТ)**

Показатель	Тип дробилки			
	КСД-1750Г	КСД-2200Г	КСД-3000Г	КМДТ-2200А
	Электродвигатель главного привода			
Тип	АОЗ-355М-8	АЗД-13-52-12	АКЗ-13-52-10	АЗ-13-42-10
Предельная мощность, кВт	160	250	400	320
Напряжение, В	380/660	6000	6000	6000
<i>n</i> , об/мин	740	490	590	590

Т а б л и ц а 2

**Характеристики электродвигателя главного привода конусных дробилок крупного дробления марок ККД-1500/180 ГРЦ, ККД-1200/150 ГРЦ, КРД-900/100 ГРЦ, ККД-1500/180, ККД-500/75**

Показатель	Тип электродвигателя				
	АКЗ-13-52	АКЗ-13-42	АКЗ-12-35	АКЗ-13-42	АОЗ-3155
Предельная мощность, кВт	400	320	250	320x2	110
Напряжение, В	6000	6000	6000	6000	380
<i>n</i> , об/мин	590	590	985	590	985

При твердом дробимом материале нагрузки возрастают до максимальной величины. В этом случае устойчивая работа привода зависит от динамических свойств двигателя и дробилки ( см. рисунок).

При дроблении достаточно твердых и вязких руд двигатели дробилок работают в критическом режиме и происходит завал дробилки. Возникает необходимость регулирования загрузки дробилки. Регулировка осуществляется постепенным питанием дробилки материалом, что увеличивает ее производительность. Дробление крупногабаритных кусков облегчает процесс регулирования.

На втором месте по расходу электроэнергии в технологической схеме цепи аппаратов обогащения стоит транспортировка пульпы. Сокращение времени транспортировки пульпы с увеличением скорости потока пульпы во флотационных машинах при непрерывной работе исключает вредное влияние продольного перемешивания пульпы и, по нашим наблюдениям, ускоряет процесс флотации, что уменьшает затраты электроэнергии.

В условиях гидротранспорта относительно крупных зерен, содержащихся в рудной пульпе фабрик, происходит повреждение футеровки труб в основном за счет динамического воздействия частиц на стенки труб.

У насосов, гуммированных мягкой резиной, имеющих большие окружные скорости, динамический износ проявляется в большей степени из-за большой плотности пульпы и увеличения трения, что снижает производительность и напор насосов.

Поддержание определенной плотности пульпы путём сохранения относительного массового содержания жидкой и твёрдой фаз ( $J:T=2,5:1$ ) увеличивает производительность и напор насосов, а также уменьшает расход элек-

троэнергии на транспортировку пульпы по трубопроводу. Предварительное измельчение крупных кусков облегчает регулировку состава пульпы.

Таким образом дробление крупногабаритных кусков руды позволяет:

1. Снизить удельный расхода электроэнергии при дроблении.
2. Снизить величину максимального момента двигателя.
3. Гарантировать устойчивую работу двигателей при определенных соотношениях величины моментов сопротивления, маховых масс и механической характеристики.
4. Предотвратить кратковременные пики нагрузки, превышающие величину максимального момента электродвигателя.
5. Предотвратить завал дробилки путём регулирования её загрузки.
6. Увеличить производительность дробилки.
7. Уменьшить расход электроэнергии на транспортировку пульпы по трубопроводу.
8. Уменьшить износ труб.
9. Увеличить производительность и напор насосов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Хетагуров В.Н., Каменецкий Е.С., Гегелашвили М.В.* и др. Серия статей по кинематическим и динамическим характеристикам измельчаемого материала: Цветная металлургия, №4, 2001, Сборник научных трудов СКГМИ, 2005; Горный информационно-аналитический бюллетень, №3, 2004; труды Международного форума по проблемам науки, техники и образования, т.2, 2001.

2. *Канторович З.Б.* Размольно-дробильное оборудование обогатительных фабрик. М. – Л., 1937.

3. *Виноградов В.С.* Электроснабжение горно-рудных предприятий, М.: Недра, 1983.



УДК 629.113/.115 (075.8)

*Д-р техн. наук, проф. МУЛУХОВ К.К.*

#### **СИНТЕЗ ПЛАНЕТАРНОЙ ПЕРЕДАЧИ С АВТОМАТИЧЕСКИ РЕГУЛИРУЕМЫМ ПЕРЕДАТОЧНЫМ ОТНОШЕНИЕМ**

*Рассматривается устройство и принцип действия планетарной передачи с автоматически регулируемым передаточным отношением в зависимости от изменения нагрузки на привод. Устройство предназначено преимущественно для автомобильного транспорта и основано на использовании замкнутого дифференциала с возможностью как ступенчатого, так и плавного регулирования передаточного отношения во всем диапазоне изменения нагрузки на привод автомобиля. Использование такого устройства в сравнении с гидромеханической трансмиссией автомобиля позволяет повысить коэффициент полезного действия и упростить конструкцию за счет исключения гидротрансформатора.*

При проектировании многих машин возникает необходимость в регулировании передаточного отношения привода в зависимости от изменения нагрузки. Так, в автомобильном транспорте крутящий момент на ведущих колесах необходимо изменять в соответствии с дорожными условиями для

обеспечения оптимальной скорости и проходимости автомобиля, а также наиболее экономичной работы двигателя. Основным недостатком ступенчатых коробок передач в автомобилях является необходимость частого переключения передач водителем.

Широкое применение в автомобилях получили гидромеханические коробки передач с полуавтоматическим или автоматическим переключением. Гидромеханическая коробка передач состоит из гидротрансформатора и механической коробки передач. Наличие гидротрансформатора не только существенно увеличивает стоимость конструкции, но и снижает коэффициент полезного действия.

Одним из наиболее перспективных направлений в создании бесступенчатых трансмиссий является использование планетарных передач в виде замкнутых дифференциальных зубчатых механизмов. Такие механизмы нашли успешное применение в многоступенчатых коробках передач в различных комбинациях с муфтами свободного хода, фрикционными муфтами и тормозами.

Сущность предлагаемого устройства поясняется чертежами, где на рис. 1 изображена общая кинематическая схема, а на рис. 2 – вид А рис. 1.

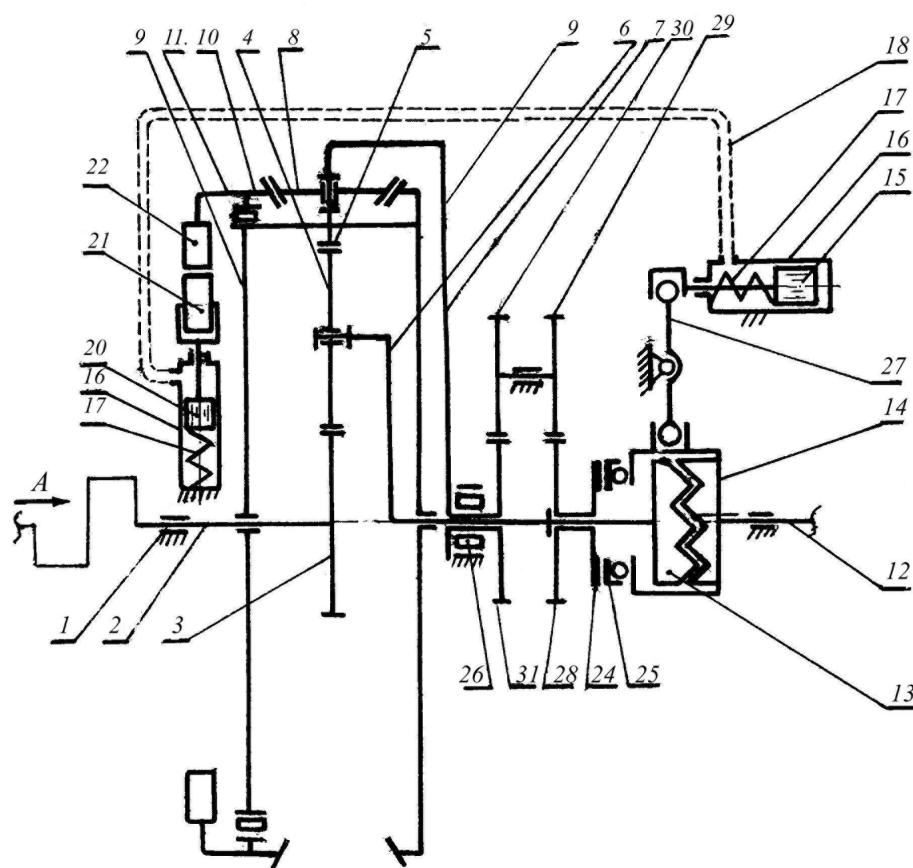
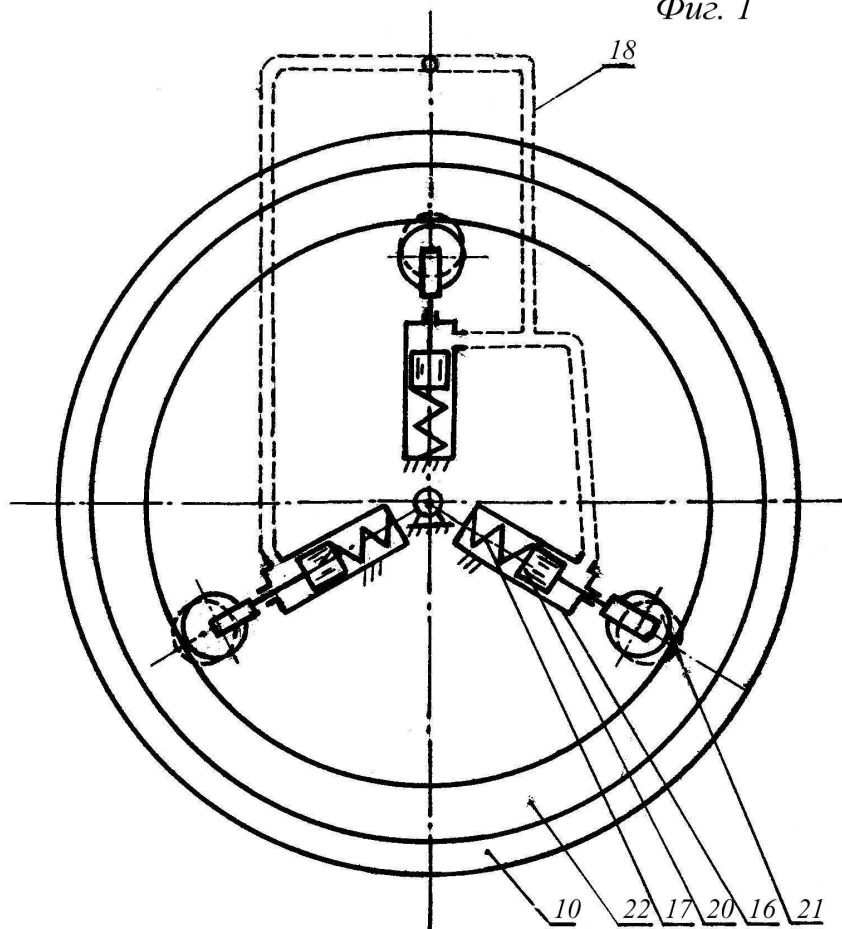


Рис. 1.

*Вид А*  
*Фиг. 1*



*Рис. 2.*

Устройство состоит из корпуса 1, ведущего вала 2, на котором закреплено внутреннее центральное цилиндрическое зубчатое колесо 3, входящее в зацепление с цилиндрическим сателлитом 4, который с противоположной стороны входит во внутреннее зацепление с наружным центральным цилиндрическим колесом 5. Сателлит 4 шарнирно установлен на внутреннем водиле 6, а колесо 5 жестко соединено с наружным водилом 7, на наружном водиле 7 шарнирно установлен конический сателлит 8, входящий в зацепление с двумя центральными коническими колесами 9 и 10, одно из которых – 9 – жестко соединено с наружным водилом 7, а другое – 10 – посредством муфты свободного хода одностороннего действия 11. Внутреннее водило 6 соединено с выходным валом 12 с помощью кулачковой муфты с двусторонними торцовыми кулачками. Кулачковая муфта состоит из двух полумуфт 13 и 14, при этом полумуфта 13 жестко закреплена на водиле 6, а полумуфта 14 – с возможностью осевого перемещения вдоль выходного вала 12. Кроме того, полумуфта 14 кинематически соединена со штоком 15 гидроцилиндра 16.

В поршневой полости гидроцилиндра 16 установлена пружина сжатия 17. Поршневая полость гидроцилиндра 16 трубопроводом 18 соединена с поршневой полостью тормозного гидроцилиндра 19. В гидроцилиндре 19 установлен поршень со штоком 20, на котором смонтирован тормозной ролик 21, взаимодействующий с тормозным ободом 22, соосно закрепленный на коническом колесе 10. Тормозной обод может быть выполнен из упругого материала или пневмошины. Между корпусом гидроцилиндра 16 и поршнем 20 установлена пружина сжатия 23. Между наружным водилом 7 и кулачковой муфтой 13, 14 установлена муфта сцепления, состоящая из двух полумуфт 24, 25, одна из которых 24 кинематически соединена с наружным водилом 7, а другая – 25 с подвижной полумуфтой 14 кулачковой муфты. Между наружным водилом 7 и корпусом 1 установлена муфта свободного хода одностороннего действия 26.

Кинематическое соединение подвижной полумуфты 14 кулачковой муфты со штоком 15 управляющего гидроцилиндра 16 выполнено с помощью двуплечего рычага 27, шарнирно установленного на корпусе 1, и соединенного с помощью кинематических пар с одной стороны с полумуфтой 14, а с другой – со штоком 15 и гидроцилиндра 16.

Кинематическое соединение полумуфты 24 муфты сцепления с наружным водилом 7 осуществляется через двухступенчатую соосную передачу, состоящую из цилиндрических зубчатых колес 28, 29, 30, 31, образующих возвратный ряд.

Планетарная передача работает следующим образом.

При пуске на привод действует повышенный момент сопротивления на выходном валу 12. Это вызывает осевое перемещение подвижной полумуфты 14 (вправо на рис. 1)

Через двуплечий рычаг 26 усилие передается на поршень управляющего гидроцилиндра 16. Масло под давлением по трубопроводу 18 поступает в тормозной гидроцилиндр 19. При движении поршня 20 вниз преодолевается усилие сжатия от пружины 23 и тормозной ролик 21 выходит из контакта с тормозным ободом 22. В этом режиме передача имеет максимальное передаточное отношение. Вращению наружного водила 7 с центральным колесом 5 от реактивного момента препятствует муфта свободного хода одностороннего действия 26. Применительно к автомобильному транспорту такой режим должен соответствовать первой передаче. По мере разгона автомобиля по горизонтальной дороге происходит уменьшение момента сопротивления движению на выходном валу, что вызывает смещение подвижной полумуфты 14 влево. Это приводит к замыканию муфты сцепления 24, 25. Наружное водило 7 начинает принудительно вращаться вместе с центральным колесом 5 в том же направлении как внутреннее водило 6. Передаточное отношение уменьшается и может быть доведено до уровня второй – третьей передачи в автомобиле. Пружина 17 перемещает поршень 15 вправо и давление масла в трубопроводе и соответственно в поршневой полости тормозного гидроцилиндра падает. Под действием пружины 23 шток 15 выдвигается и тормозной ролик 21 прижимается к тормозному ободу 22. При этом происходит торможение центрального конического колеса 10, а вращение конического сателлита 8 увеличивает угловую скорость вращения центрального конического колеса 9 и соответственно колеса 5. При полном затормаживании колеса 10



скорость вращения колес 9 и 5 возрастает вдвое. Передаточное отношение в этом случае может быть плавно доведено до уровня прямой передачи в автомобиле и даже до уровня повышающей передачи (мультипликатор), если это потребуется.

При движении автомобиля на спуск происходит изменение направления крутящего момента на выходном валу 12. Однако применение кулачковой муфты с торцовыми кулачками с двусторонним симметричным скосом обеспечивает движение автомобиля на спуск на той же скорости как и при подъеме, что является правилом движения на наклонных участках трассы.

Проведем кинематическое исследование предлагаемого механизма, используя известный метод обращения движения\*. При трогании с места или при движении на максимальном подъеме передаточное отношение является наибольшим и определяется по формуле Виллиса:

$$u_{3H} = 1 - u_{35}^H, \quad (1)$$

где  $H$  – условное обозначение водила, звено 6 на рис.1;

$$u_{35}^H = -\frac{z_5}{z_3};$$

$z_3$  – число зубьев на ведущем колесе (звено 3);

$z_5$  – число зубьев на центральном колесе (звено 5).

По мере разгона после включения наружного водила 9 передаточное отношение уменьшается и определяется по формуле

$$u_{3H} = \frac{u_{3(31)}(u_{35}^H - 1)}{u_{35}^H - u_{3(31)}}, \quad (2)$$

где  $u_{3(31)} = \frac{z_{(29)} \cdot z_{(31)}}{z_{(28)} \cdot z_{(30)}};$

$z_{(28)}, z_{(29)}, z_{(30)}, z_{(31)}$  – числа зубьев колес соответствующих звеньев 28, 29, 30, 31.

При переходе на прямую передачу (или в режим мультипликатора) передаточное отношение достигает 1 (или превышает 1) и находится по формуле

$$u_{3H} = \frac{u'_{3(31)}(u_{35}^H - 1)}{u_{35}^H - u'_{3(31)}}, \quad (3)$$

где  $u'_{3(31)} = u_{3(31)} \cdot \frac{z_{10}}{z_8};$

$z_8, z_{10}$  – числа зубьев конических колес соответствующих звеньев 8, 10.

Предлагаемая планетарная передача с автоматически регулируемым передаточным отношением в сравнении с гидромеханической коробкой передач отличается простотой конструкции и повышенным значением коэффициента полезного действия за счет исключения гидротрансформатора.

---

\* Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1975.

*Д-р. техн. наук, проф. МУЛУХОВ К. К.,  
канд. техн. наук, асс. БЕСЛЕКОЕВА З. Н.*

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЕЗУДАРНОЙ ЗАГРУЗКИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ**

*Рассматривается устройство, обеспечивающее безударную загрузку ленточного конвейера со скоростью, равной скорости движения конвейера. Соблюдение указанных требований существенно уменьшает износ дорогостоящей грузонесущей конвейерной ленты, что особенно важно при транспортировании горных пород и руд. Предлагаемое устройство предназначено для перегрузки материала с одного конвейера на другой. Устройство не требует отдельного привода, т.к. работа его осуществляется за счет фрикционного взаимодействия лент питателя и загружаемого конвейера.*

Как показывает опыт эксплуатации ленточных конвейеров, причиной преждевременного выхода из строя конвейерной ленты в большинстве случаев является ее разрушение на погрузочных пунктах. Подача крупнокусковых скальных грузов характеризуется большими ударными нагрузками на ленту, могущими вызвать пробой рабочей обкладки, а иногда и каркаса ленты. Кроме того, крупные куски вызывают продольные прорывы рабочей обкладки ленты при ускорении на ней груза до скорости движения ленты. Следовательно, создание эффективных загрузочных устройств, обеспечивающих подачу груза на конвейерную ленту с минимально возможной высоты и со скоростью, близкой к скорости ленты, как по величине, так и по направлению, занимает исключительно важное место для использования конвейеров для крупнокусковых горных грузов.

Основное применение получили пластинчатые, скребковые, валковые и вибрационные питатели. Однако все, за исключением вибрационных питателей, подают груз с высоты около 1 м, что может создавать сквозной пробой ленты. Вибрационные питатели способны подавать горную породу на ленту с минимально возможной высоты (100 – 150 мм) и при этом рабочий орган питателя, выполненный в форме желоба, позволяет формировать грузопоток в форме, соответствующей поперечному сечению ленты с грузом на опорных траверсах. Однако вибропитатели не могут применяться при наличии липких фракций в транспортируемом грузе. Кроме того, скорость вибропитателей существенно меньше, чем 1 – 1,5 м/с (скорости ленточно-колесного конвейера), а разность скоростей вызывает продольные раздиры.

Проблема эффективной загрузки ленточных конвейеров крупнокусковыми грузами становится еще сложнее для конвейеров отвалообразователей и перегружателей, т.к. скорость движения конвейера должна достигать 3 – 5 м/с. Некоторое применение для этой цели нашли ленточные питатели-ускорители. Так, в конвейерном комплексе на Алтын-Топканском руднике после пластинчатого питателя перед загружаемым ленточным конвейером был установлен ленточный питатель-ускоритель длиной 9 м [1]. Питателем производилось ускорение грузопотока (руда с кусками до 250 мм) до 2,2 м/с. Такие питатели не оправдали себя из-за быстрого (в течение 1 – 2 недель) износа ленты питателя. При использовании специальных износоустойчивых

и прочных лент такие питатели могут работать и длительное время без замены ленты. Например, ленточные питатели «Рокбелт», в которых использовалась специальная резинокросовая лента с износостойчивой рабочей обкладкой хорошо зарекомендовали себя при работе в тяжелых условиях, когда куски породы достигали 900 мм [2]. Существенным недостатком ленточных питателей-ускорителей является то, что груз подается на ленту конвейера с большой высоты, что объясняется двумя факторами: большим диаметром разгрузочного барабана питателя и условиями перегрузки с плоской ленты питателя на желобчатую в поперечном сечении ленту конвейера. Этот недостаток устраняется в принципиально другом способе загрузки, который поясняется на рисунке [3, 4].

Устройство для загрузки ленточного конвейера содержит дополнительную бесконечную ленту 1, края которой выступают за боковые кромки грузонесущей ленты конвейера 2. Дополнительная лента 1 расположена под грузонесущей лентой загружаемого конвейера 2 и огибает концевые барабаны 3 и 4. Лоток 5 направляет грузопоток на края дополнительной ленты 1. Борты 6 служат для предотвращения сбрасывания груза с краев дополнительной ленты 1 и формирования грузопотока перед подачей на основную грузонесущую ленту конвейера 2. В месте подачи грузопотока на дополнительную ленту 2 установлены амортизирующие роликоопоры 7. Роликоопоры 8 служат для отклонения краев дополнительной ленты 1 при загрузке грузонесущей ленты конвейера 2 боковым поперечным сыпанием с краев ленты 1. Плужки 9 производят окончательную очистку краев дополнительной ленты 1 от оставшихся фракций груза.

Устройство работает следующим образом.

Грузопоток с конвейера 10 через направляющий лоток 5 поступает на края движущейся ленты 1, расположенной горизонтально (слабонаклонно) в месте подачи груза, далее груз ускоряется дополнительной лентой 1 до скорости движения основной грузонесущей ленты конвейера 2, после чего производится загрузка грузонесущей ленты боковым поперечным сыпанием с краев дополнительной ленты 1 путем отклонения последних на роликоопорах 8.

Так как загрузка ленты конвейера 1 происходит боковым поперечным к оси движения ленты сыпанием груза без перепада высот и при равенстве скоростей движения ленты и груза в направлении движения ленты, износ дорогостоящей основной ленты конвейера 2 будет значительно снижен. В предлагаемом устройстве износу при загрузке подвергается дополнительная лента. При этом наиболее благоприятными условиями будут условия при перегрузке материала с одного конвейера на другой, имеющие одинаковое направление движения. При перепаде скоростей подающего и приемного конвейеров и необходимости ускорения грузопотока длина такого перегружателя может оказаться значительной. Для интенсификации процесса бокового сыпания груза с краев дополнительной ленты роликоопоры 8 рационально установить на отдельной раме с вибратором.

Предлагаемое устройство для безударной загрузки ленточных конвейеров позволяет повысить срок службы дорогостоящей грузонесущей ленты конвейера и отличается простотой конструкции, т.к. не требует установки привода.

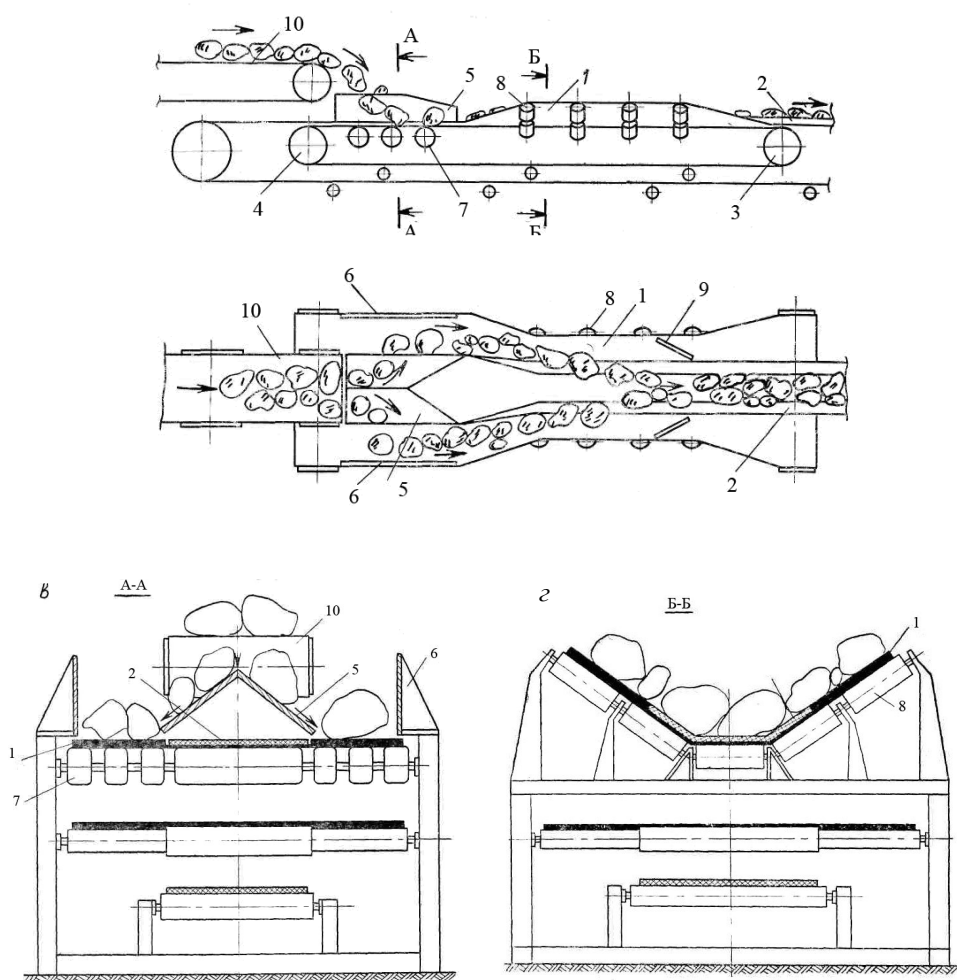


Схема устройства для безударной перегрузки грузопотока с одного конвейера на другой: а – общий вид; б – вид на устройство в плане; в – поперечное сечение А-А; г – поперечное сечение Б-Б.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев М.В. Комбинированный транспорт на карьерах. М.: Недра, 1975.
2. Мулухов К.К. Сравнение различных типов питателей для загрузки ленточных конвейеров крупнокусковыми грузами. Научные труды МГИ. М.: МГИ, 1975. С. 129-134.
3. Мулухов К.К. Устройство для загрузки ленточного конвейера, А.с. 440492. СССР. Б.И. №31. 1974.
4. Мулухов К.К., Пухов Ю.С. Способ загрузки ленточного конвейера. А.с. 779197. СССР. Б.И. № 42. 1980.



## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ ПРИ ВЫПУСКЕ РУДЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ПИТАТЕЛЯМИ

*Современные конструкции днищ блоков с торцовым выпуском руды могут быть оснащены питателями, изменяющими размер выпускного отверстия. Поэтому применение в аналитических расчетах определения потерь и разубоживания методик, где тело истечения описывается только формулой эллипсоида, может привести к значительным погрешностям. Предлагается новый подход к проблеме определения разубоживающих объемов, что позволит решить на новом уровне не только технологические, экономические, но и экологические задачи.*

Основой известных методик расчета показателей извлечения полезного ископаемого при системах разработки с выпуском руды под налегающими породами является метод расчета объема примешанных пород, предложенный акад. АН УССР Малаховым Г.М. Согласно этому методу, объем выпущенной руды определяют как объем эллипсоида, а объем примешанных боковых пород – как объем эллиптического сегмента, отсекаемого плоскостью контакта обрушенной руды с вмещающими породами.

Конструкция железобетонного питателя в принципе позволяет формировать выпускное отверстие различного сечения путем регулирования амплитудой движения рабочего органа. В этом случае тело выпуска может иметь сложную форму. Поэтому применение в аналитических расчетах определения потерь и разубоживания методик, где тело истечения описывается только формулой эллипсоида, может привести к значительным погрешностям. Чтобы при нахождении показателей извлечения исключить вычисления разубоживающих объемов, которые при определенной задаваемой форме тела истечения могут иметь довольно сложную форму, в настоящей работе предлагается новый подход к проблеме их определения. В первую очередь определяют объем чисто выпущенной руды из всего объема рудной массы, которую предполагается извлечь из выпускного отверстия, а зная объем чисто выпущенной руды, объемы потерь и разубоживания можно определить по формулам:

$$V_p = V_v - V_{ч.р.}, \quad (1)$$

$$V_n = V_{сл} - V_{ч.р.}, \quad (2)$$

где  $V_n$  – объем потерянной руды, м<sup>3</sup>;  
 $V_p$  – объем примешанных пустых пород, м<sup>3</sup>;  
 $V_v$  – объем рудной массы, извлеченный из выпускного отверстия, м<sup>3</sup>;  
 $V_{ч.р.}$  – объем чисто выпущенной руды, м<sup>3</sup>.

Объем тела истечения целесообразно вычислять посредством зависимостей, полученных на основе методов численного интегрирования. Например,

с помощью зависимости, полученной на основе метода парабол (Симпсона).  
 Заменяя в вышеуказанной зависимости шаг интегрирования на величину  $\frac{H}{n}$   
 (где  $n$  – определенная часть высоты тела выпуска), а значения подынте-  
 гральной функции – горизонтальными сечениями тела выпуска, можно полу-  
 чить формулу для определения объема.

В нашем случае тело истечения может формироваться двумя телами  
 выпуска, одно из которых является зоной влияния малого выпускного отвер-  
 стия, другое – большого. Поэтому минимальное число разбиений интегри-  
 руемого объема ( $n$ ) должно быть равно 4. Согласно этому, формула для опре-  
 деления объема будет иметь вид:

$$V = \frac{H}{12}(S_0 + 4S_1 + 2S_2 + 4S_3 + S_4), \quad (3)$$

где  $S_0 - S_4$  – площади горизонтальных сечений (площади окружностей с  
 соответствующими радиусами).

Для определения объема чисто выпущенной руды необходимо знать  
 площади поперечных сечений этого объема, условно проводимых через  
 принятый интервал разбиений определяемого объема. В общем случае тело  
 выпуска в поперечном сечении имеет форму окружности. Исходя из этого,  
 возможные соотношения размеров тел выпуска и отбиваемых слоев в гори-  
 зонтальных сечениях, перпендикулярных оси тела истечения, приведены на  
 рис.1 где 1 – поперечное сечение обрушенной элементарной выемочной  
 единицы (условно квадрат со стороной  $A$ ); 2 – сечение тела выпуска, 3 –  
 обрушенные вмещающие породы, 4 – разубоживающий сегмент тела выпус-  
 ка,  $O$  – ось выпускного отверстия (ось зоны потока),  $r_i$  – радиус тела выпуска  
 на различных стадиях процесса, или в различных сечениях одного и того же  
 тела истечения.

Таким образом, в случае  $a$  (см. рис. 1), когда  $r_i < \frac{A}{2}$ , горизонтальное се-  
 чение объема чисто выпущенной руды определится как площадь круга с  
 радиусом  $r_i$ :

$$S_i = \pi r_i^2. \quad (4)$$

Аналогично для  $b$  (рис. 1) – при  $\frac{A}{2} < r \leq \frac{A}{2}\sqrt{2} (\approx 0,7A)$ ,

$$S_i = \pi r_i^2 - \frac{4}{15} \left( r_i - \frac{A}{2} \right) \left( 12 \sqrt{r_i^2 - \left( \frac{A}{2} \right)^2} + 8 \sqrt{\left( r_i^2 - \frac{A}{2} \right)^2 + r_i^2 - \left( \frac{A}{2} \right)^2} \right), \quad (5)$$

$$\text{для } c \text{ – при } r > 0,7A \quad S_i = A^2. \quad (6)$$

В случае  $b$  горизонтальное сечение объема чисто выпущенной руды  
 определялось как разность площади круга с радиусом  $r_i$  и четырех круговых

сегментов 4 (см. рис.1). С некоторым приближением формулу можно упростить, если требуемое сечение определять как площадь квадрата со стороной  $A$  за вычетом площадей четырех треугольников  $def$ . После соответствующих преобразований:

$$\text{при } \frac{A}{2} < r \leq 0,7A; \quad S_i = A_2 - 8(0,7A - r_i). \quad (7)$$

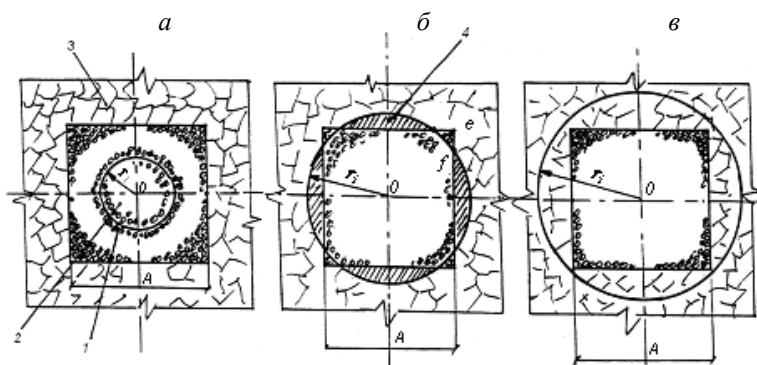


Рис. 1. Расчетная схема определения поперечных сечений объема чисто выпущенной руды.

Радиусы тела истечения в горизонтальных сечениях объема чисто выпущенной руды, фигурирующие в вышеприведенных расчетных формулах, определяют согласно схеме рис. 2, где 1 – контуры слоя обрушенной руды (вертикальное сечение), 2 – контуры тела выпуска,  $a$  – большая полуось тела выпуска;  $h$  – высота слоя обрушенной руды;  $H$  – высота тела выпуска;  $\frac{1}{4}h$  – интервал разбиения вычисляемого объема чисто выпущенной руды;  $O - O_1$  – ось тела выпуска (ось зоны потока). Заштрихованная на рисунке площадь – вертикальное сечение объема чисто выпущенной руды.

Практический диапазон изменения параметров тела выпуска относительно отбитого слоя характеризуется такими соотношениями величины большой полуоси к высоте слоя, при которых  $a$  изменяется в пределах от  $\frac{h}{2}$  до  $h$ , так как при  $a = \frac{h}{2}$  разубоживание отсутствует, а при  $a = h$  составляет 70 и более процентов.

Для упрощения расчетных формул можно выделить два интервала изменения  $a$  относительно  $h$ :

1)  $a$  изменяется от  $\frac{h}{2}$  до  $\frac{3}{4}h$ . В этом случае расчетные формулы для определения  $r$  имеют следующий вид:

$$r_1 = \sqrt{\frac{a^2 - \left(a - \frac{h}{4}\right)^2}{m^2}}; \quad r_3 = \sqrt{\frac{a^2 - \left(\frac{3}{4}h - a\right)^2}{m^2}};$$

$$r_2 = \sqrt{\frac{a^2 - \left(a - \frac{h}{2}\right)^2}{m^2}}; \quad r_4 = \sqrt{\frac{a^2 - (h - a)^2}{m^2}}.$$

2)  $a$  изменяется от  $\frac{3}{4}h$  до  $h$ . В этом случае:

$$r_1 = \sqrt{\frac{a^2 - \left(a - \frac{h}{4}\right)^2}{m^2}}; \quad r_2 = \sqrt{\frac{a^2 - \left(a - \frac{h}{2}\right)^2}{m^2}};$$

$$r_3 = \sqrt{\frac{a^2 - \left(a - \frac{3}{4}h\right)^2}{m^2}}; \quad r_4 = \sqrt{\frac{a^2 - (h - a)^2}{m^2}}.$$

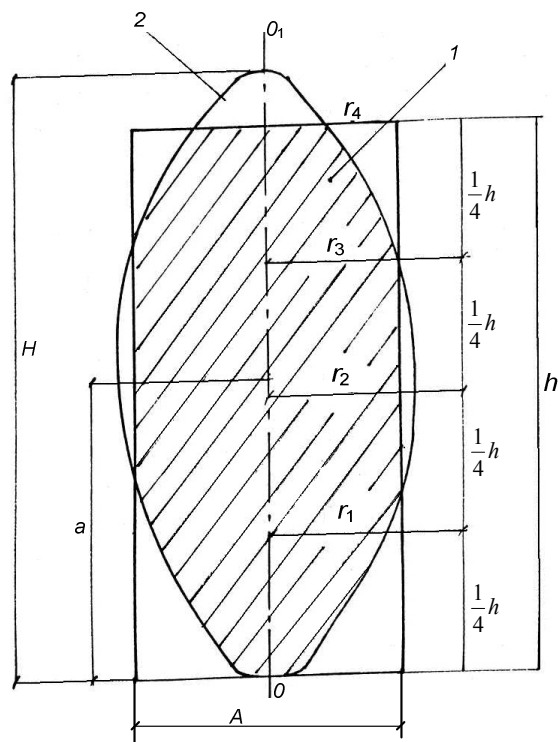


Рис. 2. Расчетная схема для определения радиусов тела истечения в горизонтальных сечениях объема чисто выпущенной руды.



В данных формулах  $m$  – коэффициент сжатия тела выпуска. Таким образом алгоритм определения объема чисто выпущенной руды сводится к следующему.

1). В зависимости от стадии выпуска (отношения  $a$  к  $h$ ) определяют радиусы тела выпуска ( $r_1 - r_4$ ) в интервалах разбиения  $\frac{1}{4}h$ ;

2). В каждом из четырех сечений сравнивают соответствующую данному сечению величину радиуса тела выпуска со стороной отбиваемого слоя и устанавливают зависимость, по которой определяют площадь сечения  $S_i$ ;

3). Подставляют значения  $S_i$  в формулу (3) и определяют объем чисто выпущенной руды.

Предлагаемая методика позволяет повысить точность расчетов при определении потерь и разубоживания для оценки эффективности выпуска руды железобетонным питателем.



УДК 622

*Д-р техн. наук, проф. СЕРГЕЕВ В.В.,  
д-р техн. наук ВЕРСИЛОВ С.О. (ЮРГТУ (НПИ)),  
канд. техн. наук ИГНАТОВ М.В. (ЮРГТУ (НПИ)),  
асп. ЕФИМОВ А.Р.*

### **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АРОЧНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ПИТАТЕЛЯ**

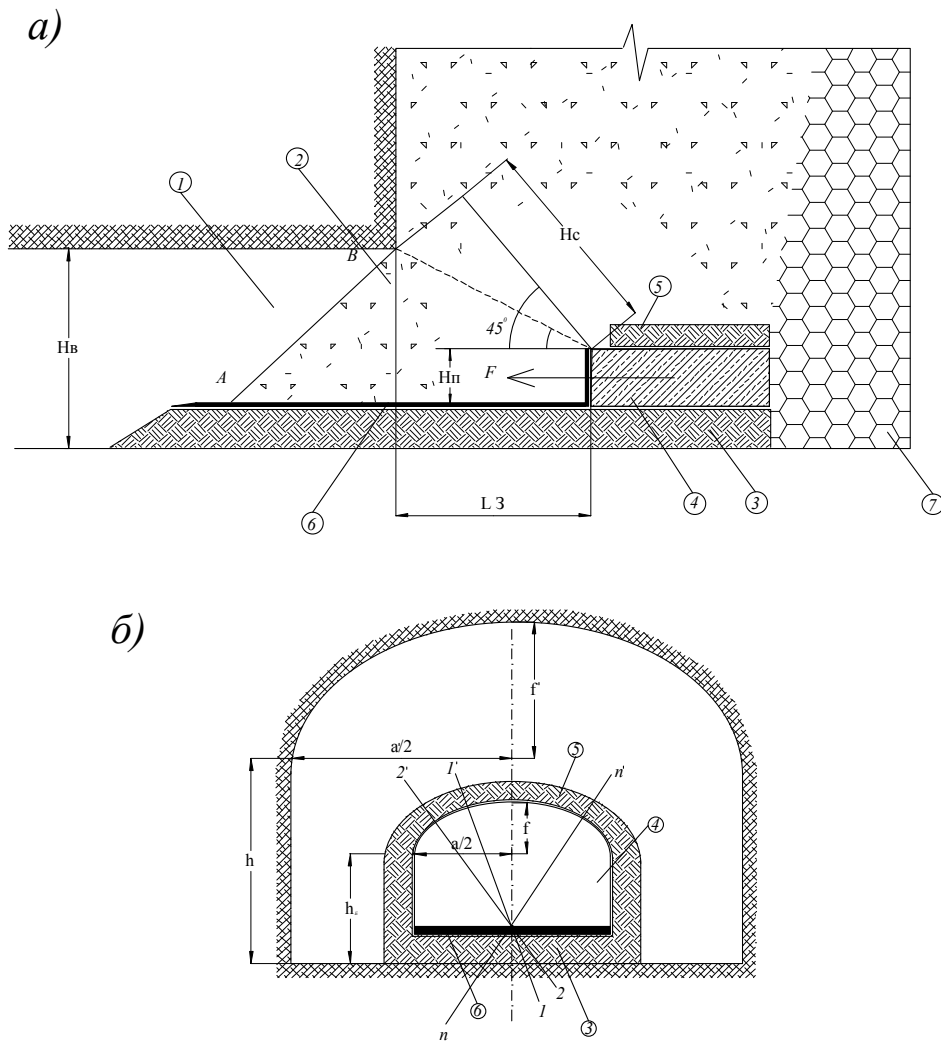
*Определено, что размеры (высота и ширина) железобетонного питателя функционально связаны с размерами выпускной выработки, где питатель установлен, а форма перекрытия рабочего органа питателя должна быть арочной.*

Железобетонный питатель для выпуска руды\*, по сути, питатель активного действия, важным элементом которого является перекрытие подвижной части (рабочего органа питателя). Если для оградительно-передвижных крепей арочная форма перекрытия обусловлена необходимой прочностью конструкции, то для железобетонных питателей, кроме требований прочности, арочная форма наиболее целесообразна по технологическим соображениям.

Рассмотрим динамику процесса истечения руды при воздействии на сыпучий рудный массив (навал руды в выпускной выработке) рабочего органа железобетонного питателя. Схема процесса приведена на рисунке *a*, где: 1 – выпускная (буродоставочная выработка); 2 – отбитая руда; 3 – железобетонный питатель; 4 – рабочий орган питателя; 5 – арочное перекрытие рабочего органа питателя; 6 – породы отработанного слоя;  $H_B$  – высота выработки;  $H_{П}$  – высота питателя;  $H_C$  – высота живого (активного) сечения выпускного отверстия;  $L_3$  – заглубление питателя в навал обрушенной руды.

---

\* *Сергеев В.В., Версилов С.О., Игнатов М.В., Ефимов А.Р.* Питатель для выпуска руды. Заявка на изобретение № 2007122048 от 13.06.2007.



Схема, поясняющая динамику выпуска руды и выбор параметров железобетонными питателями.

В процессе работы рабочий орган железобетонного питателя 4 совершает возвратно поступательные движения. При выходе из-под перекрытия 5 (направление движения и вектор силы обозначен  $F$ ) рабочий орган питателя подает отбитую руду к транспортному устройству. Очевидно, что при этом, он действует на обрушенный слой руды 2 с горизонтальным усилием, превышающим вертикальное усилие от веса свода обрушения раздробленной руды (главное напряжение  $\delta_1$  по оси  $X$  больше главного напряжения  $\delta_3$  по оси  $Z$ ). Согласно теории механики грунтов, такое соотношение главных напряжений вызывает в сыпучем теле напряженное состояние, называемое пассивным сопротивлением. Смещение руды к выпускному окну  $AB$  может осуществляться только по плоскости (на схеме прямая  $BC$ ), наклоненной к оси  $X$  под углом  $\psi$ , равным  $45^\circ - \frac{\rho}{2}$ , где  $\rho$  – угол внутреннего трения разрыхленной руды.

Величина заглубления питателя в навал отбитой руды определяется как расстояние от плоскости торцового забоя до места заглубления рабочего органа питателя и может быть рассчитана по формуле:

$$L_3 = \frac{H_D - H_{II}}{\operatorname{tg}\psi} . \quad (1)$$

Высота живого сечения окна  $AB$  составит:

$$H_C = \frac{L_3}{\cos\psi} .$$

С позиции технологии выпуска, вышеуказанные параметры конструкции днища очистного блока с применением железобетонного питателя являются оптимальными. При большем заглублении питателя сопротивления грунта движению рабочего органа питателя резко возрастает, что приведет к нарушению процесса формирования окна выпуска. Уменьшение величины  $L_3$  приведет к уменьшению высоты живого сечения выпускного отверстия.

Процесс, при котором справедливы соотношения, определяющие величину заглубления питателя в навал обрушенной руды и высоту живого (активного) сечения выпускного отверстия рассмотрен в вертикальной плоскости  $O-O_1$ , проходящей по оси буродоставочной выработки через точку  $C$  (рис 1б). С определенными допущениями можно утверждать, что аналогичные соотношения, определяющие оптимальные параметры конструкции днища блока будут сохранены в любой плоскости, параллельной оси буродоставочной выработки, проходящей через точку  $C$  (на рис. б – плоскости  $1-1^1, 2-2^1, n-n^1$ ). Для того чтобы были соблюдены вышеизложенные условия, необходима конгруэнтность свода арочного перекрытия железобетонного питателя и свода буродоставочной выработки, т. е. должно соблюдаться соотношение  $\frac{f}{a/2} = \frac{f'}{a'/2}$ , где  $f'$  – высота свода буродоставочной выработки;

$a'/2$  – полупролет буродоставочной выработки;  $f$  – высота свода арочного перекрытия железобетонного питателя;  $a/2$  – полупролет арочного перекрытия железобетонного питателя. Так как высота свода горных выработок определяется физико-механическими свойствами вмещающих пород, то высота свода арочного перекрытия железобетонного питателя также зависит от характеристик горного массива выемочного участка, которые могут изменяться даже в пределах одной выемочной единицы. Из этого вытекает основное преимущество железобетонных питателей перед другими конструкциями аналогичных выпускных устройств – возможность создавать питатель непосредственно в забое в соответствии с конкретными горно-техническими условиями, определяющими форму и размеры буродоставочной выработки.

Рассмотрим более конкретно взаимосвязь параметров выработки и арочного перекрытия железобетонного питателя, конгруэнтность которых будет определяться на основе выражения (1).

В общем виде перекрытие питателя состоит из вертикальных боковых стоек высотой  $h_B$  и арочной части с высотой свода  $f$ . Высота наиболее высокой рабочей части перекрытия, от которой формируется высота живого сечения выпускного отверстия (вследствие равенства высоте рабочего органа питателя), равна  $-H_{II}$ .

Если высота вертикальной части выработки  $h$ , то высота боковой стойки перекрытия питателя  $h_B$ , согласно расчетной схеме, определится так:

$$h_B = H_{II} \sin \arctg \frac{h}{a'/2}, \quad (2)$$

а высота свода арочной части перекрытия:

$$f = H_{II} (1 - \sin \arctg \frac{h}{a'/2}). \quad (3)$$

На основании опытных данных, высота рабочего органа питателя (высота рабочей части перекрытия) принимается равной

$$H_{II} = H_B / (2,0-2,5). \quad (4)$$

При меньшей высоте питателя (меньшей передней рабочей плоскости подвижного органа питателя), из-за податливости рудной массы, рабочий орган питателя при выходе из-под перекрытия может деформировать разрыхленный рудный массив вместо того, чтобы осуществлять его подвижку через выпускное окно. Большая высота питателя приведет к уменьшению активной части (высоты) выпускного отверстия согласно зависимости (1). Поэтому, вышеуказанное соотношение является оптимальным.

Ширина железобетонного питателя (величина пролета арочного перекрытия)

$$a = a' - 2L_3 \operatorname{tg} 45^\circ - \rho/2. \quad (5)$$

Таким образом, зная основные размеры выработки – её ширину  $a$ , высоту вертикальной части  $h$ , общую высоту выработки  $H_B$ , на основании зависимостей (1 – 5) можно рассчитать основные параметры железобетонного питателя, которые будут оптимальными для конкретных горно-технических условий отработки участка рудного тела.



### ВЛИЯНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ПУЗЫРЬКОВ ГАЗА ПРИ БАРБОТАЖЕ НА ПРОЦЕСС ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ

*Показано, что на инерционное осаждение пыли в барботажных пылеуловителях существенное влияние оказывает траектория движения пузырьков. Сделан вывод перспективности разработки аппаратов с криволинейным движением пузырьков.*

Осаждение частиц на поверхности пузырька при барботаже газа происходит под действием различных механизмов: инерции, гравитации и диффузии, причем инерционное осаждение обуславливается появлением циркуляции газов внутри пузырьков\*.

Однако на инерционное осаждение пыли существенное влияние оказывает траектория движения пузырьков газа в аппарате, что может быть подтверждено следующим анализом.

В ротационном барботере (пат. РФ №2045999) пузырьки газа внутри ротора, имеющего радиальные лопасти (рисунок), при его вращении участвуют в сложном движении: относительном – вдоль лопасти (скорость  $v_r$ ) и переносном – вместе с лопастями (движение по окружности – скорость  $v_e$ ).

Максимальную скорость  $v_{e\max}$  пузырек приобретет на выходе из ротора

$$v_{e\max} = \omega r_2, \quad (1)$$

где  $\omega$  – угловая скорость ротора,  
 $r_2$  – наружный радиус ротора.

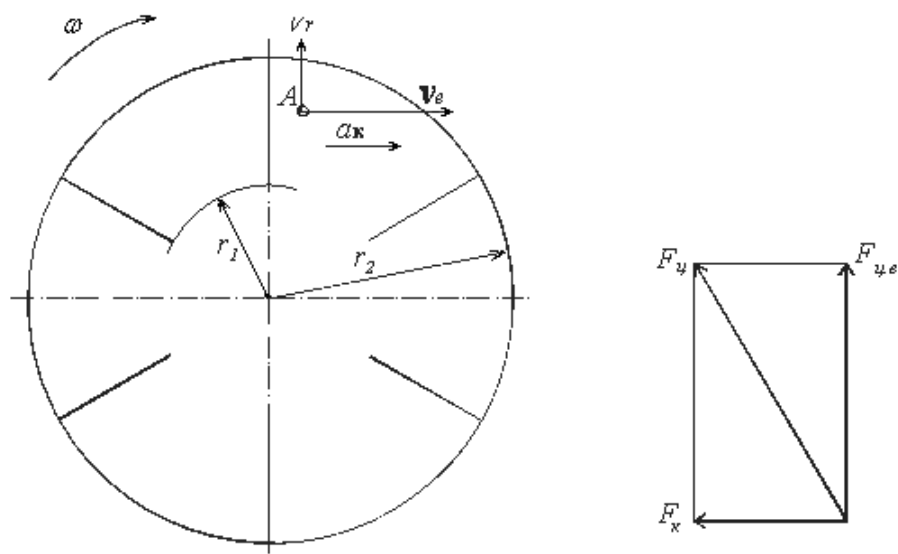


Схема действия ускорений и сил на пузырек газа в роторе ротационного барботера:  
 $r_1$  – внутренний радиус лопасти ротора,  $a_k$  – ускорение Кореолиса.

\* Ужов В.Н., Вальберг А.Ю. Очистка газов мокрыми фильтрами. М.: Химия, 1972.

На частицу пыли в пузырьке при его движении вдоль лопасти действуют две силы, обусловленные вращением ротора:

– центробежная сила переносного движения, которая на выходе из ротора равна

$$F_{ц.е} = m\omega^2 r_2 , \quad (2)$$

где  $m$  – масса частицы пыли;

$F_k$  – сила инерции Кориолиса

$$F_k = 2 m\omega v_r ; \quad (3)$$

– результирующая сила инерции, определяемая выражением:

$$F_u = \sqrt{F_{ц.е}^2 + F_k^2} = m\omega \sqrt{\omega^2 r_2^2 + 4v_r^2} . \quad (4)$$

Влияние силы инерции на осаждение частицы пыли на поверхность пузырька газа может быть оценено с помощью гидродинамического критерия Фруда:

$$Fr = \frac{F_u}{G} = \frac{\omega \sqrt{\omega^2 r_2^2 + 4v_r^2}}{g} , \quad (5)$$

где  $G$  – сила тяжести, действующая на частицу.

Расчеты показывают, что при наружном диаметре ротора  $d_2 = 500$  мм, частоте вращения  $n = 300$  об./мин и принятом значении  $v_r = 0,25$  м/с

$$Fr = 25,2 ,$$

т.е. сила, обусловленная вращением ротора и криволинейным движением пузырьков, в 25 раз превышает силу тяжести, что существенно повышает значение инерционного механизма осаждения пыли на поверхности пузырька и эффективность процесса пылеулавливания.

На основании вышесказанного можно сделать вывод о перспективности разработки и внедрения барботажных аппаратов, в которых реализуется движение пузырьков по криволинейной траектории – ротационных барботеров и барботеров с колпачковой тарелкой с вращательным движением газоочистой смеси в колпачках (пат. РФ №2303479), в которых происходит эффективное улавливание пыли в зоне с криволинейным движением в дополнение к прохождению пузырьков газа через неподвижный газожидкостный слой.



УДК 621

*Д-р техн. наук, проф. БАСИЕВ К.Д.,  
асс. ГУЛУЕВ В.А.***ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННО-ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ**

Одной из главных тенденций развития методов оценки прочности и ресурса современных конструкций является активное применение механики разрушения, в частности механики развития трещин как главного инструмента разрушения материала конструкции. Этому способствует ряд обстоятельств.

Во-первых, развитие современного машино- и аппаратостроения выдвигает требование повышения эксплуатационной надежности при одновременном понижении запасов прочности. Необходимость значительного уменьшения массы крупногабаритных конструкций обуславливает допустимость возникновения неупругих деформаций. В условиях действия циклических силовых и тепловых нагрузок в наиболее напряженных зонах конструкций имеют место процессы циклического упругопластического деформирования, что приводит к образованию трещин.

Во-вторых, широкое использование высокопрочных материалов пониженной пластичности, а также эксплуатация оборудования при низких и сверхнизких температурах (это связано со строительством крупных промышленных объектов в районах Крайнего Севера и развитием криогенной техники) выдвинули задачу расчета таких конструкций по критериям хрупкой прочности.

Кроме того, многие современные технологии изготовления крупногабаритных конструкций, широкое применение различных процессов сварки (в частности, сварки взрывом) не позволяют избежать образования исходных дефектов конструкции типа трещин размерами от 1 до 15 мм. Вершины клиновидного выреза будут бесконечными, что невозможно при отсутствии в этой зоне сосредоточенных нагрузок.

*Методика проведения экспериментов*

Для исследования НДС, возникающего в элементах машин и конструкций или их зонах, из пластин оптически чувствительного материала изготавливают модель. Как правило, толщина оптической модели  $h = 6...8$  мм. Геометрия модели и приложенные к ней нагрузки должны соответствовать условиям подобия [1, 2].

Нагруженные модели исследуют с использованием поляризационно-оптических установок – полярископов [3,1].

Оптическую разность хода в модели, как правило, определяют по фотографии картин полос, полученной с помощью схемы кругового полярископа. Для нахождения порядка  $m$  полосы используют просвечивание в белом

свете или подсчитывают число затемнений в точке модели в процессе последовательного увеличения нагрузки. В соответствии с законом Вертгеймера  $\sigma_1 - \sigma_2 = 2\tau_{\max} = m\sigma_0^{(1.0)}/h$ , т.е. интерференционная картина позволяет получить линии равных разностей главных напряжений в модели.

На свободном контуре модели имеет место одноосное напряженное состояние (одно из главных напряжений равно нулю), т.е.

$$\sigma_k = m\sigma_0^{(1.0)}/h, \quad (1)$$

где  $\sigma_k$  – напряжение на контуре.

Таким образом, по картине полос можно непосредственно построить эпюру распределения напряжений на свободном контуре модели. Как правило, этой информации достаточно для оценки максимальных напряжений в исследуемом объекте.

Целью работы являлось определение распределения напряжений в системе из нескольких трещин при различных условиях нагружения, с учетом их взаимного влияния. Определялось расстояние на котором трещины начинали испытывать взаимное влияние, устанавливалась корреляция данной величины с их относительными размерами, расстоянием между вершинами, коллинеарностью, уровнем и двухосностью нагружения. Главной задачей проводимых экспериментов является определение степени применимости теоретических формул, описывающих кинетику объединения микротрещин, при описании реальных процессов, происходящих при разрушении пластичного материала, пораженного микротрещинами при воздействии высокого уровня напряжений.

В данной работе использовалась поляризационно-проекционная установка ППУ-5, состоящая из 3-х основных частей: поляризатора, нагрузочного устройства и анализатора. Выбор установки данного типа обусловлен тем, что она наиболее адекватно отвечает целям и задачам исследования. А именно:

1. Установка позволяет использовать два источника света: кинопроекционную лампу СЦ-62 (источник белого света) и ртутную лампу ПРК-4 (источник монохроматического света). Что позволяет вести исследование как методом полос, так и методом сопоставления цветов.

2. Простота установки модели, управления нагружающим устройством и высокая скорость изменения характеристик поля напряжений, позволяющая на одной модели проводить несколько экспериментов, изменяя характер нагружения.

3. Возможность применения устройства для создания двухосной нагрузки.

4. Диаметр рабочего поля модели составляет 120 мм, что очень хорошо соотносится с параметрами модели.

5. При размерах модели, превышающих рабочее поле, исследование можно проводить по отдельным участкам путем перемещения модели вместе с нагрузочным приспособлением на 380 мм по вертикали и 300 мм по горизонтали на специальных подъемных столах. Это важно для исследования, т.к. позволяет не меняя нагруженного состояния изучать разные участки модели.

Для проведения исследований установка была оборудована специально сконструированным устройством для создания двухосной нагрузки с различными коэффициентами двухосности.



Для исследования качественной картины полей напряжений, с определением уровня напряжений наиболее наглядным является метод сопоставления цветов. В связи с этим в работе применялся источник белого цвета. Белый свет можно считать состоящим из различных цветов с разными длинами волн. Поэтому при исследовании модели в белом свете каждая его составляющая интерферирует после прохождения через анализатор, причем составляющие могут взаимно усиливаться и уменьшаться, давая на экране полосы различной окраски. Полосы одного цвета, полученные на экране, называются изохромами и соединяют точки с одинаковой разностью главных напряжений. Нами применялся источник белого света. Белый свет можно считать состоящим из различных цветов с разными длинами волн.

В результате исследований поляризационно-оптическим методом получают непосредственно из эксперимента разность главных напряжений и их направления в плоскости модели. Для определения разности главных напряжений обычно применяют метод сопоставления цветов, метод полос и метод компенсации [4]. В связи с тем, что нас интересовала качественная картина напряженного состояния, в данной работе использовался метод сопоставления цветов.

При этом методе определение разности главных напряжений осуществляется непосредственно по цветной картине изохром, полученной при белом источнике света. Полученные на модели цвета изохром сопоставляются с интерференционными цветами колец Ньютона, которые представлены в табл. 1. В этой таблице приводятся численные значения оптической разности хода, соответствующие интерференционным цветам в порядке их появления при постепенном увеличении напряжений в исследуемой модели [5]. Увеличение разности главных напряжений ( $\sigma_1 - \sigma_2$ ) и, соответственно, разности хода сопровождается последовательной сменой цветов. Цвета появляются в следующей последовательности: желтый, красный, зеленый.

С целью изучения влияния конструктивной концентрации напряжений на кинетику развития поверхностных трещин проводилась серия экспериментов на fotocувствительном материале на который наносились трещины различных форм и размеров, причем для выявления взаимного влияния этих трещин расстояния между ними брались в пределах от 1,0а до 2,0а, где «а» полудлина трещины. На каждом этапе подрастания трещины определяли скорость и величину КИН для центральной и краевой точек фронта поверхностной трещины. Значение КИН для измеренных значений глубины и длины трещины для образцов, отобранных из реальных труб, определяли по эмпирическим формулам, предложенным в работах [6,7].

На первом этапе эксперимента была смоделирована одиночная статическая трещина в соответствии с методикой, изложенной в работе [8]. Модель представляет собой прямоугольную плоскую пластину. Чертеж образца изображен на рис. 1. Характерной особенностью данного образца является различный радиус кривизны в вершинах надреза, что достигается с помощью специально разработанной формы резца (рис. 2). Такая форма нанесенного дефекта позволяет на одном образце моделировать развитие дефектов с различной геометрией и исключает влияние различных случайных факторов, неизбежно возникающих при многократном воспроизведении опытов и усложняющих процесс сравнения полученных результатов.

Исследования проводились в лаборатории оптики СКГМИ (ГТУ) согласно методик, разработанных доц. Ефимовым, с использованием исследованных под его руководством материалов. Для исследования методом фотоупругости была предложена модель трещины, выполненная на оптически чувствительном материале СКЧ-6. Полиуретановый каучук СКЧ-6 представляет собой мягкий материал с высокой оптической чувствительностью. При температуре около 24°C величина модуля упругости составляет  $E = 6,36 \text{ кГ/мм}^2$ , а коэффициент Пуассона  $\nu = 0,47$ .

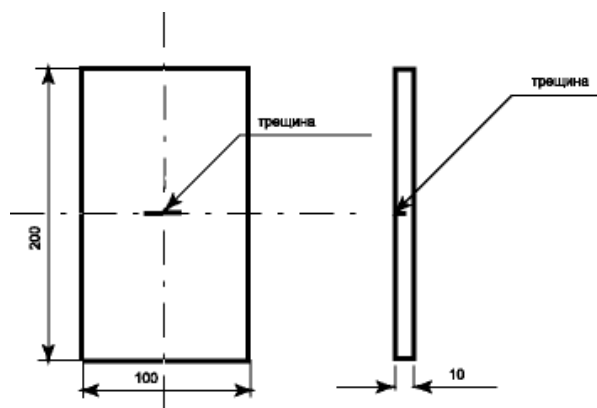


Рис. 1. Геометрические размеры модели.

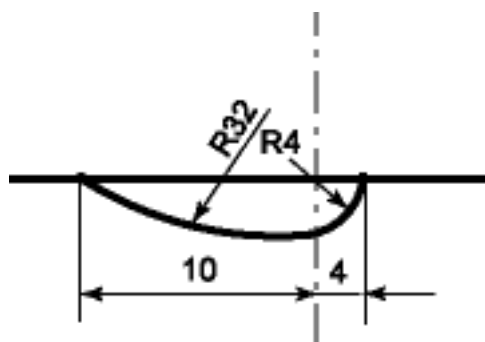


Рис. 2. Геометрия надреза.

Выбор данного материала обусловлен его высокими оптическими свойствами. Как было показано выше, различие механических свойств (выражаемых упругими постоянными  $E$  и  $\mu$ ) не влияет на качественную картину распределения напряжений при плоском напряженном состоянии и плоской деформации.

Для решения данной задачи были изготовлены 3 пластины из фоточувствительного материала СКЧ-6 одинаковых геометрических размеров. С помощью резцов различных размеров и формы на фоточувствительную пластинку наносились надрезы, имитирующие трещины. Величина и взаимное расположение надрезов определялись из характерных картин систем микротрещин, полученных при испытаниях металлических образцов. Резцы для нанесения надрезов использовались трех типов.

Использование резцов разной формы позволило наносить на фоточувствительную модель трещины различной длины и с различными коэффициентами концентрации в вершинах. Целью проведения эксперимента являлось моделирование наиболее характерных систем стресс-коррозионных трещин и получение оптической картины полей напряжений с учетом взаимного влияния этих трещин при разных уровнях и параметрах нагружения.

Эксперимент проводился в три этапа.

1-й этап. Анализ фотографий, полученных в ходе исследования роста стресс-коррозионных трещин в трубных сталях при циклическом нагружении. Было установлено, что трещины, обладающие идентичными исходными параметрами, такими как длина и коэффициент концентрации в вершине, а также расположенные в зоне с одинаковым уровнем напряжения, в процессе циклического нагружения обладают различными скоростями роста. Все системы трещин были разделены на 3 группы:

- нерастущих трещин;
- трещин, стремящихся объединиться в магистральную и обнаруживающих высокую степень куммулятивности процесса объединения;
- трещин, имеющих тенденцию к замедлению роста по мере приближения друг к другу.

Затем были систематизированы наиболее характерные признаки и составлены схематические картины взаимного расположения и параметров трещин для каждой группы.

2-й этап. Изготовление 3-х образцов из фотоупругого материала одинаковых размеров. Изготовление шаблонов для нанесения надрезов на образцы. Размещение полученных схем на шаблонах и нанесение начальных надрезов в соответствии с полученными шаблонами на образцы.

3-й этап. Проведение опытов с различными нагрузками и степенями двухосности.

Исследование процесса объединения микротрещин при разрушении металлов позволило выяснить основные закономерности этой стадии разрушения. Для нее характерно:

- 1) зарождение микротрещин перед основной при ее росте или возбуждение существующих микроразрывов;
- 2) отклонение траектории роста трещин от линии действия максимальных нормальных напряжений;
- 3) большая пластическая деформация материала перемычек перед разрывом и высокая скорость этого процесса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Александров А.Я., Ахметзянов М.Х. Поляризациино-оптические методы механики деформируемого твердого тела. М: Наука, 1974. 576 с.
2. Экспериментальная механика: В 2 т. / Пер. с англ.; Под ред. А. Кобаяси. М.: Мир, 1990. Т. 1. 615 с.; Т. 2. 551 с.
3. Седов Л.И. Механика сплошной среды: В 2 т. М.: Наука, 1998. Т. 1. 536 с.; Т. 2. 584 с.
4. Newman J.C. A review and assesment of the stress intensity factors for surface cracks// ASTM STP 687, 1979. - P.16-42

5. Troiano A.R., Fidelle J.P. Hydrogen embrittlement in stress corrosion cracing // Hydrogene clans metaux. Vol. J. Congr. int. Paris. - 1972. - S.a. 31-36.
6. Newman J.C. A review and assesment of the stress intensity factors for surface cracks// ASTM STP 687, 1979. - P.16-42
7. Newman J.C., Raju I.C. An empirical SIF equation for surface cracks// Eng. Fract. Mech., 1981. V.15. №1.- P.185-192
8. Тиболов В.И., Гулуев В.А., Загалова Л.А. Исследование влияния формы дефекта, уровня напряжений и вида напряженного состояния на поля напряжений методом фотоупругости. Вопросы совершенствования проектирования и строительства зданий и сооружений в Республике Северная Осетия-Алания. Владикавказ, 2004.



УДК 624

*Д-р техн. наук, проф. ХАДОНОВ З. М.*

### **РАСЧЕТ РАЦИОНАЛЬНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПОТОК**

*На конкретном примере показана предложенная автором методика нахождения рациональной последовательности включения строительных объектов в поток на основе анализа сетевого графика.*

В статье \* был рассмотрен метод определения рациональной последовательности возведения строительных объектов на основе анализа параметров сетевого графика. Проиллюстрируем этот метод на примере поточного строительства комплекса очистных сооружений современного крупного города.

В состав комплекса входят следующие объекты:

1. Первичный отстойник № 1.
2. Первичный отстойник № 2.
3. Вторичный отстойник № 1.
4. Вторичный отстойник № 2.
5. Контактный резервуар.
6. Аэротенк.

На каждом из этих объектов необходимо выполнить пять видов работ. Выбор последовательности возведения объектов проведем при условии, что технологические требования допускают строительство объектов в любой последовательности. Директивный срок строительства  $T_{дир} = 42$  недели. Между 2 и 3-м видами работ требуется предусмотреть технологический перерыв (твердение бетона) не менее 5 суток (принимается  $t_T = 1$  неделя).

Наименования работ и их продолжительности (в неделях) приведены в таблице.

Из данных таблицы видно, что наибольшую продолжительность работ имеет 3 поток (30 недель). На сетевом графике (рис. 1) \*\* критический путь проходит по

---

\* Хадонов З. М. Выбор рациональной последовательности возведения объектов. Владикавказ: СКГМИ, Труды 13 выпуск (юбилейный), 2006.

\*\* Полагая, что методика расчета временных параметров сетевого графика общеизвестна, для краткости такие расчеты не приводятся. Однако для наглядности изложения здесь и в

работам этого потока, причем  $T_{кр} = 46$  недель  $> T_{дир} = 42$  недели. Согласно 3-му случаю [1] вначале для каждого объекта в таблице определяем сумму продолжительностей 1 и 2-го потоков ( $p = 3$ ), выявляем 4-й объект, имеющий минимальную среди этих сумм ( $2 + 3 = 5$ ), и помещаем его на первое место. Затем определяем для каждого объекта сумму продолжительностей 4 и 5-го потоков, выявляем 5-й объект, имеющий среди этих сумм минимальную ( $2 + 2 = 4$ ), и помещаем его на последнее, шестое место, т. е. намечаем предварительно последовательность возведения объектов: 4 – 1 – 2 – 3 – 6 – 5.

Наименование работ	№ потока	№ объекта						Суммарная продолжительность работ в потоках
		1	2	3	4	5	6	
		Продолжительность работ в неделях						
Земляные работы	1	4	3	3	2	4	5	21
Устройство монолитного ж.б. днища	2	5	3	4	3	5	6	26
Монтаж сборных ж.б. конструкций	3	6	5	4	4	4	7	30
Торкретные работы	4	5	4	5	4	2	4	24
Монтаж оборудования	5	4	3	4	3	2	2	18
Суммарная продолжительность работ на объектах		24	18	20	16	17	24	

Определяем минимальную продолжительность критического пути:

$$T_{кр.min} = \sum_{j=1}^{3-1} t_{j4(1)} + \sum_{j=1}^{5-1} t_T + \sum_{i=1}^6 t_{3i} + \sum_{j=3+1}^5 t_{j5(6)} =$$

$$= (2 + 3) + 1 + 30 + (2 + 2) = 40 \text{ недель} < T_{дир} = 42 \text{ недели.}$$

Проверяем, соблюдаются ли условия (6) и (7)\*. В предварительно намеченной последовательности на первое место помещен четвертый объект, а на второе место – первый объект. Проверяем условия (6) для 4 и 1-го объектов:

$$t_{31(4)} = 4; \quad t_{22(1)} = 5; \quad 4 < 5;$$

$$t_{21(4)} + t_{31(4)} = 3 + 4 = 7;$$

$$t_{12(1)} + t_{22(1)} = 4 + 5 = 9; \quad 7 < 9.$$

Одно из условий (6) не соблюдается ( $8 < 9$ ), поэтому 1-й объект намечаем на четвертое место, а 3-й – на третье.

$$t_{23(3)} = 4; \quad 5 > 4.$$

$$t_{13(3)} + t_{23(3)} = 3 + 4 = 7; \quad 8 > 7.$$

дальнейшем графики изображаются в масштабе времени, хотя на самом деле при практических расчетах это не требуется.

\* В скобках указаны номера неравенств в [1].

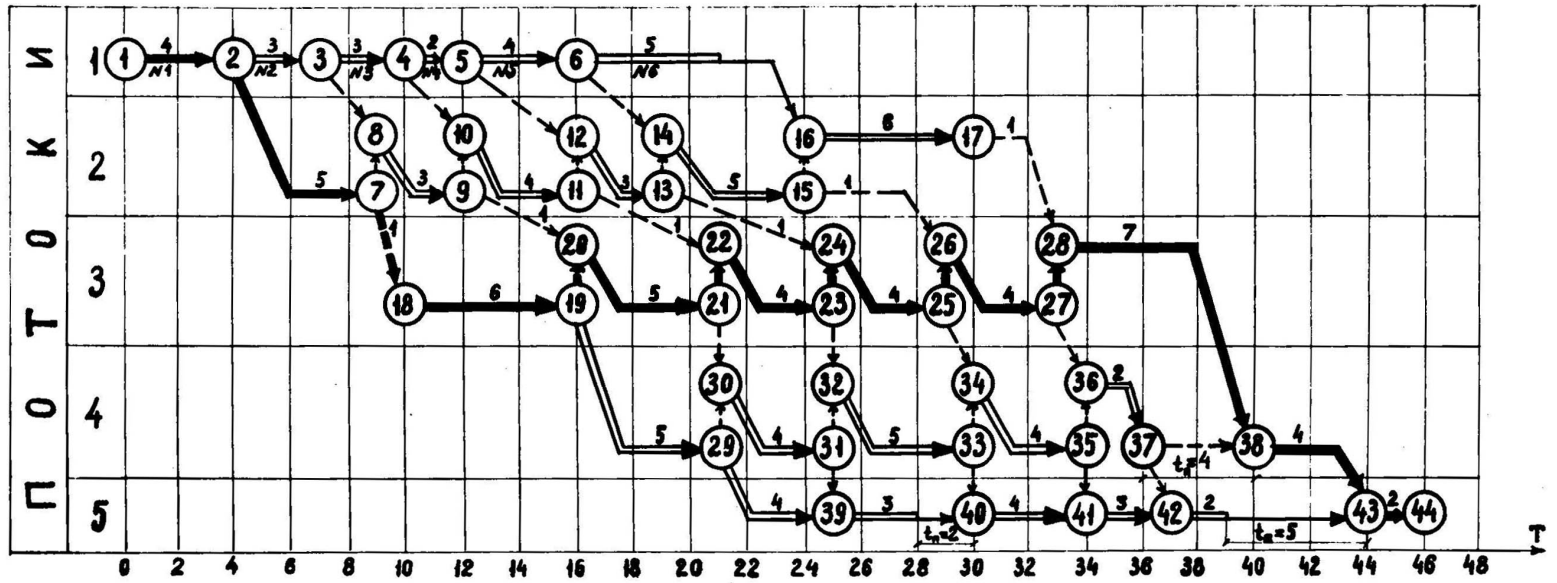


Рис. 1. Сетевой график поточного возведения шести объектов в последовательности 1-2-3-4-5-6.

Для 2 и 3-го объектов условия (6) соблюдаются, поэтому 3-й объект оставляем на третьем месте.

$$\begin{aligned}t_{33(3)} &= 4; & t_{24(1)} &= 5; & 4 < 5. \\t_{23(3)} + t_{33(3)} &= 4 + 4 = 8; \\t_{14(1)} + t_{24(1)} &= 4 + 5 = 9; & 8 < 9.\end{aligned}$$

Условия (6) для 3 и 1-го объектов не соблюдаются, но отодвигать 1-й объект к концу графика больше не следует, поскольку для 3 и 6-го объектов эти условия не соблюдаются в еще большей степени, а шестое место занято 5-м объектом. Таким образом, принимаем последовательность возведения объектов: 4 – 2 – 3 – 1 – 6 – 5.

Теперь проверяем, соблюдаются ли при этой последовательности условия (7).

Для 2 и 4-го объектов:

$$\begin{aligned}t_{32(2)} &= 5; & t_{41(4)} &= 4; & 5 > 4. \\t_{32(2)} + t_{42(2)} &= 5 + 4 = 9; \\t_{41(4)} + t_{51(4)} &= 4 + 3 = 7; & 9 > 7.\end{aligned}$$

Для 3 и 2-го объектов:

$$\begin{aligned}t_{33(3)} &= 4; & t_{42(2)} &= 4; & 4 = 4. \\t_{33(3)} + t_{43(3)} &= 4 + 5 = 9; \\t_{42(2)} + t_{52(2)} &= 4 + 3 = 7; & 9 > 7.\end{aligned}$$

Для 1 и 3-го объектов:

$$\begin{aligned}t_{34(1)} &= 6; & t_{43(3)} &= 5; & 6 > 5. \\t_{34(1)} + t_{44(1)} &= 6 + 5 = 11; \\t_{43(3)} + t_{53(3)} &= 5 + 4 = 9; & 11 > 9.\end{aligned}$$

Для 6 и 1-го объектов:

$$\begin{aligned}t_{35(6)} &= 7; & t_{44(1)} &= 5; & 7 > 5. \\t_{35(6)} + t_{45(6)} &= 7 + 4 = 11; \\t_{44(1)} + t_{54(1)} &= 5 + 4 = 9; & 11 > 9.\end{aligned}$$

Для 5 и 6-го объектов:

$$\begin{aligned}t_{36(5)} &= 4; & t_{45(6)} &= 4; & 4 = 4. \\t_{36(5)} + t_{46(5)} &= 4 + 2 = 6; \\t_{45(6)} + t_{55(6)} &= 4 + 2 = 6; & 6 = 6.\end{aligned}$$

Условия (7) для всех объектов соблюдаются, поэтому окончательно принимаем последовательность строительства объектов: 4 – 2 – 3 – 1 – 6 – 5.

Построив сетевой график поточного возведения объектов в найденной последовательности (рис. 2) и рассчитав его, видим, что  $T_{кр} = T_{кр.мин} = 40$  недель, т. е. на 13 % меньше исходного плана. Полный перебор всех возможных вариантов последовательности ( $m! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 = 720$ ) не изменит полученного результата.

Рассмотрим теперь этот же пример при условии, когда по технологическим требованиям первичные отстойники при любом варианте должны возводиться в последовательности 1 – 2, а вторичные отстойники - в последовательности 3 – 4.

Аналогично предыдущему выявляем объекты № 4 и 5. Минимальную продолжительность критического пути можно получить, поместив объект № 4 на первое место, а объект № 5 – на последнее, шестое место. Однако в соответствии с технологическими ограничениями объект № 4 должен возводиться после объекта № 3, поэтому его нельзя поместить на первое место. Выделяем объект № 2, имеющий после 4-го минимальную суммарную продолжительность работ 1 и 2-го потоков ( $3 + 3 = 6$ ). Однако и этот объект не может быть помещен на первое место, поскольку по технологическим условиям он возводится после объекта № 1. Выявляем следующий объект, имеющий минимальную суммарную продолжительность работ 1 и 2-го потоков. Это объект № 3 ( $3 + 4 = 7$ ). Помещаем объекты № 3 и 5 соответственно на первое и шестое места, т. е. выбираем последовательность возведения объектов: 3 – 4 – 1 – 2 – 6 – 5.

Определяем минимальную продолжительность критического пути при этой последовательности:

$$T_{кр.мин} = \sum_{j=1}^{3-1} t_{j3(1)} + \sum_{j=1}^{5-1} t_T + \sum_{i=1}^6 t_{3i} + \sum_{j=3+1}^5 t_{j5(6)} =$$

$$= (3 + 4) + 1 + 30 + (2 + 2) = 42 \text{ недели.}$$

В сетевом графике, построенном в выбранной последовательности (рис. 3) после проверки условий (6) и (7)  $T_{кр} = T_{кр.мин} = 42$  недели, т. е. на 9 % меньше исходного плана, причем эта продолжительность на 5 % больше минимальной продолжительности критического пути, полученной без учета технологических ограничений.



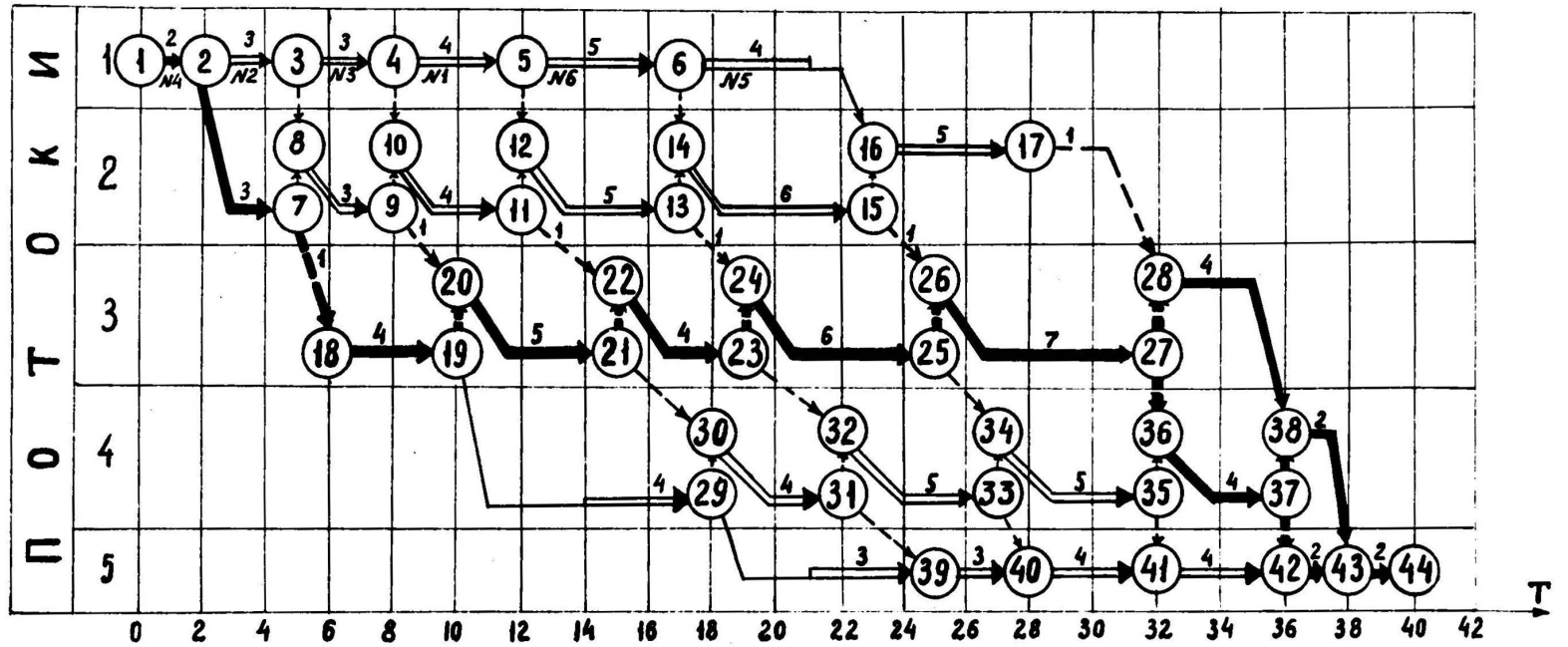


Рис. 2. Сетевой график поточного возведения шести объектов в выбранной рациональной последовательности 4-2-3-1-6-5.

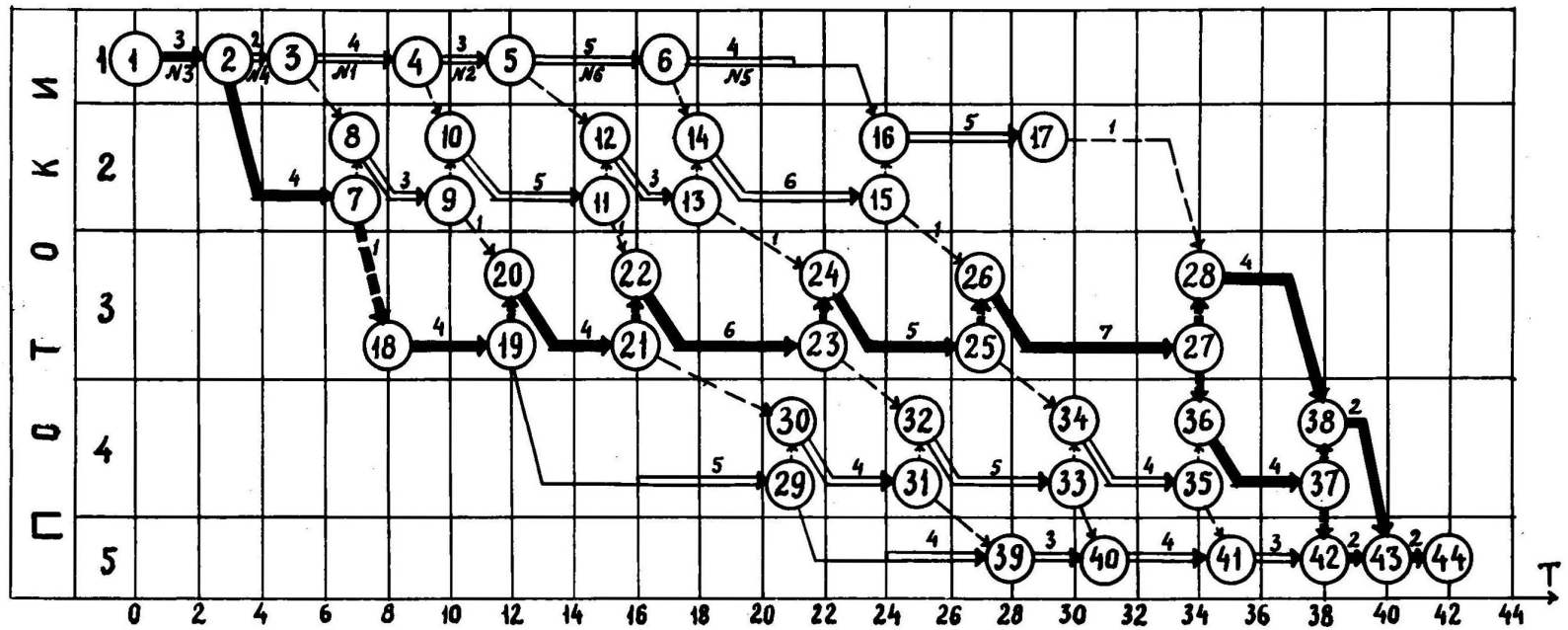


Рис. 3. Сетевой график поточного возведения шести объектов в выбранной рациональной последовательности 3 - 4 - 1 - 2 - 6 - 5 с учетом технологических ограничений.

### **ЖИЛИЩЕ В СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ (исторический обзор)**

*В статье рассказывается о традиционном народном жилище осетин, описана архитектурно-планировочная традиция организации поселений горной и равнинной частей Осетии, выявлена самобытность народного жилища Осетии.*

Большим своеобразием отличаются осетинские жилые и хозяйственные постройки. В местах, изобилующих лесом, дома и хозяйственные постройки сооружали из дерева. Очень часто нижний этаж жилой постройки воздвигали из камня, а верхний – из дерева. При скученном поселении в высокогорных районах нередко дом пристраивали к горе, так что она составляла одну из стен. Наибольшее распространение имели двухэтажные и одноэтажные дома, причем вертикальная застройка преобладала в малоземельных районах. Каждое жилое помещение имело свое определенное назначение. Второй этаж дома предназначался для семьи, в нем находилось обычно большое помещение (хадзар) с очагом в центре или в углу и нескольких небольших комнат (уат) для парных семей. Нижний этаж занимали помещения для скота.

Развитие осетинского жилья идет от однокамерного помещения хадзара, в котором семья выполняла различные домашние работы и проводила все свободное время. В недалеком прошлом хадзар являлся для многих горцев единственным жилым помещением.

Жилище равнинных осетин коренным образом отличается от горного жилища. Во время массового переселения горцев на равнину в начале XIX в. осетины строили здесь дома подобно домам соседних русских и казаков – плетенные из хвороста, обмазанные изнутри и с внешней стороны глиной. Крыша была двускатная соломенная. Дом состоял из двух не равных по площади помещений: большого – хадзара и меньшего – уата, разделенных сенями (тыргъ). Позже у осетин появился новый тип жилья – длинный прямоугольный дом с несколькими комнатами в один ряд, имевшими отдельные выходы в коридор. Такой дом обычно являлся собственностью большой патриархальной семьи. В 80 – 90-е годы XIX в. происходит коренное изменение всего облика осетинского равнинного села. Наиболее распространенным типом жилища у современных осетин является квадратный дом, состоящий из нескольких комнат, остекленной веранды или открытой террасы. Иногда такой дом строится из 2 этажей, причем по традиции, идущей от прежнего горского жилища, все парадные комнаты располагаются на 2 этаже, а остальные жилые помещения, в том числе и хадзар, где проходит в основном жизнь семьи, особенно в зимнее время, находятся в нижнем этаже.

Другой тип застройки, особенно характерный для Северной Осетии, это жилые помещения, расположенные под одной крышей с сараем. Такое жилище, хорошо известное на равнине и в прошлом, имеет 2 – 3 комнаты (одна

из которых хадзар) с отдельными выходами на открытую террасу или остекленную веранду и сарай, часто используемый в качестве летней кухни.

С исчезновением у осетин больших семей отпала необходимость строить и длинные многоквартирные дома на равнине. Для горных районов характерны два типа жилых домов. В высокогорных и отчасти горных лесистых районах распространен 2-этажный жилой дом (в прошлом это вызывалось стремлением сэкономить землю для посева). 1 этаж такого дома воздвигали из камня, а второй – из дерева или сплетали из прутьев. В старину часть 1 этажа занимали хозяйственные постройки. Теперь дом состоит только из жилых комнат, имеет балкон или веранду на 2 этаже и двор.

2 тип жилого дома представляет собой каменный или деревянный одноэтажный дом, состоящий из общей большой кухни, нескольких комнат для членов семьи и гостиной, расположенных в один ряд под общей крышей, с отдельными выходами на террасу, тянущуюся по всей длине дома.

В целом за годы Советской власти коренным образом перестроился старый горский дом, в нем появились большие окна и двери, дощатые полы и потолки, земляная крыша заменена 4 скатной кровлей, покрытой черепицей, шифером или жостью.

После организации колхозов уменьшилось количество хозяйственных построек на усадьбе.

В предгорьях и на равнине осетинский дом имел большой двор, а сами усадьбы были обнесены оградой (в большей части сплетенной из хвороста), во многих домах ворота строили по типу городских.



УДК 72

*Асп. ЦАЛЛАГОВ А. С. (МАРХИ),  
д-р техн. наук, проф. ЦАЛЛАГОВ С. Ф.*

### **ПОСЕЛЕНИЯ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ (дореволюционный период)**

Поселения осетин имеют длительную историю формирования и сохранили в своей структуре влияние многочисленных факторов, в своем взаимодействии определивших типы и формы поселений.

Современные и дореволюционные поселения осетин представляют два типа: горные и равнинные, с подтипом предгорные, характерные соответствующим географическим зонам. Горные селения в силу исторических обстоятельств и особенностей рельефа отличались скученной застройкой, развернутой в вертикальном плане и характерным местоположением на крутом склоне горы, на вершине хребта или холма-останца. Деревни издали похожи на орлиные гнезда,- писал один исследователь местного быта в 1880 г. Не удивительно, что 20 дворов помещаются иногда на участке в 100 квадратных саженой, но жителю долины нельзя не подивиться тому, что такой участок, на котором взгромождаются дома из каменных плит без цемента, занимают часто обрывистую вершину высокой скалы, откуда нервно-

му человеку даже страшно взглянуть вниз (М.З. Кипиани. От Казбека до Эльбруса. Владикавказ, 1884 г., стр. 21, 22). Наиболее древним типом являются поселения горной зоны, их история уходит в глубокую древность. Низкий уровень производительных сил и особенности топографии в горах обусловили появление небольших селений. Важную роль при формировании горных поселений играл и социальный фактор, а именно: расселение численно небольшими селами, вернее отселками, жители которых были связаны между собой кровным родством.

Горная Осетия в конце XVIII – начале XIX века была заселена довольно плотно (800 человек на квадратную милю). Рост населения при остром малоземелье и желании сохранить как можно больше пахотных и покосных земель в районе поселения способствовал большой скученности жилых и хозяйственных комплексов в горах Осетии.

Все горные села Осетии были тщательно укреплены оборонительными сооружениями. Фактор обороноспособности заставил осетин селиться в хорошо защищенных местах горной полосы с менее плодородной почвой. Горные села застраивали с учетом эмпирических навыков. В первую очередь – это основные направления хозяйственной деятельности – террасное земледелие и отгонное скотоводство.

Непрерывным условием считалось наличие водного источника. Обычно, поселения в горах расположены у реки или по её обоим берегам, в крайнем случае у родника. Большую роль играли солнечная экспозиция поселения, отсутствие лавинопасных участков. Несмотря на чисто внешний хаос и кажущееся нагромождение построек, поселение отличалось четким архитектурным расчетом и органически вписывалось в окружающий ландшафт.

Обязательными элементами горного поселения были: общественный центр (Ныхас), святилище (Дзуар) и кладбище (Уэлмæрд).

Традиционный тип горного осетинского села очень долго сохранялся без изменения. Даже социально-экономические сдвиги конца XIX – начала XX вв. не повлияли существенным образом на планировку горных поселений в Осетии. Они по-прежнему занимали небольшие и непригодные для земледелия участки. Один из исследователей писал: "Постройки наклеплены одна на другую так тесно, что селение из 35 дворов занимает всего полдесятины пространства".

Разнообразные хозяйственные интересы, потребности обороны, религиозная близость вынуждали основателей патронимических поселений не прерывать связей с отчим гнездом и селиться поблизости друг от друга. Отсюда чрезвычайная скученность поселений, особенно характерная для высокогорных ущелий, где, по словам К. Хетагурова, на квадратной версте таких поселений можно насчитать с десяток.

Высоко и неудобно с точки зрения жизнедеятельности расположены поселения замкового типа. Многие из таких поселений-усадьб занимали вершины отвесных скал, холмов-останцев, представляющих собой естественные укрепления. Примером такого селения можно считать замок Сидаковых в Дигорском ущелье, высшийся на вершине отвесной скалы.

Красочное описание поселения-усадьбы этого типа можно найти у Я. Рейнеггса в разделе, посвященном осетинам. "Вожди и знатные люди этого народа обносят кроме того свои жилища высокой крепкой каменной

стеной, в каждом углу которой находятся маленькие сторожевые помещения".

К. Хетагуров писал: " В аулах вы не найдете ни улиц, ни дворов, не определите какому хозяину принадлежит та или другая крыша или стена" (В.Ф. Миллер. Осетинские этюды. -М., 1882).

Другой автор пишет: "Чуть аул побольше и незнакомому человеку уже не разобраться в этой груде камней, разбросанных на горе какими-то сложными крутыми террасами. Настоящий каменный муравейник, с которого неосторожно сбит верх (Е.В. Аничков. Весенняя обрядовая песня на Западе и у славян, ч. II. СПб., 1905).

Массовое переселение осетин на равнину началось лишь в 20 – 30-х годах XIX в. в результате создания русской администрацией осетинских поселений вдоль Военно-Грузинской дороги. За сравнительно короткий срок на пространстве между правым берегом Терека и его левыми притоками (Гизельдоном, Фиагдоном, Ардоном и Урухом) в их нижнем течении возникло около 20 осетинских селений, основанных выходцами из 4-х главных обществ: Тагаурского, Куртатинского, Алагирского и Дигорского (Б.А. Калоев. Осетины. Историко-этнографическое исследование. -М.: Наука, 1967, с. 59 – 61; А.Х. Магомедов. Культура..., с. 237, 238.).

Переселение части осетин на предгорную равнину не смогло серьезно облегчить остроту земельного голода в горах. Более того, к началу XX в. наблюдается обострение земельного вопроса. Тяжелое экономическое положение в горных селах сохранилось вплоть до 1920-х годов, когда партийные и советские органы уделяли нуждам горцев максимальное внимание. Именно с этого времени начинает изменяться и горный тип поселения. За годы Советской власти облик многих поселений Осетии претерпел значительные изменения, хотя темпы и масштабы этих изменений для отдельных селений не были одинаковы. Причину этого следует видеть в численном сокращении населения горных районов. Начавшееся в годы Советской власти переселение с гор на равнину было массовым и коснулось 30490 человек.

Ежегодные переселения и в последующие годы, особенно в середине 1940 – 1960 годов, привели к фактическому опустению горных сёл Осетии. В больших сёлах, где расположены сельсоветы, некоторые изменения в планировку горного села внесли общественные и хозяйственные постройки. Как правило это: административные, культурно-бытовые, торговые здания. Существенно изменились форма и облик горных селений. Многие из них в настоящее время располагаются в долинах рек на сравнительно ровной местности. Это позволило значительно расширить и спланировать уличную сеть, упорядочить застройку. Как и на равнинах новое строительство в горных селениях ведется в строгом соответствии с требованиями санитарной гигиены и архитектурными правилами.

Во многих равнинных, вновь образованных, селах дома первопоселенцев и все довоенные постройки напоминают по типу жилища равнинных сёл начала века и отличаются только плоскими крышами. Свободная планировка, свойственная всем горным поселениям Осетии, получила свое отражение и во вновь созданных поселениях равнинной Осетии.

Равнинный тип поселения Осетии имеет богатую историю возникновения, распространение которого относится к началу XIX в., когда осетины

стали заселять предгорную равнину вокруг крепостей Моздок и Владикавказ, а также между реками Терек и Урсдон. Особенности горского поселения были первоначально характерны и для равнинных сёл Осетии, которые в результате перепланировки и укрупнения выросли в большие населенные пункты. Усадьбы стали располагаться в определенной последовательности вдоль дороги или улицы, а не хаотично. Но при этом сохранился принцип расселения родовыми кварталами и долгое время этот принцип оставался доминирующим. Впоследствии этот принцип нарушился.

В течение 10 лет (1920 – 1930 гг.) на равнине было образовано 15 новых селений. Основным недостатком заключался в малых размерах выделяемых участков.

В эти годы была проведена специальная работа по землеустройству новых и старых сёл на равнине.

В равнинных сёлах с численностью 1000 и более жителей решались архитектурно-планировочные задачи, вопросы благоустройства. Были приняты постановления о предпочтительном строительстве домов на "красной" линии, фасадом или торцом дома к улице, что способствовало выравниванию планировки сельских улиц, разбивке скверов и бульваров.

Появляется зонирование территории сел – разделение на селитебную и производственную зоны. Центральную часть равнинных сёл занимают административные и культурно-общественные постройки, общественный центр сел, выполняющий функцию "Ныхаса".

В настоящее время почти все селения Северной Осетии имеют правильную улично-квартальную планировку, подчеркнута выделенный общественный центр, в котором сосредоточены административные, культурно-бытовые и торговые здания. Производственные и хозяйственные предприятия располагаются на окраине селений или, что еще чаще, вынесены за их пределы.

В 1930 г. общественно-хозяйственные центры строили в центре села, вокруг которого располагался жилой фонд, а на ближайшей окраине производственно-хозяйственные центры: гаражи, мастерские, фермы, цеха, служебные помещения. Характерным элементом оформления сельских центров стали памятники героям-землякам, павшим на фронтах гражданской и Отечественной войн, строительство которых особенно широко развернулось к 1965 г. – 20 летнему юбилею победы над фашизмом.

Изложенный материал показывает, что многие черты, характеризовавшие дореволюционное осетинское поселение: скученность, антисанитарные условия, недостаток в зеленых насаждениях и т.д. постепенно исчезли. Росли масштабы сельского строительства, велась планировка застройки, и реконструкция сел, сооружались культурно-бытовые центры.

Переселение осетин на равнину было важнейшим социально-политическим мероприятием Советской власти. Оно коренным образом изменило географию размещения населения, вместе с этим и тип, и форму его поселений и жилищ.



УДК 551. 510. 42+628. 15/16

*Д-р техн. наук, проф. АЛБОРОВ И. Д.,  
канд. техн. наук. ТЕДЕЕВА Ф. Г.,  
асс. ДЗЕБОЕВА Ф. М.*

### **ПРИОРИТЕТНЫЕ ИСТОЧНИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ОТХОДОВ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ**

*Приведены материалы по образованию отходов от деятельности горно-металлургического комплекса РСО-Алания и места их размещения на территории республики.*

Свинцово-цинковое оруденение в Садонском рудном районе размещается во всех литологических компонентах кристаллического фундамента и отложениях нижнеюрского возраста. В среднем вертикальный размах полиметаллического оруденения составляет 2,7 км, промышленные концентрации фиксируются на гипсометрических отметках 1000 – 2000 м. Рудные зоны и жилы месторождений располагаются цепочкой или кулисообразно. Протяженность месторождений по простиранию составляет от сотен метров до первых километров, а по падению – от сотен метров до 1 км.

По глубине месторождений образуются зоны, обогащенные определенными комплексами рудных и нерудных минералов и основными минералами руд – галенитом и сфалеритом. На верхних горизонтах преобладают минеральные комплексы первой – пирито-кварцевой и четвертой – кварцево-сфалерито-галенитовой стадии минерализации, на средних – интенсивно проявились комплексы второй и третьей стадии. В соответствии с характером распределения галенита и сфалерита наблюдается вертикальная зональность и в распределении основных элементов руд – свинца и цинка. На верхних горизонтах месторождений, где главенствуют минеральные агрегаты второй продуктивной стадии, свинец преобладает над цинком.

По преобладающему количеству отдельных типов руд в интервалах разных глубин выявляется следующий первичный зональный ряд:

- кварц – карбонат – полиметаллические руды от 950 – до 1500 м;
- кварц – полиметаллические руды – от 1500 до 3500 м;
- кварц – полиметаллические с пирротином руды – от 2500 до 3000 м;
- колчеданно-полиметаллические руды – от 3500 до 4450 м.

Наряду с первичной вертикальной зональностью типов руд наблюдается аналогичного типа горизонтальная зональность в распределении их направлений от Кадат-Ханикомского к Бурон-Саухохскому рудному полю [1]. Параметры рудных зон приведены в таблице.

В состав руд месторождений входит 32 химических элемента. Промышленная ценность руд определяется содержанием в них свинца и цинка, а также меди и ряда благородных металлов, редких и рассеянных элементов: серебра, золота, висмута, индия, кадмия, серы.



### Основные параметры рудных зон по Садонскому месторождению

Рудные жилы	Местоположение	Протяженность, м		Элементы залегания		Мощность, м	Средняя мощность рудных тел, м	Среднее содержание, %		Примечание
		по простиранию	по падению	прослои	угол падения			Pb	Zn	
Главная	ЮЗ фланг шт. Артем, шт. Южная-13 гор.	600	500	В 20	ЮВ 90-80	2-5	1,41	2,92	5,75	Отработана выше 7 гор.
Восточная	ЮЗ фланг шт.300	500	300	СВ 0-55	ЮВ 80	0,5-10	1,29	2,81	6,85	Отработана кроме бл.54 В, 55-В, II-С, VII-С
Центральная	шт. Артем, Кирова, шт.4-14 гор.	1200	900	В 38	ЮВ 90-80	10-40	1,46	2,63	6,2	Отработана выше 12 гор.
Ходская	СВ фланг шт. Ход, шт.28, шт. Д	1000	600	В 50	ЮВ 90	800-100	0,68	1,28	7,25	Отработана за искл. блока XIX-С
Новая	Шт.Северная I-II гор.	120-160	400	В 60	ЮВ 85-90	10-60	1,44	4,86	12,63	Отработана за искл. блока XXI-С
Вторая	Шт.Северная 4-13 гор.	180	400	СВ 0-55	ЮВ 85-90	5-20	1,41	1,4	3,99	Отработана выше 11 гор.
Пирроотиновые жилы	Шт. Южная 3-7 гор.	50-180	менее 150	СВ 40	ЮВ 80-95	-	1,94	1,36	3,46	Частично отработана

В Республике Северная Осетия-Алания на 01.01.94 накоплено 7,3 млн т промышленных отходов 1-5 класса опасности, из которых 7,2 млн т – это отходы Унальского и Фиагдонского хвостохранилищ, Мизурской и Фиагдонской обогатительных фабрик, заводов «Электроцинк» и «Победит» [2]. Дополнительно образуются рудничные отвалы горных выработок общим объемом 303,4 тыс. м<sup>3</sup>, размещаемые на землях высокогорных территорий [3].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Природные ресурсы Республики Северная Осетия-Алания, в 13 томах. Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов РСО-Алания. Владикавказ: Проект – Пресс, 2005; Геология и полезные ископаемые. В.Б. Цогоев, 2005.
2. Государственный доклад «О состоянии природной среды и деятельности Государственного комитета природы СОАССР в 1992 году». Госкомприрода. Владикавказ, 1993.

3. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды и деятельности Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Республики Северная Осетия-Алания в 1993 году». Госкомприрода. Владикавказ, 1994.



УДК 628.3

*Канд. техн. наук, доц. РЕЗНИЧЕНКО Л. И.*

## **РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ**

*Показана необходимость учёта воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду, не допуская превышения “порогов” устойчивости экологических систем, способных привести к гибели всего живого на Земле.*

В своем развитии человечество прошло через многие этапы, связанные с использованием природных ресурсов. Двадцатый век принес немало благ, обусловленных научно-техническим прогрессом, внедрением инноваций, и в то же время поставил жизнь на Земле на грань экологической катастрофы. Рост населения, интенсификация добычи полезных ископаемых и выбросов, загрязняющих окружающую среду, привели к коренным изменениям в природе и отразились на самом существовании человека. Разностороннее вмешательство человека с появлением высокоиндустриального общества привело к тому, что все больше пахотных земель выбывает из экономики, так как на них строятся города и заводы; повышается расход невозобновляемых видов сырья.

Загрязнение атмосферного воздуха сопровождается гибелью лесов, снижением урожайности сельскохозяйственных культур, ставит под угрозу безопасность людей. Загрязнение мирового океана нефтью и нефтепродуктами достигло уже половины его общей поверхности. Экологический ущерб глобального масштаба исчисляется при этом каждый год десятками миллиардов долларов.

Многие ингредиенты в твердых, жидких и газообразных отходах металлургических производств относятся к веществам высшей категории сложности (соединения свинца, ртути, кадмия, селена, диоксид азота, бензол и многие другие).

Источниками загрязнений помимо предприятий черной и цветной металлургии являются предприятия химической, нефтеперерабатывающей и лесной промышленности, автомобильный транспорт и др.

Для решения задач по охране окружающей среды в России были разработаны административные, экономические и рыночные методы управления. Сформированные под воздействием экономических, политических, социальных и исторических факторов разных стран они включают в себя различные институты управления. Однако создать достаточно эффективные механизмы управления природоохранной деятельностью не удалось до сих пор.

Каким же образом можно удовлетворить потребность общества в нормальном качестве окружающей среды?

Основной причиной значительного ухудшения экологической обстановки в стране является отсутствие устойчивого механизма, учитывающего уровни превышения ПДС и ПДВ. Это отражается на экономике источников, загрязняющих окружающую среду, а также на стартовых эколого-экономических нормативах, определяющих виды экономического и морального наказания или поощрения.

Одной из основополагающих предпосылок при формировании эколого-экономических нормативов является определение возможных направлений использования природных ресурсов в границах конкретного региона (территории). Расчет нормативов должен осуществляться с учетом следующих положений:

- для каждого конкретного вещества должна существовать определенная величина максимально допустимой антропогенной нагрузки, не нарушающей естественных процессов, действие которой может быть компенсировано процессами самовосстановления;

- при более высокой антропогенной нагрузке, чем допустимое значение этой величины (но не превышающей конкретный для данной природной системы предельный уровень), нарушения в системе, вызванные действием антропогенных факторов, должны быть предусмотрены природоохранные мероприятия, способные устранить последствия нарушений;

- при антропогенной нагрузке на природную среду, превышающей предельный уровень, развиваются необратимые процессы.

Как же создать такой механизм, который бы эффективно работал и способствовал поддержанию природной среды на безопасном для населения уровне? Почему предложенные методы, квалифицированно, методически грамотно выполняемые, не приносят результатов, вызывая критику со стороны контролирующих органов и производителей?

Самый простой и самый верный по существу ответ – это то, что осуществление методик, вполне приемлемых для нормального экономического сообщества, в наших условиях, как и масса других нормативных актов, сталкивается с непреодолимыми препятствиями, свойственными сложившейся в нашей стране системе ведения хозяйства.

Контрольные органы видят свою задачу прежде всего в изъятии денег, понимая, что сразу встает другая, более сложная задача – правильно эти деньги потратить. Местные исполнительные власти, как правило, отрицательно относятся к наиболее верному способу использования этих средств – возврату на специальный экологический счет наказываемого предприятия. При этом можно было бы оставлять за собой право контролировать темпы использования этих "экологических" денег именно на охрану природы. А когда нет целенаправленности использования средств, да еще если значительная их часть идет не в местный бюджет, то деньги (таково уж их природное свойство) "уходят" как вода в песок.

С другой стороны, производители весьма справедливо утверждают, что, даже имея деньги, оснастить или обновить очистное оборудование не всегда возможно (нет заводов-поставщиков, недостаточны строительные мощности и т.д.). Кроме того, при изъятии штрафных средств из остающейся в распоряжении предприятия прибыли, наказанными оказываются многотысячные коллективы невинных людей. И их неудовольствие объективно

справедливо. Отсюда стремление включить экологическую составляющую в себестоимость, за счет этого поднять цену на продукцию.

В каких случаях предприятию выгодно тратить средства на охрану природы? Только тогда, когда объективно определенный предотвращенный ущерб передается предприятию. При этом, если выгода от снижения выбросов, т.е. ущерб в денежном исчислении, согласованно делится между предприятием и территориальными органами, то субъективность в определении ущерба не столь существенна. Использование понятия относительного ущерба (ущерб в деньгах к массе выброса) приводит разные по масштабам выбросов и опасности ингредиентов предприятия к одинаковым условиям формирования материальной ответственности. Такой подход приемлем при любой экономической и экологической обстановке в регионе.

Легко представить реакцию предприятия на выставленные счета за загрязнение природы. Если сумма этих счетов превышает необходимые затраты на устранение вредного воздействия, то экономически выгодно вкладывать средства на проведение природоохранных мероприятий до момента, пока эти средства по крайней мере не сравняются с суммой выставленных контрольными органами счетов, т.е. эти затраты можно назвать минимальными, предельно выгодными для предприятия. В идеале они должны обеспечивать доведение выбросов до предельно допустимых или, с учетом специфики предприятия и особенностей местности, до временно согласованных.

Общеизвестно, что любые налоги эффективны, если они не превышают 40, а то и 30 % дохода. Такая корректировка платы за загрязнение обязательно должна иметь место. Экстремистские методы, часто применяемые в отдельных городах, эффекта не дадут, а повлекут за собой отрицательные последствия.

Охрана природы – задача нашего века, проблема, ставшая социальной. Чтобы в корне улучшить положение, нужны целенаправленные и продуманные действия. Ответственная и действенная политика по отношению к окружающей среде будет возможна лишь в том случае, если мы накопим надёжные данные о современном состоянии среды, обоснованные знания о взаимодействии важных экологических факторов, если будут разработаны новые методы, способствующие уменьшению и предотвращению вреда, наносимого природе человеком. Основные цели, к которым мы должны стремиться, – уменьшение технологической нагрузки, поддержание природного потенциала путем самовосстановления и режима естественных процессов, комплексность извлечения полезных компонентов, использование отходов в качестве вторичного сырья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пособие по СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации "Охрана окружающей среды". М.: ГП Центр-инвестпроект. 2000.
2. Нормативно-правовое обеспечение природоохранной деятельности субъектов Российской Федерации. Материал III Всероссийской конференции, 2005.



## **ВРЕДНЫЕ ПРИМЕСИ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЧЕЛОВЕКА**

*Предложен эффективный метод очистки питьевой воды от солей*

Природные воды бывают слабокислыми, слабощелочными и нейтральными. Слабокислые имеют кисловатый, а слабощелочные – горьковатый привкус. При кипячении такой воды для приготовления еды на дне посуды образуется мутный осадок молочно-белого цвета. Этот осадок является карбонатом кальция и магния, т.е. состоит из кальцита и доломита. Известковые и доломитовые массивы имеются на юге и юго-западной окраине города Владикавказа. Подземные воды растворяют и вымывают эти карбонаты и они находятся в растворенном состоянии в составе питьевой воды.

Кальцит – распространенный минерал, состоит из  $\text{CaCO}_3$  с примесями магния, железа, марганца, цинка и стронция. Вместе с кальцитом широкое распространение имеет доломит  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , содержащий изоморфные примеси железа, марганца, никеля и кобальта.

Растворимость кальция в 1 литре воды при  $t = 180^\circ\text{C}$  и 1 атм.давлении достигает 1100 мг, а растворимость доломита при тех же данных превышает 25000 мг/л.

Концентрация кальцита более 1800 мг/л оказывает на человека токсическое действие. Когда его концентрация в питьевой воде достигает 100 – 150 мг/л, то увеличивается риск заболевания почек, артритов и полиартритов. Поэтому рекомендованная Всемирной организацией здравоохранения предельно допустимая концентрация кальцита в питьевой воде составляет 30 – 75 мг/л. Такое количество установлено и международными стандартами.

Магний придает горьковатый привкус воде. Рекомендованная Всемирной организацией здравоохранения предельно допустимая концентрация магния в питьевой воде 15 мг/л, а международными стандартами рекомендовано содержание марганца в питьевой воде не более 30 мг/л.

Наличие марганца даже в небольших количествах делает воду мутной. Вода приобретает металлический привкус при концентрации марганца 0,5 мг/л. Предельно допустимая концентрация марганца в питьевой воде установлена в нашей стране в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения – 0,1 мг/л, а санитарной службой США и Англии установлена его предельная концентрация 0,05 мг/л.

Соединения никеля мало токсичны для человека, но способны вызывать аллергические реакции в организме. Предельно допустимая концентрация Ni в питьевой воде 0,001 мг/л. Для животных 10 – 34 мг/кг массы – смертельная доза.

Стронций оказывает токсическое воздействие на организм человека как нервный и мышечный яд. Наличие его в питьевой воде не допускается.

В природных водах и источниках питьевого водоснабжения содержится от 0,01 до 26 мг/л Fe. Оно придает воде металлический привкус, а при содержании 0,5 мг/л окрашивает воду в желтоватый оттенок. Для человека соединения железа мало токсичны. Предельно допустимая концентрация железа в питьевой воде установлена в нашей стране 0,3 мг/л. Такая же предельная концентрация железа установлена и в США и рекомендована Всемирной организацией здравоохранения.

В природных водах Российской Федерации содержится цинк в концентрациях 0,0001 – 5,77 мг/л. При содержании цинка 5 мг/л у питьевой воды появляется вяжущий привкус, а при 30 мг/л вода становится непригодной для питья и приобретает мутный молочный вид. Предельно допустимая концентрация цинка в питьевой воде по рекомендациям Всемирной организации здравоохранения установлена в нашей стране, в США и в Европейском союзе – 5 мг/л.

Кобальт в природных водах Российской Федерации содержится в концентрациях 0,0001 – 0,001 мг/л. Доза 0,9 мг/кг массы вызывает гибель животных. Предельно допустимая концентрация его в питьевой воде 0,01 мг/л. Исходя из вышеизложенного, питьевая вода в своем составе не должна содержать элементы, вышеприведенных норм концентраций, установленных здравоохранениями РФ, ВОЗ, Санитарной службой США и Европейским стандартом для питьевой воды.

После механической и биологической очистки питьевой воды содержание перечисленных металлов понижается, но удалить их полностью не удается.

Наиболее эффективным методом очистки питьевой воды, при котором можно получить на 99 % очищенную дисциллированную воду, является ионный обмен. Ионообменная установка должна быть мощностью не более 1 – 2 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Этим методом извлекают кобальт, цинк, кадмий, медь, хром и другие компоненты. Получается обессоленная вода, пригодная для дальнейшего использования. Ионный метод очистки воды широко применяется за рубежом – в Англии, Японии, ФРГ, США и др. странах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гуськова В.Н., Гурфейн Л.Н. Санитарная охрана водоемов от загрязнений промышленными сточными водами. М.: Медгиз, 1959.
2. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах. Л.: Химия, 1979.



## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СПИРТОПРОИЗВОДЯЩЕЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ В СОБЛЮДЕНИИ ПРИРОДООХРАННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

*Дан краткий анализ решения злободневной проблемы алкогольпроизводящей отрасли республики в области очистки сбрасываемых загрязнённых сточных вод.*

По современной номенклатуре технология спирта относится к биотехнологии. Основные процессы получения спирта — превращение крахмала в сахар и сахара в этиловый спирт под действием биологических катализаторов (ферментов).

Технология производства спирта включает в себя процессы:

- подготовку сырья к развариванию;
- разваривание зерна и картофеля с водой для разрушения клеточной структуры и растворения крахмала;
- охлаждение разваренной массы и осахаривание крахмала ферментами солода (пророщенного зерна) или культур плесневелых грибов;
- сбраживание сахаров дрожжами в спирт;
- отгонку спирта из бражки и его ректификацию;
- приготовление солода путем проращивания зерна или культивирования плесневелых грибов и бактерий для получения амилолитических и протеолитических ферментных препаратов, выведение и размножение засевных дрожжей.

***При получении спирта из мелассы перерабатывается содержащаяся в ней сахароза, поэтому процессы разваривания и осахаривания исключаются.***

В производстве кроме спирта и CO<sub>2</sub> (основных продуктов) получают— барду, головную эфирно-альдегидную фракцию (ЭАФ), сивушное масло (побочные).

Барда – остаток после отгонки спирта из бражки. Зернокартофельная барда содержит все составные компоненты исходного сырья, за исключением крахмала, и дрожжи. Небольшое количество азотистых веществ солода и сырья расходуется на питание дрожжей, которыми синтезируются полноценные белки, многие витамины и другие биологически важные вещества. Поэтому натуральная зернокартофельная барда – прекрасный сочный корм для животных. В целях сохранения состава при кратковременном летнем хранении на некоторых заводах жидкую барду используют для выращивания кормовых дрожжей, концентрируют и сушат.

*Мелассная барда, к сожалению, до сих пор в основном является загрязняющим природу отходом, который хранят на полях орошения, отчуждая для этого плодородные земли и загрязняя атмосферу. На некоторых заводах на барде выращивают кормовые дрожжи, но взамен получают в таком же объеме вторичную барду или вырабатывают кормовые концентраты витами-*

на В<sub>12</sub> (культивированием метановых бактерий). Между тем в меласной барде содержится много *глицерина, глутаминовой кислоты, бетаина, калийных солей и др., но извлекают их незначительные количества.*

Спиртовая промышленность тесно связана, с одной стороны, со многими отраслями народного хозяйства, для которых спирт служит сырьем, основным и вспомогательным материалами, с другой – с сельским хозяйством. Получая от сельского хозяйства растительное сырье и извлекая из него и из мелассы наименее ценную часть – углеводы, спиртовая промышленность возвращает ему белковые витаминизированные корма. Она является единственной отраслью промышленности, способной превращать дефектные (порченные) зерна и картофель в доброкачественные продукты.

Расчеты предельно допустимых концентраций, проведенные в соответствии с методикой, разработанной ВНИИ по охране водных объектов, с учетом качественных показателей воды в водном объекте сведены в таблицу.

**Расчетные (проектные) и предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах после очистных сооружений**

№ п.п.	Загрязняющее вещество	Концентрация, мг/л	
		расчетная (проектная)	предельно допустимая
1	Аммоний солевой	2,7	0,3
2	Фосфаты	0,071	0,2
3	Хлориды	13,6	15,9
4	Взвешенные вещества	15,0	36,0
5	БПК <sub>20</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	38,3	6,0

На сегодня самый оптимальный метод утилизации барды включает в себя три обязательные стадии: разделение, выпарка, сушка. Все три стадии переработки барды установлены только на ОАО «Исток». Но и здесь такое оборудование рассчитано только на половину производственной мощности завода.

На предприятиях ОАО «Престиж», «Салют», «Российская слава», ООО «Миранда», «Феникс», «ДДД» установлено и действует оборудование по разделению фракции и сушке. Технология выпаривания барды на этих предприятиях находится только на стадии подбора оборудования и подписания контрактов на установку.

На ЗАО «Союз +», ОАО «Возрождение», «Ариана-С», «Фаюр-Союз», имеется оборудование только для стадии разделения фракции. Две другие операции пока под вопросом. А вот системы очистных сооружений установлены на ОАО «Владикавказский консервный завод», ООО «Изумруд», «Тимур», «Пищевик», АПК «Мичуринский». Все остальные предприятия реализуют барду в натуральном виде потребителям через систему емкостей после сгущения отстоем.

В соответствии с пунктом 5 статьи 8 Федерального закона от 21.07.2005 года № 102-ФЗ в новой редакции «Производство этилового спирта, технологией производства которого предусматривается получение барды (основного отхода спиртового производства), допускается только при условии ее полной переработки или утилизации на очистных сооружениях». И он вступает в силу с 1 января 2008 г. И, следовательно, необходимо будет приостановить деятельность указанных предприятий.



Как решить стоящие перед отраслью проблемы?

Экологическая экспертиза спиртово-водочных заводов на территории республики выявила, что действующие очистные сооружения, отвечающие требованиям природоохранного законодательства, функционируют только на ООО «Российская слава».

Эти очистные сооружения, технологическая схема которых приведена на рис. 1, состоят из двух ступеней очистки.

В результате переработки в опытно-промышленном цехе послеспиртовой барды и разделения ее на грубый фильтрат и дробину, уплотнения грубого фильтрата отстаивающая вода (первичная осветленная вода) имеет показатели по БПК<sub>5</sub> – 9600 мгО<sub>2</sub>/л, взвешенным веществам – 300 мг/л, ХПК – 38500 мгО<sub>2</sub>/л, рН = 6 – 7, которые не позволяют сбрасывать сточные воды в канализацию и водоемы без предварительной очистки. Поэтому предложено провести реконструкцию существующих очистных сооружений, состоящих из осветителей грубого фильтрата (отстойников) с использованием технологии физико-химического воздействия на воду с целью осаждения взвешенных веществ известью-пушонкой СаО совместно с флокулянт ВПК-402. Процесс взаимодействия химических реагентов с осветленной водой происходит в аппарате вихревого слоя (АВС), где в электромагнитном поле массовых сил происходит активация воды и в ходе перемешивания продуктов ускоряются химические реакции.

Очистные сооружения состоят из двух существующих осветителей грубого фильтрата объемом по 400 м<sup>3</sup> каждый, смесителя, аппарата вихревого слоя (АВС), отстойника-аэратора объемом 80 м<sup>3</sup>, реагентного отделения с емкостями для 0,8 % извести-пушонки, 0,01 % полиэлектролита ВПК-402 и 98 % серной кислоты.

Очищенные воды из отстойника-аэратора направляются в котельную завода для повторного использования в качестве подпитки паровых котлов.

В отстойник-аэратор предусмотрена подача окислителя (воздуха), который насыщает раствор кислородом, окисляя органические вещества и снижая показатель биологической потребности в кислороде (БПК).

Показатель кислотности очищенных стоков рН = 10, т.е. вода щелочная, поэтому для ее нейтрализации предусмотрена подача дозатором 98 % серной кислоты в отстойник-аэратор.

Для решения этой проблемы на ООО «Российская слава» требуется освоение значительных капитальных вложений и строительство зданий и других сооружений, наличие опытно-промышленного цеха, где осуществляется разделение барды на грубый фильтрат и дробину и т. д. Исходя из этого и проведя предварительный технологический и экономический расчеты предлагается несколько иная схема реконструкции очистных сооружений на ГУП спиртзавода «Изумруд», принципиальная схема которой приведена на рис. 2.

В качестве первой ступени предлагается использовать существующие тонкослойные отстойники, а в качестве второй и третьей ступени – такие известные и широко используемые аппараты, как аэратор и адсорберы соответственно. Основным источником сточных вод является отстой барды. Барда из технологического оборудования принимается в сборник барды, откуда самотеком переходит в отстойники. В схеме учтена возможность параллельного или последовательного включения отстойников.

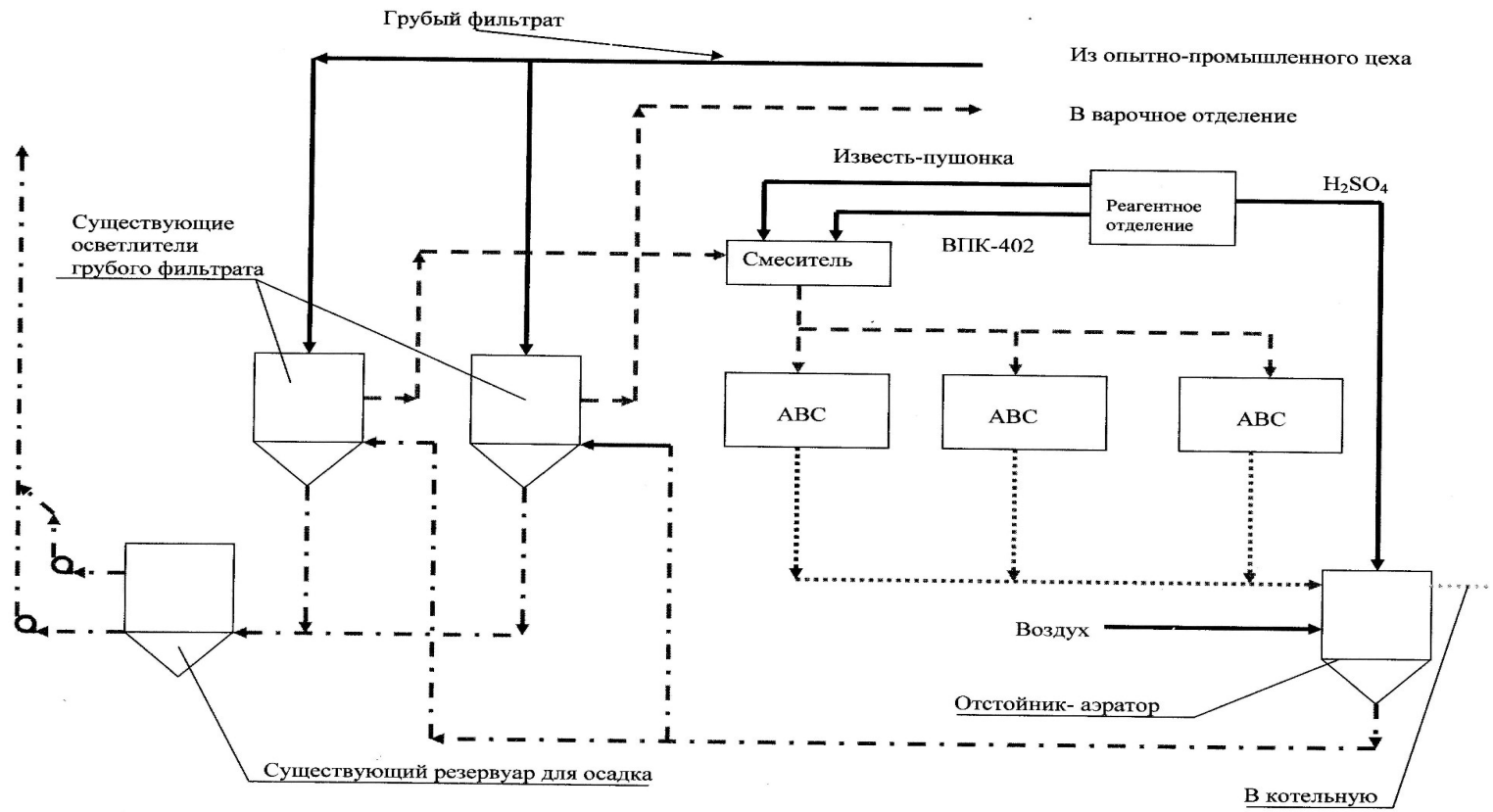


Рис. 1. Схема очистных сооружений на "Российской славе".

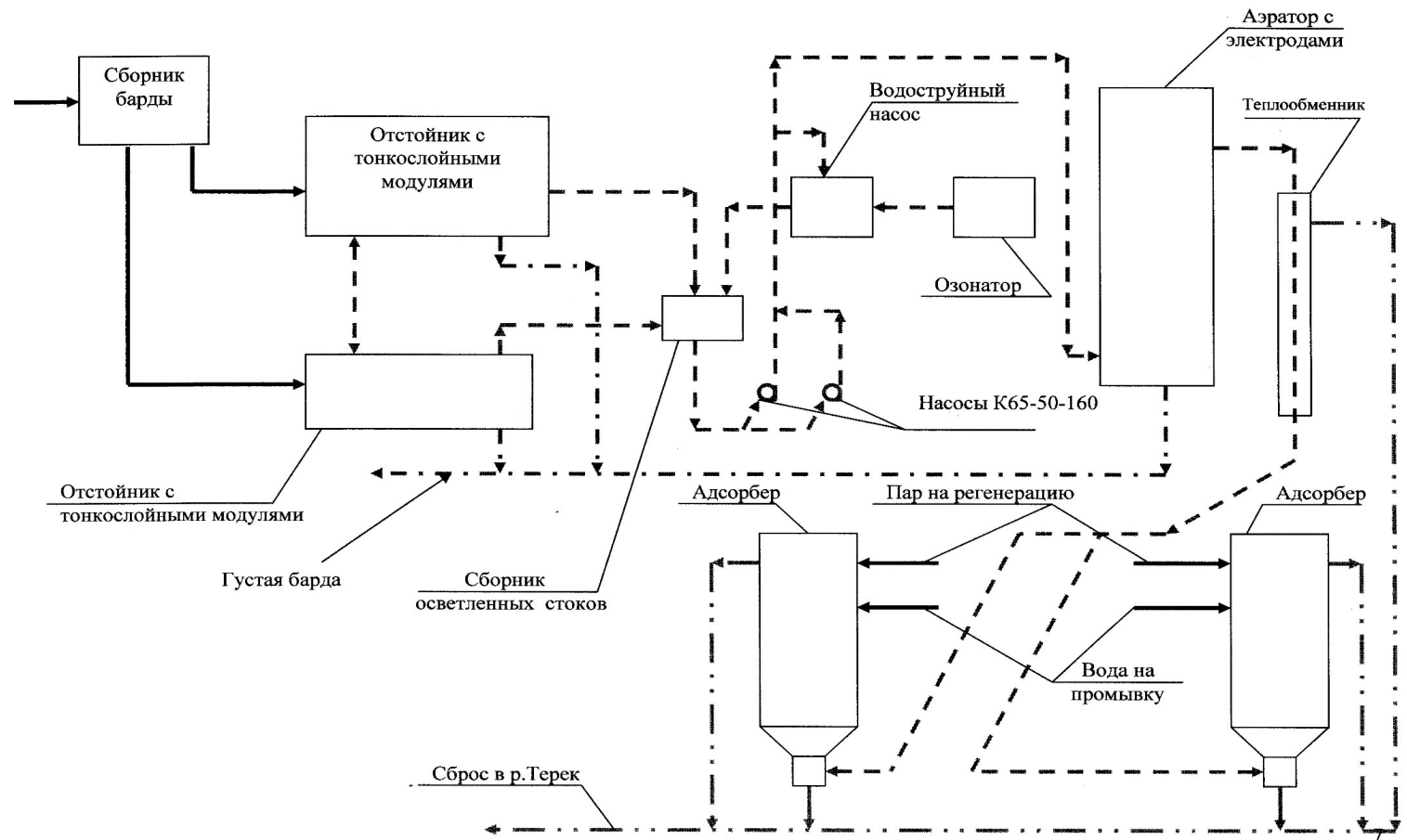


Рис. 2 . Схема очистных сточных вод на ГУП "Изумруд".

Параллельно отстойники работают, когда необходимо получение густой барды или когда уменьшается расход сточных вод в два раза и один отстойник переходит в резерв. В режиме водоочистки они работают последовательно. Для снижения нагрузки на городские канализационные сети и очистные сооружения в приемник барды также предлагается сбрасывать промывные воды от технологического оборудования.

В сборнике барды вода омагничивается постоянным магнитным полем напряженностью  $9 \cdot 10^4$  А/м, т.е. магнитной индукцией 0,136 Тл. Процесс омагничивания воды используется с целью ускорения коагуляции взвешенных веществ и осаждения. Из сборника барды стоки поступают в отстойники.

Общий объем отстойников очистных сооружений  $68 \text{ м}^3$ , поверхность осаждения  $120 \text{ м}^2$ . Время осаждения 2 ч. За это время успевают осесть частицы размером более 20 мкм.

В системе озонирования, которая состоит из водоструйного насоса, вентилятора и разрядной трубки, происходит образование озона в озонаторе из кислорода атмосферного воздуха, забираемого вентилятором. Озон, а также не превращенный кислород и азот, в объеме водоструйного насоса смешиваются с водой. Применение озона характеризуется высокой эффективностью убывания БПК и ХПК в сточных водах. Присутствие непревращенного кислорода и азота приводит к сильному пенообразованию, что улучшает обменные процессы между жидкостью и продуваемым воздухом, однако пена также затрудняет транспортировку жидкости к аэратору. Поэтому необходимо регулировать подачу воздуха и воды через водоструйный насос так, чтобы пена не выливалась из сборника очищаемой воды. Пена обогащена растворенными в воде белковыми веществами и из аэратора передается в резервуар густой барды.

Очищаемая вода из аэратора самотеком поступает в теплообменник, охлаждается проточной речной водой до  $30 \div 35^0 \text{ С}$  и поступает в адсорбер, где происходит доочистка стоков. Там вода соприкасается с адсорбентом, в порах которого закрепляются молекулы растворенных в воде веществ. Использование дополнительно адсорбентов позволит осуществлять на спиртзаводе «Изумруд» более глубокую очистку сточных вод.

После доочистки в адсорберах очищенная вода сбрасывается в реку.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Биотехнология. Под редакцией А.А. Баева. М.: Наука, 1984.
2. *Матвеев В.Е.* Научные основы микробиологической технологии. М.: Агропромиздат, 1985.
3. Технологический регламент ГУП спиртзавода «Изумруд» и ООО «Российская слава».
4. Проект охраны окружающей среды ГУП спиртзавода «Изумруд». ОВОС. Проектный институт ОАО "Кавказгипроцветмет", 2003.
5. *Шифрин С.М.* и др. Очистка сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
6. Технологический проект «Система водоочистки на спиртовом заводе «Изумруд», ООО «ЛАВ», 2002.
7. *Голубовская Э.К.* Биологические основы очистки воды. М.: Высшая школа, 1978.

9. Жукова А.И., Монгайт И.Д., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод. М.: Стройиздат, 1977.
10. Лукиных Н.А., Липман Б.Л., Криштул В.П. Методы доочистки сточных вод. М.: Стройиздат, 1978.
11. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Биологические фильтры. М.: Стройиздат, 1982.
12. Яковлев С.В., Карюхина Т.А. Биохимические процессы в очистке сточных вод. М.: Стройиздат, 1980.



УДК 502.7

*Канд. техн. наук, доц. ЦГОЕВ Т.Ф.,  
канд. техн. наук ТЕДЕЕВА Ф.Г.*

### **СТАНДАРТЫ ISO 14000 ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ МЕНЕДЖМЕНТУ И СОСТОЯНИЕ ИХ ВНЕДРЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РСО-АЛАНИЯ**

*Дан краткий анализ состояния внедрения стандартов по экологическому менеджменту и аудированию на предприятиях РСО-Алания.*

Система стандартов ISO 14000, в отличие от многих других природоохранных стандартов, ориентирована не на количественные параметры (объем выбросов, концентрация вещества и т.п.) и не на технологии (требование использовать или не использовать определенные технологии, требование использовать «наилучшую доступную технологию»). Основным предметом ISO 14000 является *система экологического менеджмента*.

Типичные положения этих стандартов состоят в том, что в организации должны быть введены и соблюдаться определенные процедуры, подготовлены определенные документы, назначен ответственный за определенную область. Основной документ серии – ISO 14001 не содержит никаких «абсолютных» требований к воздействию организации на окружающую среду, за исключением того, что организация в специальном документе должна объявить о своем стремлении соответствовать национальным стандартам.

Такой характер стандартов обусловлен, с одной стороны, тем, что ISO 14000, как международные стандарты, не должны вторгаться в сферу действия национальных нормативов. С другой стороны, предшественником ISO являются «организационные» подходы к качеству продукции (например, концепция «глобального управления качеством»), согласно которым ключом к достижению качества является выстраивание надлежащей организационной структуры и распределение ответственности за качество продукции.

*Особенность стандартов ISO состоит в том, что они:*

- представляют собой совокупность правил (рекомендаций) по организации хозяйственной деятельности с учетом экологического фактора и по распределению ответственности за охрану окружающей среды;
- не устанавливают требований по отношению к объемам вредного воздействия на окружающую среду или характеристикам производственных процессов;

- не носят количественного характера.

Подобная структура международных стандартов ISO 14000 позволяет не вступать в противоречие с системой национальных нормативов, что обеспечивает возможность разработки на их основе собственных национальных программ в области охраны окружающей среды любой стране.

В России в 1998 г. Госстандартом в виде государственных стандартов были введены аутентичные переводы стандартов ISO 14000 :

- ГОСТ Р ИСО 14001-98. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению;

- ГОСТ Р ИСО 14004-98. Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования;

- ГОСТ Р ИСО 14010-98. Руководящие указания по экологическому аудиту. Основные принципы;

- ГОСТ Р ИСО 14011-98. Руководящие указания по экологическому аудиту. Процедура экологического аудита. Проведение аудита систем управления окружающей средой;

- ГОСТ Р ИСО 14012-98. Руководящие указания по экологическому аудиту. Классификационные критерии для аудиторов в области экологии.

Использование стандартов ISO серии 14000 позволяет организации:

- определить экологическую политику;

- разработать программы экологического оздоровления предприятия;

- сформировать систему экологического менеджмента (при наличии на предприятии системы управления качеством, соответствующей требованиям ISO серии 9000, организация может использовать ее в качестве основы для системы экологического менеджмента);

- сертифицировать систему экологического менеджмента в соответствии с ISO серии 14000 (сертификация в рамках ISO серии 9000 соответствует 70 % аналогичных действий по ISO серии 14000).

Наличие системы экоменеджмента, сертифицированной в соответствии с ИСО серии 14000 необходимо для экспортно-ориентированных предприятий в связи с тем, что ЕЭС намерен допускать на Европейский рынок только ИСО – сертифицированные предприятия.

В настоящий момент основным условием стабилизации состояния окружающей природной среды является организация системы экологического менеджмента на предприятии.

Стандарты ИСО позволяют компании разработать наиболее предпочтительную и эффективную систему экологического менеджмента, учитывающую характер, масштабы и месторасположение предприятия.

Система экологического менеджмента, в соответствии с ISO, представляет собой определенную организационную структуру, обеспечивающую деятельность по планированию, созданию, внедрению, распределению ответственности, оценке эффективности и совершенствованию экологической политики предприятия, и является составной частью системы менеджмента на предприятии.

Неотъемлемой частью системы экологического менеджмента, обеспечивающей ее эффективность, являются коммуникации. Они способствуют согласованности действий управляющего персонала по охране ОПС, взаимо-

действию в вопросах по экологическим аспектам деятельности, информированию заинтересованных сторон о достижениях компании в области экобезопасности.

Организация может поддерживать коммуникации и обмен информацией следующими способами:

- внешний обмен информацией – через годовые отчеты, доклады контролирующим и надзорным органам, публикации в средствах массовой информации (например, публикация в газете «Зеленый мир»: «Программа экобезопасности предприятий ОАО «Лукойл»);

- проведение дней открытых дверей, публикации контактных телефонных номеров организации, по которым может быть получена информация и даны ответы на вопросы всех заинтересованных сторон;

- внутренний обмен информацией — через выпуск информационных бюллетеней, проведение семинаров, сообщения по электронной почте.

В соответствии с требованиями стандартов ИСО, система экологического менеджмента должна быть документирована.

Внедрение системы экологического менеджмента завершается функциональным контролем тех аспектов деятельности, которые оказывают наиболее значительные неблагоприятные воздействия на объекты природной среды.

Ключевым звеном в системе экологического менеджмента является экологическая служба предприятия, или в случае небольших производств – отдельный квалифицированный специалист, уполномоченный решать соответствующие задачи. В любом случае организация системы экоменеджмента должна соответствовать требованиям Международных стандартов ISO 14001 и ISO 14004 или отечественным стандартам – ГОСТ Р ИСО 14001 – 98 и ГОСТ Р 14004.

В зависимости от значимости природоохранных целей в стратегии развития компании (предприятия) и проработанности ее экологической политики различают следующие виды структурных систем экологического менеджмента со своими достоинствами и недостатками:

1. Структура с отсутствием системы экологического менеджмента или отдельных специалистов в области охраны окружающей природной среды. В данном случае решение экологических задач возлагается на какое-либо должностное лицо в качестве дополнительной должностной функции.

2. Структура, в которой экологическая служба совмещена с другим подразделением. Для структур подобного типа экологическая служба носит признаки дифференцированного и интегрированного типов, т.е. существуют подразделения или отдельные специалисты, занимающиеся вопросами экологического менеджмента. При этом их природоохранные функции совмещаются с другими функциями. Например, часто происходит совмещение в одном подразделении экологической службы и службы охраны труда или природоохранной службы и службы эксплуатации природоохранного оборудования.

3. Структура, в которой экологическая служба выделена в отдельное подразделение (должность). Экологическая служба в этом случае носит интегрированный характер, то есть сотрудники в ней занимаются решением комплексных проблем по охране окружающей среды и рациональному природопользованию. В этом случае экослужба является отдельным подразделе-

нием, имеет своего руководителя, однако не обладает достаточным весом в иерархической структуре управления предприятием (среднее управленческое звено).

4. Структура, в которой экологическая служба выделена в определенное подразделение с руководителем, равным по статусу заместителю директора предприятия (заместителю главного инженера). Экологическая служба здесь дифференцированного типа, то есть, обязанности сотрудников разделены по виду воздействия на объекты природной среды.

В настоящее время на предприятиях Республики Северная Осетия-Алания организованы соответствующие структуры систем экологического менеджмента. Так, на ОАО «Электроцинк», вошедшей в состав Уральской горно-металлургической компании (ООО «УГМК - Холдинг») в декабре 2003 года, функционирует Управление охраны окружающей среды и природных ресурсов (УООС и ПБ) в составе которого – отделы охраны окружающей среды и промышленной безопасности, а также лаборатория охраны окружающей среды. Кроме того, на предприятии действует отдел экологических проектов, который находится под руководством Управления экологической безопасности УГМК. Эту службу можно отнести к 4-й структуре экологической службы, в которой экологическая служба выделена в определенное подразделение с руководителем, равным по статусу заместителю главного инженера.

На этом Акционерном обществе детально изучают природоохранные проблемы в конкретных областях деятельности и принимают достаточно эффективные меры по их решению. Только за 2004 – 2006 гг. на восстановление и замену природоохранного оборудования затраты составили 93403 тыс. р., а за 9 месяцев 2007 г. – более 72 млн р. В числе внедренных природоохранных мероприятий (наиболее значимых) – строительство нового электрофильтра в обжиговом цехе, промежуточного абсорбера и скруббера Вентури; ввод в эксплуатацию автоматизированной линии по разделке аккумуляторного лома КРАБ-85; строительство промливневых очистных сооружений.

Планом перспективного развития ОАО «Электроцинк» на 2007 – 2015 гг. утвержденного руководством ООО «УГМК-Холдинг» 22.08.06 г., определены основные направления реконструкции предприятия. Одна из главных целей реконструкции предприятия – улучшение экологической ситуации в г. Владикавказе за счет выполнения мероприятий по снижению выбросов, сокращения накопленных отходов и внедрения технологий со значительным сокращением объемов образующихся отходов и технологических схем их переработки и утилизации. Основным из них можно считать ввод в действие второй дублирующей технологической линии производства  $H_2SO_4$ , что практически позволит исключить аварийные и залповые выбросы  $SO_2$ .

Предприятие открыто вступает в диалоги по экологическим вопросам, активно сотрудничает с местными органами власти, природоохранными организациями, экологическими центрами и другими заинтересованными кругами.

Проводимые работы экологического направления свидетельствуют о новой философии развития этого предприятия по сравнению с прошлым перио-



дом, основанной на интеграции экономических и экологических аспектов в принятии решений и практической деятельности.

На ОАО «Победит» организован отдел, в состав которого также входит экологическая лаборатория. Такие отделы организованы на ОАО «Иристон-стекло», ОАО «Владикавказский вагоноремонтный завод», ОАО «Магнит» и ВМУП «Владикавказгорводоканал», что соответствует 3-му виду службы экоменеджмента.

На 25 предприятиях функционируют экологические службы 2-го типа, на остальных, к сожалению, функции экологов возложены на инженеров по технике безопасности, главных механиков или энергетиков, главных бухгалтеров, главных технологов и, иногда, на главных инженеров. Это говорит о низкой эффективности организационной структуры экологических служб на большинстве предприятий республики, так как в этом случае природоохранная деятельность проводится формально.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 14001-98. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению.
2. ГОСТ Р ИСО 14004-98. Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования.
3. ГОСТ Р ИСО 14011-98. Руководящие указания по экологическому аудиту. Процедуры аудита. Проведение аудита систем управления окружающей средой.
4. ГОСТ Р ИСО 14040-99. Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура.
5. ГОСТ Р ИСО 14050-99. Управление окружающей средой. Словарь.
6. *Болдин А.Н., Поддубный А.Н.* Основы экологической экспертизы: Учеб. пособие для вузов. - Брянск: БГТУ, 2001.
7. *Болдин Ф.Р.* Экологический аудит: Учебное пособие. – М.: МГИУ, 2005.
8. *Трифонов Т.А., Селиванова Н.В., Ильина М.Е.* Экологический менеджмент: Учебное пособие для высшей школы. М.: Академический Проект, 2005.



УДК 502.7

*Канд. техн. наук, доц. ЦГОЕВ Т. Ф.*

#### **ПРИНЦИПЫ РАНЖИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

*Дан краткий анализ методов диагностики предприятий на степень их воздействия на окружающую природную среду (ОПС) и их использование в системе экологического менеджмента.*

Методы диагностики экологического состояния предприятий необходимы для оценки их воздействия на ОПС и принятия соответствующих решений по минимизации этого воздействия. Методы, дающие возможность оценить экологическое положение на основе различных критериев, позволя-

ют определить место (рейтинг), которое данное предприятие занимает в ряду других.

Анализ экологического состояния можно проводить с различной степенью детальности. Так, в начале 90-х годов XX в. в Минэкологии РСО-Алания на первых порах был применён метод ранжирования предприятий по количеству загрязняющих веществ (ЗВ), выбрасываемых в атмосферный воздух в условных тоннах, так как в это время наиболее напряжённая обстановка складывалась из-за низкого качества атмосферного воздуха. Значение *приведенной массы* годового выброса в условных тоннах ( $M_a$ ) определяли по формуле:

$$M_a = \sum_{i=1}^N m_i a_i, \text{ усл.т/т,}$$

где  $m_i$  – масса годового выброса примеси  $i$ -го вида в атмосферу, т/год;  $a_i$  – показатель относительной опасности присутствия примеси в воздухе, вдыхаемом человеком (величина безразмерная).

Значение показателя относительной агрессивности выбрасываемой в атмосферу примеси  $A_i$  определяется по формуле:

$$a_i = \left( \frac{ПДК_{\text{сут.СО}} \cdot ПДК_{\text{р.з.СО}}}{ПДК_{\text{сут.}i} \cdot ПДК_{\text{р.з.}i}} \right)^{1/2} = \left( \frac{60 \text{ мг}^2/\text{м}^6}{ПДК_{\text{сут.}i} \cdot ПДК_{\text{р.з.}i}} \right),$$

где  $ПДК_{\text{сут.СО}}$  – среднесуточная предельно допустимая концентрация оксида углерода (СО) в атмосферном воздухе населенных мест,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;  $ПДК_{\text{р.з.СО}}$  – предельно допустимое среднесменное значение концентрации СО в воздухе рабочей зоны,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;  $ПДК_{\text{сут.}i}$  – среднесуточная предельно допустимая концентрация  $i$ -ой примеси в атмосферном воздухе,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;  $ПДК_{\text{р.з.}i}$  –  $i$ -ой примеси в воздухе рабочей зоны,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

В дальнейшем специалисты Минэкологии начали ранжировать предприятия по объемам поступающих ЗВ в воздушную и водную среду, а также по количеству образуемых отходов ( $M_{\text{общ}}$ ) по формуле:

$$M_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n \frac{m_{ia}}{ПДК_{ia}} + \sum_{i=1}^k \frac{m_{iv}}{ПДК_{iv}} + \sum_{i=1}^l (m_{01} + 2m_{02} + 3m_{03} + 7m_{04}),$$

где  $m_{ia}$ ,  $m_{iv}$ ,  $m_{01}$ ,  $m_{02}$ ,  $m_{03}$ ,  $m_{04}$  – масса годового выброса, сброса примеси  $i$ -го вида ЗВ в атмосферу и водоемы, а также объемы образования отходов 1÷ 4-го класса опасности, т/год;  $ПДК_{ia}$ ,  $ПДК_{iv}$  – среднесуточная предельно допустимая концентрация в атмосферном воздухе населенных мест и в воде объектов, используемых для рыбохозяйственных целей  $i$ -го вида ЗВ  $\text{мг}/\text{м}^3$  и в  $\text{г}/\text{м}^3$ ; 2,3,7 – коэффициенты, учитывающие опасность отхода. В те годы отходы квалифицировались только по 4-м классам опасности.

В настоящее время в разных регионах применяют и другие методы анализа предприятий по экологической опасности. В качестве одного из примеров ранжирования предприятий является оценка экологичности предприятий на основе рейтинга по экологическим платежам, который рассчитывается как соотношение нормативных, сверхнормативных и штрафных платежей за загрязнение ОПС (безразмерная величина):

$$R = \sqrt{a_{\text{вод}} \left( \frac{x_{\text{вод}}}{x_{\text{вод н}}} \right)^2 + a_{\text{атм}} \left( \frac{x_{\text{атм}}}{x_{\text{атм н}}} \right)^2 + a_{\text{отх}} \left( \frac{x_{\text{отх}}}{x_{\text{отх н}}} \right)^2},$$

где  $a_{\text{атм}}, a_{\text{вод}}, a_{\text{отх}}$  – весовые коэффициенты, характеризующие важность данного аспекта (приоритетность проблем охраны водных объектов, атмосферы или почв в конкретном регионе) и принимаются равными коэффициентам экологической ситуации и экологической значимости, установленным соответствующими инструктивно-методическими указаниями;  $x_{\text{вод}}, x_{\text{атм}}, x_{\text{отх}}$  – фактические суммы платежей (р.) за загрязнение соответственно водных объектов, атмосферы и почв (размещение отходов);  $x_{\text{вод н}}, x_{\text{атм н}}, x_{\text{отх н}}$  – суммы платежей за величины эмиссий ЗВ в соответствующие компоненты ОПС в пределах установленных нормативов (т/год).

Показатель характеризует степень выполнения установленных нормативов воздействия на ОПС, т. е. является выраженной через денежные оценки характеристикой общей «экологичности» производства. Предприятие с меньшим значением показателя  $R$  является более экологичным. Однако этот метод не является достаточно репрезентативным, так как в системе платежей существуют механизмы, обеспечивающие неполноту учета объемов ЗВ, поступающих в ОПС (в том числе стимулирующие факторы природоохранной деятельности и различные льготы).

Практикуются и другие методы оценки воздействия хозяйствующих объектов на ОПС, среди которых можно отметить:

по отходоёмкости производства ( $K_{\text{отх}}$ ) – отношение объема образующихся отходов объёму производств ( $V_{\text{отх}}$ ) к существующему объёму производства ( $V_{\text{пр}}$ ):  $K_{\text{отх}} = V_{\text{отх}} / V_{\text{пр}}$ ;

по коэффициенту замкнутости ( $K_3$ ):  $K_3 = M_i / M_{ci}$ , где  $M_i$  и  $M_{ci}$  – массы  $i$ -го вида готовой продукции и сырья, используемые в технологическом процессе соответственно;

по коэффициенту оборота ( $K_0$ ) природных ресурсов, который определяется по формуле:  $K_0 = M_o / M_c + M_o$ , где  $M_o$  и  $M_c$  – массы сырья, находящегося в обороте и забираемого из природных комплексов соответственно;

по коэффициенту чистоты ( $K_{\text{ч}}$ ):

$$K_{\text{ч}} = \frac{M_{\text{изв1}}}{M_{\text{выб}}}; K_{\text{ч}} = \frac{M_{\text{изв2}}}{M_{\text{сток}}}; K_{\text{ч}} = \frac{M_{\text{изв3}}}{M_{\text{отх}}}; \text{ или}$$

$$K_{\text{чобщ}} = \frac{M_{\text{изв1}}}{M_{\text{выб}}} + \frac{M_{\text{изв2}}}{M_{\text{сток}}} + \frac{M_{\text{изв3}}}{M_{\text{отх}}},$$

где  $M_{\text{выб}}$ ,  $M_{\text{сток}}$ ,  $M_{\text{отх}}$  – массы выбросов, стоков, отходов;  $M_{\text{изв1}}$ ,  $M_{\text{изв2}}$ ,  $M_{\text{изв3}}$  – массы веществ, извлеченных из выбросов, стоков, отходов,  $K_{\text{чобщ}}$  – общий коэффициент чистоты производства;

по категории опасности производства (*КОП*) для воздушного бассейна определяется в соответствии ОНД-86:

$$КОП = \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_i}{ПДК_i} \right) a_i,$$

где  $M_i$  – масса выброса  $i$ -го вещества (т/г);  $ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества (мг/м<sup>3</sup>);  $n$  – количество загрязняющих веществ в выбросах;  $a_i$  – безразмерный коэффициент, позволяющий соотнести степень вредности вещества с таковой по сернистому газу; по критерию минимизации образования отходов ( $K_{\text{эк.отх}}$ ):

$$K_{\text{эк.отх}} = \sum_{i=1}^n m_i^{\text{жс}} \frac{c_i^{\text{жс}}}{ПДК_i^{\text{жс}}} + \sum_{i=1}^n m_i^{\Gamma} \frac{c_i^{\Gamma}}{ПДК_i^{\Gamma}} + \sum_{i=1}^n m_i^T \frac{c_i^T}{ПДК_i^T},$$

где  $m_i^{\text{жс}}$ ,  $m_i^{\Gamma}$ ,  $m_i^T$  – количество  $i$ -го токсичного компонента в жидких, газообразных и твердых отходах соответственно, т/т продукта;  $c_i^{\text{жс}}$ ,  $c_i^{\Gamma}$ ,  $c_i^T$  – концентрация  $i$ -го компонента в жидких, твердых (мг/дм<sup>3</sup>) и газообразных (мг/м<sup>3</sup>) отходах соответственно;  $ПДК_i^{\text{жс}}$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го компонента в воде водоемов рыбохозяйственного назначения, мг/дм<sup>3</sup>;  $ПДК_i^{\Gamma}$  – в воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup>;  $ПДК_i^T$  – то же в твердых отходах.

При расчете масс токсичных компонентов в жидких отходах:

$$m_i^{\text{жс}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{c_i^{\text{жс}} Q n}{P},$$

где  $Q$  – количество жидких отходов, м<sup>3</sup>/ч;  $n$  – число рабочих дней в году;  $P$  – выпуск продукции, т/год.

Для газообразных выбросов для каждого источника количество  $i$ -го токсичного элемента рассчитывается по формуле:  $m_i^{\Gamma} = c_{ij} v_j 10^{-6}$ , где  $c_{ij}$  – концентрация  $i$ -го компонента  $j$ -м источнике, мг/м<sup>3</sup>;  $v_j$  – объем выбросов в  $j$ -м источнике, м<sup>3</sup>/ч.

С учетом рабочего времени количество  $i$ -го компонента в газообразных отходах рассчитывается по уравнению:  $c_j = \frac{\sum c_{ij} v_j}{\sum v_j}$ , где  $v_j$  – общий объем

вредных выбросов, м<sup>3</sup>/ч. Количество *i*-го токсичного вещества в твердых отходах определяется по формуле:  $m_i^T = \frac{T^T r_i}{P100}$ , где *T* – количество твердых отходов, т/год; *r<sub>i</sub>* – содержание *i*-го токсичного элемента в твердых отходах, %.

Наиболее достоверным при экологическом ранжировании предприятий является интегральный показатель экологической опасности предприятия (*R<sub>инт</sub>*), который позволяет дать комплексную интегральную сравнительную оценку уровня экологической опасности предприятия с учетом как «внутренних», так и «внешних» факторов и определяется по формуле:

$$R_{ИИТ} = \kappa_{O3} \kappa_{люд} \kappa_{мер} S V_a V_b V_{отх} V_{фв} K_n,$$

где  $\kappa_{O3}$  – коэффициент озеленения зоны воздействия, характеризует степень озеленения зоны воздействия предприятия. Если зона загрязнения превышает зону воздействия, коэффициент характеризует степень озеленения зоны загрязнения:

$$K_{O3} = S_6 / (T_{O3} + S_6),$$

где *T<sub>O3</sub>* – озелененная территория.

$$S_6 = \pi(r_{c33} + \nu S_n / \pi)^2,$$

если  $S_3 \leq \pi(r_{c33} + \nu S_n / \pi)^2$   $S_6 = S_n$ ,

если  $S_3 > \pi(r_{c33} + \nu S_n / \pi)^2$ ;

$\kappa_{люд}$  – коэффициент людности ареала вредного воздействия, безразмерный коэффициент, характеризующий степень заселенности ареала вредного воздействия предприятия, а следовательно, и потенциальную опасность предприятия для населения:

$$\kappa_{люд} = (H_p + P_{II}) / H_p,$$

где *H<sub>p</sub>* – нормативная плотность населения (принимается 1 чел./га); *P<sub>II</sub>* – средняя плотность населения в границах ареала вредного воздействия предприятия. Определяется экспертным методом.

$\kappa_{мер}$  – коэффициент ценности территории в пределах ареала вредного воздействия предприятия, безразмерный; характеризует сравнительную природную, общественную, культурно-историческую, рекреационную и другие ценности территории в пределах ареала воздействия предприятия относительно определенной эталонной территории.

*S* – показатель превышения нормативной зоны загрязнения, безразмерный коэффициент; характеризует степень превышения нормативного загрязнения атмосферы.

$$S = [\pi(r_{c33} + \nu S_n / \pi)^2 + S_3] / \pi(r_{c33} + \nu S_n / \pi)^2,$$

где  $r_{сзз}$  – радиус санитарно-защитной зоны, м;  $S_n$  – площадь предприятия, м<sup>2</sup>;  $V$  – уровень превышения нормативного загрязнения атмосферы;  $V_a$  – показатель превышения нормативного объема выбросов вредных веществ в атмосферу, безразмерный коэффициент; характеризует степень превышения реальных выбросов вредных веществ в атмосферу над нормативными уровнями ПДВ:

$$V_a = M_{сум} / M_n,$$

$$\text{где } M_{сум} = \sum \left( \frac{M^j}{G_{ПДК}^j} \right)^{bj} \text{ и } M_{ПДВ} = \sum \left( \frac{M_{ПДК}^j}{G_{ПДК}^j} \right)^{bj},$$

$M^j$  – фактический выброс  $j$ -го вредного вещества в атмосферу от всех источников выброса предприятия, т/год;  $M_{ПДВ}^j$  – разрешенный для предприятия предельно допустимый объем выброса  $u$ -го вредного вещества, т/год;  $G_{ПДК}^j$  – значение максимально разовой ПДКу-го загрязняющего вещества, мг/м<sup>3</sup>;  $b_j$  – безразмерный коэффициент относительной опасности  $j$ -го загрязняющего вещества, определяется в зависимости от класса опасности вещества: для веществ 1-го класса равен 1,7; 2-го – 1,3; 3-го – 1,0; 4-го – 0,9.

$V_B$  – показатель превышения нормативного объема сбросов вредных веществ в водоемы, безразмерный; рассчитывается аналогично  $V_a$  с учетом ценности соответствующих водоемов (рекреационной, рыбохозяйственной, производственной и т.д.);

$V_{отх}$  – показатель превышения нормативного объема отходов – безразмерный; характеризует превышение реального объема вывоза и складирования отходов над нормативным. Рассчитывается аналогично  $V_a$  и  $V_B$  с учетом подготовки мест складирования отходов;

$V_{фв}$  – показатель превышения нормативных уровней физических воздействий, безразмерный; характеризует степень превышения реальных вредных физических воздействий над нормативными величинами. Рассчитывается аналогично трем предыдущим показателям;

$K_n$  – коэффициент нормативной экологической опасности, который характеризует класс потенциальной экологической опасности (КПЭО) предприятия в условиях нормальной эксплуатации при соблюдении всех экологических нормативов (в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1200-03). Выражается в баллах в зависимости от класса опасности предприятия (для предприятий 1-го КПЭО  $K_n = 400$ ; 2-го КПЭО  $K_n = 100$ ; 3-го КПЭО  $K_n = 36$ ; 4-го КПЭО  $K_n = 4$ ; 5-го КПЭО  $K_n = 1$ ).

Перечисленные методы эколого-экономического анализа предприятий являются одним из необходимых элементов экологического сопровождения их хозяйственной деятельности. В разных формах он присутствует на любых стадиях деятельности предприятий.

Наибольшая отдача от проведения такого анализа будет, если исследование деятельности хозяйственного субъекта носит комплексный характер, т. е.

рассматриваются по возможности все взаимосвязи в системе «производство – ОПС». В качестве примеров практического применения результатов эколого-экономического анализа можно назвать экологические – страхование, паспортизацию, экспертизу, контроль (в том числе государственный, производственный и общественный), формирование систем экологического менеджмента и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Редин М.Н., Хаустов А.П.* Экономика природопользования (практикум). -М.: Высшая школа, 2006.
2. Экология и экономика природопользования. Учебник для вузов/Под ред.проф. Э.В.Гирусова, проф. В.Н. Лопатина. М.: ЮНИТИ- ДАНА, Единство, 2002.
3. *Цгоев Т.Ф.* Временный классификатор предприятий и организаций по категориям экологической безопасности. В сборнике научных трудов «Актуальные проблемы истории, культуры, образования». Выпуск II. Владикавказ. Издательство СОГУ. 2000.
4. *Бурцев Н. Н., Алиев Я. Д.* Экономические механизмы природопользования: зарубежный опыт // Проблемы окружающей среды природных ресурсов: Обзорная информация. М.: РГАСНТИ, 1991. № 10.
5. *Келоев Т.А., Гуриев Г.Т.* Экономика природопользования: Учебник для вузов. Изд. СКГТУ. 20001.
6. *Нестеров П. М., Нестеров А П.* Экономика природопользования и рынок. М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1997.
7. *Яндыганов Я. Л.* Экономика природопользования. Екатеринбург: УГУЭ, 1997.
8. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. - М.: Госстрой РФ, 1994. - 63 с.
9. Положение об оценке эффективности инвестиционных проектов при размещении на конкурсной основе централизованных инвестиционных ресурсов Бюджета развития РФ // Собрание законодательства РФ, 1998. № 3. -
10. *Игнатов В. Г, Кокин А. В.* Экологический менеджмент: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону, 1997.
11. Охрана природной среды: Пособие для инженера-эколога / Под ред. В.И. Седлецкого и А.Д. Хованского. Ростов-на-Дону: Изд. СКНЦ ВШ, 1992.
12. *Келоев Т.А.* Теория и практика охраны природных ресурсов, изд. СОГУ. Владикавказ, 1993.
13. Методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды, М.: МУМ СССР. 1987.



### **УЛУЧШЕНИЕ СТРУКТУРЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ**

Структурная перестройка экономики – необходимое условие нового качества экономического роста, прогрессивного изменения его структуры и перехода к инновационному пути развития страны. Коренные структурные сдвиги в отечественном производстве на основе современных достижений науки, техники и технологии являются объективной необходимостью ускорения темпов и повышения качества социально-экономического прогресса и решения нынешних и будущих стратегических целей.

Сейчас на первый план выдвинуто формирование национальной инновационной экономики, что одновременно открывает широкие возможности для устойчивого, сбалансированного и социально ориентированного развития, конечной целью которого является потребление, рост благосостояния граждан. Структура отечественного хозяйства отражает экономическую и техническую мощь страны, характеризует возможности, которыми обладает национальная экономика, и ее динамизм. Она является результатом предшествующего развития экономики и основой ее будущего прогресса. В изменении структуры производства с позиции инновационного прогресса и повышения эффективности экономики таятся огромные неиспользованные резервы, и чем быстрее и полнее они будут реализованы, тем больше возможностей для достижения высокой степени пропорциональности ее структуры, что послужит предпосылкой равномерной загрузки основного капитала. Степень эффективности его использования во многом определяется сложившимися в каждый данный момент пропорциями на микро-, мезо- и макроуровне. В условиях глобальных инвестиционных процессов происходит изменение качества темпов роста и структуры валового внутреннего продукта и национальной экономики, усиливается роль активизации научно-инновационной деятельности в создании высокотехнологичной и эффективной структуры экономики.

Важнейшей пропорцией в народном хозяйстве, определяющей структуру валового внутреннего продукта, темпы расширенного воспроизводства, уровень и динамику эффективности основных фондов, отражающей зависимость между развитием производства и потреблением, является макроэкономическая пропорция между производством средств производства и производством предметов потребления. Развитие производительных сил и повышение их уровня находит свое выражение на определенных этапах прогресса человеческого общества в преимущественном росте производства средств производства по сравнению с производством предметов потребления. На базе этого происходит перевооружение всех отраслей национального хозяйства, в том числе тяжелой промышленности, что служит основой и результатом научно-технического прогресса, материальной базой для повышения качества темпов



роста всех отраслей экономики, улучшения ее структуры и эффективного функционирования.

Оптимизация между темпами роста производства средств производства и производством предметов потребления должна происходить в результате ускорения качественных темпов их развития на основе достижения передовых направлений научно-технического прогресса, интернационализации производительных сил, опережающих темпов роста наукоемких, интеллектуальных и инновационных производств и отраслей народного хозяйства и повышения его сбалансированности и эффективности.

Оптимальные темпы роста производства средств производства на нынешнем этапе являются условием осуществления коренных преобразований в экономике. Формирование соотношения между производством средств производства и предметов потребления осуществляется с учетом конкретно-исторических особенностей достигнутого уровня производительных сил, социально-экономических отношений, их дальнейшего развития и совершенствования.

Преимущественное развитие интеллектуальных наукоемких отраслей, обеспечивающих экономику новейшими и наиболее экономичными средствами труда (основными фондами), и повышение эффективности их использования, составляют важнейший элемент производительных сил и инновационного воспроизводства.

Инновационное развитие ускоряет темпы и качество научно-технического прогресса, способствует росту масштабов производства. Оно основано на совершенствовании факторов производства, прежде всего средств труда.

В условиях нарастающих интеграционных процессов в экономике усиливается международное разделение труда, происходит становление глобальной экономической системы и замена производства менее экономичных и эффективных средств труда, сырья и источников энергии более эффективными и прогрессивными. Важнейшими технико-экономическими факторами, влияющими на пропорции и формирование прогрессивной структуры экономики, являются масса и уровень нормы производственного накопления и его эффективность, уровень и динамика коэффициента капиталоемкости, фондоемкости, материалоемкости, энергоемкости, а также достигнутый уровень производительных сил и материальные резервы. Накопление, осуществляемое на основе современной научно-технической революции, инновационных и других прогрессивных технологий, содержит все необходимые материальные предпосылки для формирования стратегических рациональных макроэкономических пропорций и устранения структурных диспропорций в экономике.

Функционирование динамично развивающегося отечественного хозяйства, отвечающего современным и перспективным требованиям, предполагает мощную инфраструктуру, которая выступает важной предпосылкой ускорения инновационных процессов в экономике и повышения ее эффективности. Недостаточное развитие отраслей инфраструктуры порождает диспропорции, значительные потери и снижение темпов экономического роста. Важнейшим условием успешной реализации национальных проектов и оптимизации структуры народного хозяйства, роста его эффективности и высокотехноло-

гичности является переориентация сырьевых, добывающих отраслей на обрабатывающие и перерабатывающие. На ближайшую перспективу предусмотрены опережающие темпы развития обрабатывающих отраслей и особенно машиностроения, которое служит главным средством материализации научно-технических достижений и основой модернизации экономики и перехода ее на инновационный путь развития. Существенным направлением структурной перестройки является приоритетное развитие отраслей, обеспечивающих усиление социальной ориентации экономики и расширенное качественное воспроизводство население страны.

В современных условиях структурные сдвиги прежде всего должны быть направлены на решение наиболее острых социально-экономических проблем.

Особую актуальность приобретает фондосберегающее направление структурных изменений в экономике, ибо объективная потребность эффективного функционирования народного хозяйства предполагает формирование такой структуры, которая сориентирована на экономию и рациональное использование сырья, материалов, топлива, энергии, на освоение ресурсосберегающих и высоких технологий во всех звеньях общественного производства. Эффективная макроэкономическая политика, основанная на передовой науке, – важное условие достижения высокоэффективной структуры национальной экономики и гуманизации экономического роста.



УДК 34

*Канд. эконом наук, проф. САКИЕВ М. С.*

### **ФОНДОЕМКОСТЬ И ЕЕ МЕСТО В СИСТЕМЕ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА**

Рыночная экономика предполагает использование обществом стоимостных категорий. Среди них особое место и роль занимает фондоемкость, выступающая как один из главных показателей эффективности народного хозяйства. Она связана со всеми экономическими процессами, характеризуя степень рационального использования важнейшего параметра и фактора национального расширенного воспроизводства – основных фондов. По мере развития производительных сил, их интернационализации и глобализации усиливается ее роль как критерия эффективности производства и фактора экономического роста.

В условиях формирования российской инновационной экономики и ускорения темпов научно-технической и технологической революции значение основных фондов непрерывно возрастает, и они все больше становятся определяющими относительно других элементов. Поэтому из изменения роли основных фондов и из их своеобразия обращения вытекает экономическая сущность и место фондоемкости в системе стоимостных показателей эффективности общественного производства и ее соотношение с другими категориями.

Фондоемкость выражает сколько основных фондов потребовалось для производства единицы продукции. С ней связаны такие важнейшие макро-

экономические параметры, как основные фонды и валовой внутренний продукт, фондовооруженность труда, его производительность. Уровень и динамика исследуемого показателя определяются многочисленными факторами, характеризующими процесс национального расширенного воспроизводства и механизм хозяйствования. Изменение коэффициента макроэкономической фондоемкости отражает существенные закономерности развития производительных сил, объективно влияет на основные параметры развития экономики, охватывает не только технические, экономические, экологические, но и социальные и политические проблемы.

В процессе создания инновационной экономики значение фондоемкости неизмеримо повышается. Она становится важным инструментом экономического анализа и прогнозирования развития на всех уровнях экономики, выполняет функции синтетического показателя эффективности использования основных фондов, выступает одним из критериев экономической эффективности отечественного производства наряду с производительностью труда и материалоемкостью. Техничко-экономическое содержание фондоемкости заключается в соизмерении стоимости и темпов роста основных фондов со стоимостью и темпами роста произведенного с их помощью продукта.

Анализ коэффициента фондоемкости и его динамики позволяет дать правильную оценку научно-техническому прогрессу, ориентироваться при определении направления инвестиций и их размеров, мобилизует на сокращение затрат производственных инвестиций и основных фондов по сравнению с фактически достигнутым уровнем за предыдущий период, отражает тенденции воспроизводства основных производственных фондов и темпы экономического роста, охватывает все факторы производства в их взаимосвязи и взаимообусловленности.

В динамике фондоемкости получают свое отражение важнейшие стороны хозяйственной деятельности предприятия и фирмы. Относительно низкая фондоемкость продукции на передовых предприятиях отрасли свидетельствует о резервах роста производительности труда и снижения фондоемкости продукции, в то время как более высокая фондоемкость при прочих равных условиях характеризует недостатки в техническом перевооружении предприятий, в использовании основных фондов, в организации труда, производства и управления. Однако фондоемкость, как показатель эффективности основных фондов, не может быть абсолютизирована, поскольку на нее существенно влияет специфика производства. В то же время использование в практике хозяйствования показателя фондоемкости выявляются и мобилизуются внутренние резервы, более эффективно используются капитальные вложения и основные фонды. Происходит мощное инновационное ускорение и модернизация экономики. В связи с этим широкое применение в практике хозяйственной деятельности коэффициента фондоемкости позволяет более эффективно концентрировать рациональность действующих основных фондов и стимулировать лучшее их использование.

Долгосрочная концепция фондоемкости должна исходить из ускорения темпов строительства материально-технической базы и успешного решения социальных задач и стратегических целей. Данная концепция связана, в первую очередь, не с резервами улучшения использования основных фондов, а с развертыванием научно-технической и технологической революции,

совершенствованием и развитием более прогрессивных социально-экономических отношений, формированием новых потребностей. Научно-технический прогресс на современном этапе развития отечественной экономики заключается не только в замене ручного труда механизированным, но и в значительной степени в дальнейшем совершенствовании орудий труда на основе внедрения достижений передовой науки, техники и технологии, дающих наивысшую эффективность.

Большое значение имеют прогнозы фондоемкости валового внутреннего продукта и национального дохода. Прогнозную фондоемкость можно определить как разницу между базисной и фактической фондоемкостью с учетом резервов ее снижения в прогнозируемом периоде. Она должна обеспечить наилучшее использование ресурсов и достижение поставленных целей. Государство воздействует на динамику фондоемкости посредством проведения технической и экономической политики, стратегического планирования социально-экономического развития страны, подготовки кадров, разработки комплекса мер, направленных на достижение оптимальной фондоемкости. Тем самым оно в значительной степени оказывает воздействие на стоимость единицы продукции в сторону снижения и повышения ее качества. Под оптимальным коэффициентом подразумевается такой, который в данных технико-экономических и социальных условиях наиболее прогрессивен. Он должен исходить из макроэкономических целей, потребностей как настоящего, так и отдаленного будущего.

Разница между потенциальной (теоретической) и фактической фондоемкостью, а также плановой и оптимальной составляет важнейший резерв повышения эффективности народного хозяйства и более высоких темпов роста валового внутреннего продукта. Преимущества инновационного пути развития и достижений современной научно-технической революции должны обеспечить устранение нерациональных затрат ограниченных ресурсов и максимальное использование технических возможностей средств труда. Основные фонды являются носителем научно-технического прогресса, материальным условием повышения производительности труда и снижения материалоемкости, а новый этап открывает широкие просторы для действия объективного закона постоянной тенденции к совершенствованию средств труда, а соответственно, и к снижению фондоемкости.

Отказ многих предприятий использовать показатель оптимальной фондоемкости в качестве одного из критериев эффективности на современном этапе не отвечает объективным потребностям развития отечественной экономики, что в той или иной мере свидетельствует о наличии тенденции, повышающейся фондоемкости единицы продукции, хотя оптимальная фондоемкость является условием более широкого применения в хозяйстве наиболее эффективных машин и оборудования, передовой технологии, в том числе нанотехнологии.

Динамика макроэкономической фондоемкости непосредственно связана со многими социально-экономическими проблемами, возникающими в ходе развития национальной экономики на основе знаний и оказывает значительное влияние на все процессы расширенного общественного воспроизводства. Хотя применение ее для определения эффективности экономики имеет недостатки, так как общий результат производства (валовой внутренний про-

дукт) сопоставляется только с основными фондами, а не со всеми элементами процесса труда, тем не менее использование ее обосновано, ибо без долгосрочных прогнозов динамики макроэкономической фондоемкости сложно научно обоснованно определить экономическую, социальную и техническую политику на перспективу в условиях создания цивилизованной рыночной экономики и инновации отечественного производства, когда усиливается интенсивное наращивание экономической, научно-технической и оборонной мощи страны.

В связи с этим разработка научно обоснованных коэффициентов фондоемкости – важный момент государственного регулирования экономических процессов. При этом регулирование и достижение оптимальной фондоемкости на каждом этапе развития страны является существенным фактором социально-экономического прогресса, ускорения темпов формирования эффективной инновационной экономики и улучшения качества жизни населения. Роль и значение макроэкономической фондоемкости в экономическом анализе, в стратегическом планировании и управлении все более возрастает в процессе инновационной перестройки отечественной экономики и ускорения темпов и эффективности научно-технической революции.



УДК 336

Асс. ТЕБЛОЕВА В. В.

### **ПОСТИНДУСТРИАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА И МЕХАНИЗМ ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

*Наиболее ценным производственным ресурсом современной постиндустриальной экономики являются информация и знания. Именно они в последнее время стали признаваться главной движущей силой экономики.*

Постиндустриальное общество – это общество, в экономике которого в результате научно-технической революции и существенного роста доходов населения приоритет перешёл от преимущественного производства товаров к производству услуг. Это означает, что доминирующим производственным ресурсом современной экономики являются информация и знания, причем научные разработки и сфера НИОКР становятся главной движущей силой экономики. В этих условиях, наиболее ценными качествами являются уровень образования, профессионализм, обучаемость и креативность работника.

Постиндустриальными странами называют, как правило, те, в которых на сферу услуг приходится значительно более половины ВВП. Сейчас к постиндустриальным странам относят США, страны Евросоюза, Японию.

Термин «постиндустриализм» был введен в научный оборот в начале XX в. ученым А.Кумарасвами, который специализировался на доиндустриальном развитии азиатских стран. В современном значении этот термин впервые был применен в конце 1950-х годов, а широкое признание концепция постиндуст-

риального общества получила в результате работ проф. Гарвардского университета Дэниела Белла, в частности, после выхода в 1973 г. его книги «Грядущее постиндустриальное общество».

Постиндустриальная теория во многом была подтверждена практикой. Как и было предсказано её создателями, общество массового потребления породило сервисную экономику, а в её рамках наиболее быстрыми темпами стал развиваться информационный сектор хозяйства.

Следует отметить, что среди исследователей нет единой точки зрения на причины появления постиндустриального общества.

Разделение труда привело к постоянному вычленению из производственной сферы отдельных действий в самостоятельную услугу. Если раньше фабрикант сам придумывал и реализовывал рекламную кампанию, то сейчас рекламный бизнес является самостоятельным сектором экономики.

С развитием экономики и производительности труда изменяется структура потребления. После стабильного обеспечения товарами первой необходимости начинается опережающий рост потребления услуг по сравнению с ростом потребления товаров.

Становление постиндустриального общества началось в 90-е годы XX в. К этому времени окончательно сформировались предпосылки для того, чтобы знания заняли свое уникальное место в производственном процессе. Революция в сфере связи и обработки информации качественно изменила характер доступа к ней, резко увеличила производительность труда в сфере сбора и обработки информации. В этих условиях изменился характер мотивации хозяйствующих субъектов. Традиционные ориентиры стали размываться уже в конце индустриальной эпохи, на этапе так называемого "нового индустриального общества", когда стало все ярче проявляться преобладание третичного сектора. Производству стал необходим не столько образованный или информированный работник, сколько креативный деятель, творец, умеющий привносить в каждый процесс нечто новое, из известного извлекать нечто, ранее не существовавшее. Личность такого типа качественно отличается от господствовавшего в индустриальном обществе типа. Это качественное отличие лежит в сфере мотивации.

Креативная мотивация стала главным признаком принадлежности к новому господствующему классу. Успех в постиндустриальной среде способствует людям, имеющим креативную, а не накопительскую мотивацию. Креативные ценности активно укореняются в сознании элиты постиндустриального ядра современной цивилизации.

Таким образом, в современных постиндустриальных обществах сформировался саморегулирующийся механизм, позволяющий осуществлять инвестиции, стимулирующие хозяйственное развитие посредством максимизации личного потребления. В том, что человечество не только осваивает информацию как неисчерпаемый ресурс для развития производства, но и превращает основные виды потребления, связанные с развитием личности, в средство возобновления и наращивания этого ресурса, мы видим залог постоянного прогресса постиндустриального общества.

Неравномерность хозяйственного развития становится, таким образом, не исключением, а правилом в современном мире, и преодоление ее окажется, скорее всего, делом весьма отдаленного будущего. «В постиндустриаль-

ном обществе, - отмечает Д. Белл - главным стало доминирование теоретического знания, превалирование теории над эмпиризмом и кодификация знаний в абстрактные своды символов, которые... могут быть использованы для изучения самых разных сфер опыта»\*.



УДК 336

Канд. эконом. наук ЛЕГКАЯ Л. А.

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА ГОСУДАРСТВА И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ**

*Рассматривается воздействие экономической политики государства на рост экономического потенциала и уровня жизни населения страны.*

На рост экономического потенциала и уровня жизни населения существенное воздействие может оказать экономическая политика государства. Прежде всего, с помощью экономической политики государство может влиять на величину физического и человеческого капитала. Если растет запас капитала в экономике, то экономический потенциал страны увеличивается, и экономика может производить в будущем большее количество товаров и услуг. Поэтому, если правительство хочет увеличить производительность ресурсов, ускорить экономический рост и повысить уровень жизни своих граждан, оно должно проводить следующую политику:

- стимулировать внутренние инвестиции и сбережения. Рост запаса капитала в экономике происходит с помощью инвестиций. Чем выше доля инвестиций в экономику (например, в Японии, Южной Корее), тем выше темпы экономического роста. Поскольку рост запаса капитала непосредственно влияет на рост производительности труда, то основное условие экономического роста — увеличение инвестиций. Основу инвестиций составляют сбережения. Если общество потребляет меньше, а сберегает больше, оно имеет больше ресурсов для инвестирования;

- стимулировать инвестиции из-за границы. Увеличение капитала может происходить не только за счет внутренних, но и за счет иностранных инвестиций. Различают два вида иностранных инвестиций: прямые и портфельные. Прямые иностранные инвестиции – это инвестиции в капитал, которыми владеют и распоряжаются (управляют) иностранцы (нерезиденты). Примером прямых иностранных инвестиций может служить создание иностранной фирмой филиала в данной стране. Портфельные иностранные инвестиции – это инвестиции в капитал, финансируемые иностранцами, но находящиеся под управлением производителей (резидентов) данной страны. Пример портфельных иностранных инвестиций – покупка иностранцами акций и облигаций, выпускаемых фирмами данной страны. Иностранные инвестиции обеспечивают рост экономики страны. Несмотря на то, что часть доходов

---

\* Д. Белл. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования. -М., 1999. С. 25.

фирм, созданных при участии иностранного капитала, уходит за границу (прибыль иностранных фирм от прямых инвестиций и полученные дивиденды и проценты по ценным бумагам от портфельных инвестиций), зарубежные источники финансирования увеличивают экономический потенциал страны, повышают уровень производительности и оплаты труда. Кроме того, иностранные инвестиции позволяют развивающимся странам освоить самые передовые технологии, разрабатываемые и используемые в развитых странах;

- стимулировать образование. Образование – это инвестиции в человеческий капитал. В США, по данным статистики, каждый год, затраченный на учебу, повышает зарплату работника в среднем на 10 %. Образование не только повышает производительность труда человека, его получившего, оно имеет положительный внешний эффект (экстерналию). Внешний эффект имеет место тогда, когда действие одного человека сказывается на благосостоянии другого человека или других людей. Образованный человек может выдвигать идеи, которые становятся полезными для других, всеобщим достоянием, ими имеет возможность пользоваться каждый, попавший в сферу действия положительного внешнего эффекта образования. Это аргумент в пользу государственного образования. В этой связи особенно негативными последствиями обладает явление, получившее название утечки мозгов, т.е. эмиграции наиболее образованных и квалифицированных специалистов из бедных стран и стран с переходной экономикой в богатые страны, имеющие высокий уровень жизни;

- стимулировать исследования и разработки. Научные исследования и разработки служат основой роста технологических знаний – главного фактора ускорения темпов экономического роста. Со временем знания становятся общественным благом, которым могут пользоваться все. Поэтому технологические знания, как и инвестиции в человеческий капитал, также обладают положительным внешним эффектом. Исследования и разработки могут быть простимулированы грантами, снижением налогов и патентами для установления временных прав собственности на изобретения;

- защищать права собственности и обеспечивать политическую стабильность. Под правом собственности понимается возможность людей свободно распоряжаться принадлежащими им ресурсами. Чтобы люди хотели работать, сберегать, инвестировать, торговать, изобретать, они должны быть уверены, что результаты их труда и принадлежащая им собственность не будут украдены и что все соглашения будут выполнены. Даже малейшая возможность политической нестабильности создает неопределенность в отношении прав собственности, потому что революционное правительство может конфисковать собственность, особенно капитал. Это направление политики важно, во-первых, как институциональная основа для увеличения внутренних инвестиций и особенно для привлечения иностранных инвестиций и, во-вторых, для защиты интеллектуальной собственности, что является стимулом роста технологического прогресса;

- стимулировать свободную торговлю. Свободная торговля подобна технологическим достижениям. Она позволяет стране не производить всю продукцию самой, а покупать у других стран те виды продукции, которые они производят более эффективно. Часто для развивающихся стран выдвигается аргумент о необходимости защиты молодых отраслей промышленности от



иностранный конкуренции и проведении поэтому протекционистской политики, ограничивающей или даже запрещающей международную торговлю. Этот аргумент несостоятелен, поскольку расширение торговли с развитыми странами позволяет развивающимся странам не только экономить на издержках и не выпускать продукцию, производство которой неэффективно, но и пользоваться новейшими мировыми техническими и технологическими достижениями;

- контролировать рост населения. Для обеспечения роста благосостояния темпы роста производства должны быть выше темпов роста населения. Высокие темпы роста населения делают остальные факторы производства более "тонкими" (в расчете на одного рабочего) и уменьшают возможности для роста экономики. Так, быстрый рост населения снижает капиталовооруженность (количество капитала, приходящегося на одного рабочего), что ведет к снижению производительности труда и уровня благосостояния.



УДК 330.31 : 330.313

*Канд. эконом. наук ХЕТАГУРОВА И. Ю.*

### **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РОССИИ**

*Потребность в изменении стратегической ориентации развития экономики России обуславливает возвышение роли интеллектуальной собственности в социально-экономической системе страны. Реализация интеллектуальной собственности становится действенным средством и основным направлением модернизации экономики.*

В XXI в. уровень экономического развития определяется интенсивностью инновационной деятельности, которая обеспечивается, прежде всего, активизацией технологических инноваций. Среди факторов, благоприятствующих успешной коммерциализации инновации, важное место стали занимать права собственности на элементы творческой деятельности, которые позволили создать новую технологию, товар или услугу. Имеется в виду обретение или использование исключительных прав на интеллектуальную собственность, которую руководители наукоемких предприятий расценивают как базовую составляющую успешного предпринимательства. Возрастающая коммерческая значимость интеллектуальной собственности, а вместе с тем и повышение рисков утраты исключительных прав, либо нарушение прав третьих, лиц делают более актуальной задачу надлежащей организации управления интеллектуальными ресурсами компании.

Мы видим основную задачу отдела управления интеллектуальной собственностью (ИС) предприятия в сохранении, развитии интеллектуального потенциала как стратегического ресурса предприятия в целях повышения его

конкурентоспособности и экономической безопасности за счет удовлетворения потребностей рынка в сфере охраны и коммерциализации ИС.

Ключевую роль в системе охраны ИС играет патент, предоставляющий исключительное право его владельцу запрещать использование запатентованного изобретения на весь срок действия патента. Благодаря этому патентовладелец получает возможность компенсации затрат на инновационную деятельность посредством реализации новой продукции или продажи своих прав другой фирме, а также иметь более сильные рыночные позиции, репутацию новаторской организации.

В общем виде политика предприятия в области ИС направлена на достижение стратегических целей организации, алгоритм которой можно представить следующим образом: «цель – ресурсы – механизм реализации – результат». Цели предприятия в сфере ИС заключаются в повышении конкурентоспособности за счет использования исключительных (монопольных) прав на результаты интеллектуальной деятельности; привлечение дополнительных внебюджетных средств от деятельности в сфере охраны и коммерциализации объектов интеллектуальной собственности; повышение уровня научных исследований за счет активизации творческой деятельности.

Мы считаем, что политика развития предприятия должна включать меры по обеспечению воспроизводства ИС, а именно:

- формирование «портфеля» ИС на предприятии;
- правовую охрану результатов исследований и разработок;
- оценку стоимости и учет ИС;
- управление процессом передачи ИС;
- предотвращение потерь коммерчески значимых секретов и преждевременного раскрытия изобретений;
- мониторинг отрасли и деятельности других предприятий;
- программный пересмотр ИС;
- отношения между работодателем и служащими;
- выплату вознаграждений авторам ИС.

Если обратиться к практической деятельности, то пока практически востребована только процедура определения балансовой стоимости объектов ИС. Определение рыночной стоимости объектов ИС осуществляется лишь эпизодически, что подтвердит любая оценочная фирма.

Известной альтернативой институтам патентного права является широко применяемый в экономике класс институтов, объединенных общим понятием «коммерческая тайна». К коммерческой тайне относится разнообразная информация, связанная с производством, технологией, управлением, финансами и другими вопросами деятельности фирмы. На практике наряду с термином «коммерческая тайна» широко используются такие термины, как «конфиденциальная информация», «ноу-хау», «секреты производства».

Возрастание роли и значения ноу-хау объясняется тем, что в последние годы воспроизводство новой техники и технологии стало практически невозможным без знания «как сделать». Наряду с этим быстрое сокращение сроков морального старения новой техники и технологии привело к тому, что фирмы в целом ряде случаев не подают заявки на изобретения, если в пределах сроков морального старения можно сохранить их в тайне, а по конечной продукции, выбрасываемой на рынки, нельзя их воспроизвести.

**Основные показатели динамики научно-инновационной сферы РСО-Алания\***

Показатель	Год					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Число организаций, выполняющих научные исследования в том числе:	9	10	11	11	12	12
- научно-исследовательские	4	4	5	5	5	5
- конструкторские	-	-	-	-	-	-
- проектные и проектно-изыскательские	2	-	-	-	-	-
- высшие учебные заведения	4	5	5	5	6	6
- научно-технические подразделения на промышленных предприятиях	1	1	1	1	1	1
- прочие	-	-	-	-	-	-
Доля организаций, выполняющих исследования и разработки в общем числе предприятий республики, %	Нет данных	0,11	0,10	0,09	0,07	0,07
Персонал, занятый исследованиями и разработками, чел. из них:	1423	1172	924	826	704	613
- исследователи	730	629	490	521	402	397
- техники	82	61	48	40	48	38
- вспомогательный персонал	290	346	312	222	184	178
- прочие	321	145	74	43	70	73
Доля персонала, занятого исследованиями и разработками в общем числе занятых в экономике, %	0,61	0,51	0,42	0,38	0,33	0,28
Внутренние затраты на исследования и разработки, тыс. р.	3111	7019	14051	10340	8877	21335
Затраты на технологические инновации, тыс. р.	Нет данных	2020	7602	3140	Нет данных	1105
Удельный вес затрат на технологические инновации в объеме отгруженной продукции инновационно-активных предприятий, %	Нет данных	16,5	47,7	Нет данных	Нет данных	0,4

В промышленном секторе вовлечение научных разработок в хозяйственный оборот сдерживается недостатком инвестиционных ресурсов у предприятий, неразвитостью рынка технологий и информационных услуг. Перспективными формами организации научно-технической и предпринимательской деятельности являются деловые центры, венчурные и инжиниринговые фирмы, технологические и научные парки, деятельность которых направлена на интенсификацию процесса использования интеллектуальной собственности, изобретений и идей в условиях рыночной системы хозяйствования и пред-

\* Составлено автором на основе статистического бюллетеня «РСО-Алания в цифрах. 2006». С. 159.

ставляющих практический интерес для отечественных специалистов и предпринимателей.

Мы считаем, что главная проблема создания российской инновационной модели состоит, прежде всего, в традиционной для нашей страны разобщенности между сферами науки и производства, которая связана с недооценкой руководством большинства предприятий роли специализированного менеджмента в инновационной деятельности и невосприимчивость экономики России к собственным новшествам. Другая причина кроется в устаревшей технологической базе в большинстве отраслей российской промышленности. В этих условиях реализация инноваций практически становится невозможной. Для таких отраслей становление рыночной модели инновационного процесса возможно только при активной государственной поддержке. В то же время такая государственная поддержка не должна пониматься как прямое субсидирование. В большей мере она должна выражаться в виде пересмотра фискальной политики государства по отношению к предприятиям, участвующим в создании и реализации новшеств.

В документе «Основы политики Российской Федерации в области развития инновационной деятельности на период до 2010 года», утвержденном 5 августа 2005 г., определены цели, задачи, направления и основные пути развития государственной инновационной системы, включающие порядок создания благоприятной экономической и правовой среды для инновационной деятельности и формирования инфраструктуры инновационной системы, а также меры государственной поддержки коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности.

Повышение роли науки в социально-экономическом развитии общества отражается в усиливающемся процессе ее «индустриализации». В связи с этим мы считаем, что ориентация научных исследований и тесно связанного с ними высшего образования должна быть направлена на удовлетворение потребностей современной промышленности. Переход к экономике, основанной на интенсивном использовании знаний, по нашему мнению, должен быть обеспечен за счет высококачественного образования на всех уровнях. При этом общее, среднее и высшее образование дополняется гибкими специализированными курсами, направленными на обучение в течение всей жизни.

В современной ситуации государство должно обеспечивать совместную работу двух составляющих нашего общества – науки и бизнеса. Роль лидера в развитии, выборе и реализации прорывных направлений и научных приоритетов, несомненно, принадлежит Российской академии наук, которая может и должна взять на себя ответственность за сохранение, развитие и использование уникального наследия: многопрофильных институтов, имеющих как исследовательский, так и образовательный потенциал и являющихся интеллектуальными донорами по отношению ко всему миру.

Эти же задачи должны решать и другие организации государственного сектора науки – ведущие университеты страны и научные центры.

Мы предлагаем выделить основные принципы реализации поставленных задач:

- увеличение финансирования на поддержку научно-технической сферы за счет коммерциализации и объективного учета в конечной продукции стоимости интеллектуальной собственности;

- выделение ресурсов за счет реструктуризации научных организаций и выделения из этой сферы наиболее эффективных структур и реформирование системы научных организаций путем концентрации ресурсов в ведущих научных центрах;

- разработка законодательной и нормативно-правовой базы, ограждающей государственные и общественные научные организации от недобросовестных действий;

- усиление роли ведущих научных организаций, занятых комплексным решением крупных отраслевых и межотраслевых проблем прикладного поискового характера, организаций, выполняющих НИОКР военного, двойного или специализированного назначения;

- поддержка научных школ, молодых ученых.

Воспроизводство промышленной интеллектуальной собственности в социально-экономической системе современной России обременено комплексом институциональных ловушек, что обуславливает редуцированный тип данного процесса и соответствующее отставание в развитии высокотехнологичного производства.

Основные направления совершенствования реализации промышленной интеллектуальной собственности в социально-экономической системе обосновываются, исходя из принципов:

утверждения генерирующего типа воспроизводства;

преодоления институциональных ловушек;

реализации собственности в совокупности общественных благ;

использования адекватных природе собственности рыночных инструментов;

согласования интересов субъектов собственности.



УДК 336

*Канд. эконом. наук ДЖИОЕВА О. О.*

## **ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И ПОЛИТИКА ДОХОДОВ**

*Рассматривается государственное регулирование доходов. Предлагаются меры, направленные на постепенное, но постоянное улучшение жизни населения.*

Государственное регулирование доходов осуществляется правомочными государственными учреждениями и общественными организациями в целях стабилизации доходов и их роста в зависимости от социально-экономических условий в обществе. Оно направлено на создание условий, необходимых для нормального воспроизводства и развития рабочей силы.

Теоретически государственная политика доходов шире, чем государственное регулирование доходов, так как политика может быть основана на принципе невмешательства государства (принцип экономического либера-

лизма). Этот принцип имел место в России в первые годы реформ. Но сейчас эти понятия стали идентичными.

В современных условиях полностью исключить вмешательство государства в социально-экономические процессы невозможно, так как рыночное распределение по своей природе несправедливо. Возможность государственного регулирования возникает с достижением определённого уровня экономического развития, концентрации производства и капитала. Необходимость состоит в увеличении количества трудностей, с которыми призвано бороться государственное регулирование доходов.

В настоящее время государственное регулирование доходов является составной частью воспроизводства. Оно стимулирует экономический рост, поощряет прогрессивные сдвиги в отраслевых и региональных структурах, поддерживает экспорт, регулирует занятость, налогообложение, цены. Конкретные цели, формы, масштабы государственного регулирования доходов определяются характером и остротой социально-экономических проблем. Наиболее развитый механизм государственного регулирования доходов сложился во Франции, Германии, Нидерландах, Скандинавских странах, Японии, нескольких странах Азии и Латинской Америки. Слабее оно развито в США, Канаде, Австралии, где не было серьёзных экономических потрясений, связанных со второй мировой войной.

Основными объектами государственного регулирования доходов являются сферы, ситуации, условия, источники формирования доходов, где возникли или могут возникнуть трудности, проблемы, которые нельзя решить автоматически или можно решить только в далёкой перспективе. Снятие таких проблем необходимо для нормального функционирования экономики, воспроизводства рабочей силы, поддержания стабильной ситуации.

Объекты государственного регулирования доходов: минимум доходов, оплаты труда; занятость, подготовка и переподготовка кадров; налоги, цены; социальные гарантии, социальные отношения; правовое обеспечение.

Основной задачей государственного регулирования доходов является перераспределение доходов через государственный бюджет путём дифференцированного налогообложения различных групп получателей доходов. При этом значительная доля национального дохода переходит от слоев населения с высокими доходами к слоям с низкими доходами. Повышение доходов у малоимущих создаёт условия для нормального воспроизводства рабочей силы, способствует ослаблению социальной напряжённости, регулирует занятость. Активность государства в данной сфере измеряется объёмом социальных расходов из федерального и местного бюджета. Следовательно, возможности государства в перераспределении доходов ограничиваются бюджетными поступлениями. Нарастание социальных расходов сверх налоговых поступлений ведёт к превращению их в мощный фактор роста бюджетного дефицита и инфляции. Если это происходит, то появляется инфляционное повышение номинальных доходов, чрезмерный рост налогов.

Политика личных доходов, вместе с остальными аспектами макроэкономической политики, призвана обеспечить в будущем восстановление того, что было утрачено в период перехода к рыночным отношениям – дореформенного уровня реальных доходов населения. Если исходить из ситуации, то развитие общественного производства должно было обеспечить увеличение в

два раза доход населения и пенсии, в три раза – заработную плату, чтобы вернуться к дореформенному уровню.

Среди мер, необходимых для улучшения ситуации, можно отметить следующие:

- оптимизация роли государства в распределении доходов на макроуровне;
- изменение соотношений между системой государственной социальной защиты и системой личной самозащиты с усилением опоры на собственные силы, на основе политики высокой занятости и высокой цены рабочей силы;
- перераспределение источников финансирования социально-защитных мероприятий – от налогов и государственного бюджета к страховым взносам предпринимателей и работников, а также накоплениям домохозяйств;
- изменение подхода к субъекту социальных действий – не безусловное право по закону, а персонифицированный, адресный учёт нуждаемости, требующий специальных процедур подтверждения этого права;
- более чёткое разделение ответственности между центром и субъектами Федерации в социальной сфере – единые критерии и правила для всех субъектов, определённая стабильность этих правил, перераспределение источников, особая роль муниципального уровня;
- активизация негосударственных форм распределения и социальной защиты – некоммерческого сектора, общественной деятельности, различных форм народной, потребительской, финансовой, производственной кооперации, благотворительности.



УДК 336

*Канд. эконом. наук, доц. ТАНДЕЛОВА О. М.*

## **ПОЛИТИКА СТИМУЛИРОВАНИЯ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ**

*Рассматриваются способы стимулирования иностранных инвестиций в промышленно развитых странах, развивающихся государствах и в странах с переходной экономикой*

Политика стимулирования иностранных инвестиций в развитых и развивающихся странах различается весьма существенно. В практике стимулирования иностранных инвестиций промышленно развитых стран преобладают финансовые средства, а для развивающихся государств и стран с переходной экономикой – фискальные и налоговые средства стимулирования. Чаще всего используются льготные таможенные пошлины на импортируемое производственное оборудование, уменьшение ставок корпоративного налога на прибыль, предоставление налоговых каникул.

Наиболее часто встречающиеся формы используемых налоговых льгот:

- налоговые каникулы;
- инвестиционные скидки;
- налоговый кредит;
- ускоренная амортизация;

- инвестиционные субсидии;
- льготы в косвенном налогообложении, в частности, снижение ставки таможенных пошлин.

Инвестиционные скидки и налоговый кредит по сравнению с налоговыми каникулами обладают преимуществами, поскольку являются более действенными инструментами для привлечения капитала в той или иной желательной форме.

Наиболее проста и эффективна система налогового кредита. Если сумма налогового кредита, предоставляемого предприятию, определена, то она перечисляется на специальный налоговый счет. Компания, получившая такую льготу, будет считаться обычным налогоплательщиком, а значит, подлежать всем действующим условиям и правилам налогообложения, включая определение налогооблагаемой прибыли и соблюдение требования документировать налоговые доходы. Единственное отличие такой компании состоит в том, что ответственность за налогообложение доходов будет оплачиваться за счет кредитов, возвращаемых с налогового счета, пока сальдо баланса доводится до нуля. После этого налоговый счет закрывается на определенный период, а неиспользованные суммы налогового кредита разрешается использовать. Таким образом, информация о совокупном доходе не представляется, так как льготы сверх любого уже использованного периода времени практически действуют в течение всего срока. Если суммы налогового кредита, предоставляемые приоритетным предприятием, известны, то они могут быть включены в баланс. Другими словами, налоговый кредит – это вычет из налога на прибыль части инвестиционных расходов компании, возможно, с условием использования этого кредита для последующих капиталовложений.

Система инвестиционных скидок применяется в форме сниженных налоговых ставок и аналогична практике налогового кредита. Единственное существенное различие заключается в следующем. Если корпоративный налог имеет несколько ставок, то предоставляемую сумму инвестиционной скидки стоит определить не в абсолютном выражении, а в форме налоговой ставки, в которой предоставляется скидка. В противном случае сумма предоставляемого налогового кредита не будет зависеть от ставки налога.

Инвестиционная скидка может иметь форму скидки на истощение недр, предоставление которой ведет к уменьшению налогообложения прибыли добывающей индустрии. Например, в США и во Франции размер налогового кредита составляет 23,5 % с продаж или 50 % чистого дохода для нефте- и газодобывающих компаний, для компаний по добыче твердых минералов – 15 и 50 % соответственно. При этом выдвигается требование реинвестирования полученных средств в эти отрасли в течение двух лет для нефти и газа, пяти лет – для твердых минералов. В России подобные инвестиционные скидки и налоговые льготы имеют место при реализации инвестиционных проектов в минерально-сырьевом комплексе на основе соглашений о разделе продукции (СРП).

Еще одна разновидность инвестиционных скидок – уменьшение корпоративного налога на половину разницы между расходами на НИОКР текущего года и средними затратами на научные исследования двух предшествующих периодов, но с учетом роста цен. Например, в Испании действует по-



стоянный налоговый кредит в размере 20 % от расходов предпринимателей на НИОКР.

При ускоренной амортизации большая часть прибыли, чем при обычной амортизации, попадает в издержки производства и освобождается от налогообложения. Например, в Германии ежегодные нормы амортизации производственных сооружений со средним сроком службы, равным 25 годам, составляют 10 % в первые четыре года, 5 % – в последующие три года и по 2,5 % в следующие 18 лет. Наиболее льготные нормы амортизации действуют для основных активов отдельных секторов экономики: судов, жилищного фонда, основных фондов малого и среднего бизнеса.

По сравнению с другими формами налоговых стимулов для привлечения иностранных инвестиций ускоренная амортизация имеет два преимущества:

- обходится дешевле, чем доходы, от которых отказались ранее, что частично покрывалось стоимостью последних лет действия активов;

- если ускоренная амортизация предоставлена на временной основе, то она может стимулировать на краткосрочный период рост капиталовложений, так как инвесторы, вероятно, вложат капитал, чтобы получить эффект в будущем.

Инвестиционные субсидии являются разновидностью инвестиционных скидок или налоговых кредитов, но их предоставление является проблематичным, так как имеет риск для бюджета (бюджетная эффективность таких субсидий может быть отрицательной).

Стимулирование косвенных налогов осуществляется в форме исключения из-под обложения НДС сырья и капиталоемких товаров, а также введения системы условно беспошлинного ввоза. Льготы в отношении косвенных налогов применяются для стимулирования экспорта и считаются наиболее приемлемой с правовой точки зрения практикой.



УДК 34

*Ст. преп. КАЛЛАГОВА В.В.,  
д-р эконом. наук, проф. ХЕКИЛАЕВ С.Т.*

### **РОЛЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В УСТРАНЕНИИ КОНФЛИКТА ИНТЕРЕСОВ В КОРПОРАЦИИ**

*Рассмотрены основные конфликты интересов, возникающие, как правило, во всех корпоративных образованиях. Приведены способы их устранения или смягчения в процессе разработки и реализации стратегических планов.*

Характерной особенностью всех корпораций, представленных акционерными обществами или как совокупности юридических лиц, совместно реализующих общие цели, является возникновение конфликта интересов, смягчение или устранение которых составляет главную задачу стратегического планирования.

Первая группа потенциально конфликтных ситуаций возникает между предприятиями-участниками интеграционного взаимодействия в связи с их соперничеством за обладание максимально значимой долей общекорпоративных ресурсов, а также с внутрикорпоративной продуктовой конкуренцией, обусловленной отсутствием четкой специализации предприятий группы на конкретных сегментах рынка.

Для нейтрализации фактора соперничества за возможно большую долю финансовых ресурсов (например, поступающих от уполномоченного банка) от штаб-квартиры корпорации требуются четкая регламентация процедур экспертизы инвестиционных предложений, обеспечение полноценного участия собственников (ведущих акционеров) в принятии решений по сделкам, объявление в предплановый период спектра приоритетных сфер основной деятельности корпорации. Острота рассматриваемой внутрикорпоративной конкуренции существенным образом зависит от подбора предприятий-участников объединения: одно дело, если они производят однотипную продукцию и другое – различную. В первом случае решающее значение имеет степень согласованности работы предприятий, в определяющей степени обуславливаемая качеством управленческой деятельности штаб-квартиры (центральной компании, головного предприятия) корпорации; диапазон возможных результатов этих действий – от согласованного наращивания поставок однотипной продукции (в случае соответствующего роста спроса на нее) до конфликтного обострения конкуренции, о которой идет речь. В случае производства разнородной продукции перспективная корпоративная стратегия – создание ассортиментной структуры, совместно производимой предприятиями-участниками корпорации с учётом долгосрочного прогнозирования спроса на каждый вид производимой продукции.

Вторая группа потенциальных конфликтов, возникающих при налаживании планирования, соотносится с проблемами, возникающими при взаимодействии штаб-квартиры корпорации с входящими в ее состав предприятиями. Среди таких проблем наиболее важны следующие. Во-первых, «степень свободы» предприятий-участников, которая связана с долей внутрикорпоративных поставок, с легкостью или, наоборот, с затрудненностью нахождения внутренними предприятиями-потребителями данной продукции ее внешних поставщиков (при этом по приемлемым ценам), с географической близостью или, наоборот, разобщенностью предприятий (когда существенным компонентом цены становится уровень транспортных издержек). Во-вторых, распределение полномочий и ответственности между штаб-квартирой корпорации и предприятиями-участниками, соотношение между принудительными и побудительными методами мотивации, используемыми применительно к членам корпораций, отсутствие или наличие доверительности в этом взаимодействии. В-третьих, уровень общекорпоративной культуры, включающей осознание участниками корпорации того, что на основе совместной деятельности они в состоянии добиться больших, нежели при автономном функционировании, результатов.

Третья группа причин потенциальной конфликтности в процессе стратегического планирования находится в русле взаимодействия отдельных управленческих подразделений на уровне самого головного предприятия холдинга или самой центральной компании финансово-промышленной груп-

пы. Основой потенциальных конфликтов может быть нечеткое разделение функций, касающихся стратегического и текущего планирования, а также принятия управленческих решений по распределению ресурсов между отдельными направлениями или приоритетами деятельности корпорации. Наиболее часто подобные конфликты возникают в хозяйственных холдингах, материнская компания которых обеспечивает регулирование как собственного производства, так и управление дочерними компаниями.

Существенный организационный фактор, влияющий на процессы и результаты стратегического планирования, – соотношение между централизацией и децентрализацией в правах, обязанностях и полномочиях штаб-квартиры корпорации и предприятий-участников. Показателями степени децентрализации управления в корпорации являются количество и значимость решений, принимаемых на уровне участников, мера необходимости согласования решений со штаб-квартирой. Известные преимущества децентрализации – гибкость, удобство коммуникаций, уменьшение затрат и экономия времени, возрастание степени самостоятельности. Недостатки децентрализации – частичное дублирование действий функциональных служб предприятий и штаб-квартиры корпорации и соответствующие дополнительные затраты, высокая вероятность несогласованных решений, отсутствие или недостаточность единства в рыночном поведении участников, сложность реализации координационных начал.

Определенные достоинства и недостатки присущи и централизации. К ее изъянам относятся: громоздкость и медлительность системы гипертрофированных и жестко субординированных вертикальных коммуникаций, снижающих скорость движения информации как сверху вниз, так и снизу вверх; слабость горизонтальных связей между предприятиями-участниками и функциональными службами, вызывающих необходимость непрерывных обращений к высшему руководству корпорации по многообразным частным проблемам, в том числе возникающим на стыках деятельности предприятий-участников, финансовых структур и служб, о которых идет речь, и т.п. Все это приводит к излишней перегрузке высшего руководства оперативными вопросами, соответственно к непроработанности стратегических решений, а в конечном счете – к падению эффективности деятельности корпорации. Иными словами, излишняя централизация управления превращает высших корпоративных руководителей в оперативных работников, хотя и обладающих силой власти. К достоинствам централизации относятся: возможность разработки и проведения единой стратегии и политики, выстраивание такой очередности приоритетов деятельности корпорации в целом, которые формируют поведение отдельных ее элементов именно как частей единой и целенаправленно действующей системы, создание предпосылок эффективного использования ресурсов.

Обе крайности – и излишняя децентрализация, и гипертрофированная централизация – приводят к падению эффективности работы корпорации, т.е. к возникновению негативных системных эффектов. Между тем смысл и цель объединения разнородных участников в единое целое состоят как раз в продуцировании позитивных системных эффектов.

Один из важных факторов достижения этой синергии – рациональность построения совокупности функциональных служб штаб-квартиры корпорации и ее участников. Переход к развертыванию необходимых служб на уровне штаб-квартиры и ликвидация их части у организаций-участников позволяют повысить эффективность работы персонала тех подразделений, которые жизненно значимы для функционирования корпорации как целого и особенно остро ощущают дефицит квалифицированных управленческих кадров (специалистов по стратегическому планированию и прогностке, маркетинговым исследованиям, информационному анализу, формированию общекорпоративных информационных ресурсов и т.д.).

Характерная особенность плановой деятельности не только многих зарубежных, но и лучших отечественных корпораций – переход от управленческой парадигмы «или – или» к парадигме «и – и», когда проявляется искусство совмещения противоречивых начал: централизации и децентрализации, стратегии и тактики, стремления к максимизации прибыли и к максимальному расширению зоны присутствия и влияния на рынке (что требует разных подходов), науки и практики, количественного роста и качественного развития. Отсюда и дополнительное повышение эффективности корпоративного хозяйствования.

К сожалению, применительно к сложившимся системам управления отечественными корпорациями действует множество явных и скрытых факторов, затрудняющих реализацию функций стратегического планирования. Среди факторов «внешнего» характера – слабость российского корпоративного законодательства, практически не содержащего норм, стимулирующих интеграционные процессы. Сохраняющийся разрыв в мотивациях промышленников и банкиров, незаинтересованность последних в долгосрочных инвестициях в реальный сектор тоже не способствуют включению в системы корпоративного управления плановой составляющей.

Один из относительно скрытых внутрикорпоративных факторов, неблагоприятно действующих на ситуацию в области стратегического планирования, – отсутствие концентрации функции долгосрочного общекорпоративного регулирования предприятий-участников в едином мощном управляющем центре (подразделении, службе) на уровне головного предприятия. Большинство «молодых» отечественных интегрированных корпораций – пока, по сути формальные объединения в которых задачи общекорпоративного регулирования раздроблены между функциональными подразделениями аппарата управления головной компании с без должной координации со стороны её высшего руководства.

Надежды на формирование общекорпоративного центра управления зачастую связывают с созданием центральной компании финансово-промышленной группы (ФПГ). Однако в подавляющем большинстве случаев эти компании по ряду причин имеют откровенно слабый финансовый и кадровый потенциал, и вряд ли способны реализовать сложные и многообразные функции стратегического планирования деятельности соответствующих хозяйствующих субъектов. Поэтому в ближайшие годы основная тяжесть решения проблем стратегического корпоративного планирования будет лежать на головных (базовых, материнских) компаниях бизнес-групп

холдингового типа. Таким образом, постепенное реструктурирование систем управления на уровне головных компаний холдингов, нацеливаемое на решение задач налаживания стратегического корпоративного планирования, становится едва ли не главной задачей его утверждения в России.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Винслав Ю.Б., Дементьев В.Е., Мелентьев А.Ю., Якутин Ю.В. Развитие интегрированных корпоративных структур в России // Российский экономический журнал. 2007. №3.
2. Читыховян П.С. Стратегическое планирование в интегрированных корпорациях//Российский экономический журнал. 2002. №1.
3. Кравченко К. Системы управления крупными корпорациями: факторы эволюции//Экономист. 2007. №11.



УДК 316.334

*Канд. эконом. наук, доц. ТЕКИЕВ М. В.,  
канд. эконом. наук ТЕКИЕВ А. В.*

#### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКАНСКОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ

*Новый социально-экономический уклад жизни России создал потребность в формировании такой системы управления, которая в наибольшей степени соответствует современным принципам федерализма и отвечает задачам общественного развития. Институт управления является важнейшей частью такой системы, однако его становление проходит очень сложно и противоречиво.*

Все большую роль в формировании условий, необходимых для процветания и развития субъектов федерации, играют следующие факторы: укрепление действующих конкурентоспособных производств; создание современных рыночных структур; развитие жилищно-коммунального хозяйства, средств транспорта и связи; новое жилищное строительство; привлечение внешних инвестиций, повышение уровня квалификации трудоспособной части населения; развитие сферы малого бизнеса; рост общей деловой активности, позволяющие в совокупности увеличить налоговый потенциал, обеспечить занятость местных жителей и повысить степень удовлетворения потребности людей в общественных услугах.

Чтобы привести эти и другие факторы в действие, местные администрации должны осуществлять разнообразные мероприятия, направленные на максимальное использование организационных, правовых, экономических и других возможностей, определяемых статусом субъекта РФ, а также организацию на своей территории новых производств, стимулирование привлечения извне плодотворно функционирующих компаний, регулирование деятельно-

сти отдельных видов и отраслей. Именно наличие среды, удовлетворяющей требованиям прогресса, возможности территориального роста, квалифицированные кадры и благоприятная экономическая конъюнктура способствуют появлению как высокотехнологических производств, так и активно действующих коммерческих фирм, что расширяет субъектообразующую базу данных республик, которая начинает развиваться на весьма сложном сочетании различных функций и механизмов. В такой логической последовательности проявляются взаимосвязи и взаимозависимости элементов, звеньев, поступательное движение разных частей объектов процесса местного социально-экономического развития, который, тем не менее, нуждается в адекватном механизме управления.

Концептуальным положением такого механизма служит системный и ситуационный подходы. **Механизм республиканского управления должен строиться на обнаружении и целесообразном использовании сложившихся зависимостей, учете особенностей протекающих процессов, устранении противоречий.**

*Формирование и развитие механизма республиканского управления предполагает четкое установление основных зависимостей, для чего требуется их изучение, включающее: знание разновидностей зависимостей, умение распознавать их, способность оценивать, учитывать и рационально использовать в совокупности или в целесообразных комбинациях. Многообразие зависимостей предполагает их классификации по определенным признакам, например: непосредственные и опосредованные; сильно выраженные и слабо выраженные; главные и второстепенные; существенные и несущественные; внешние и внутренние; постоянные и временные, устойчивые и случайные; прямого действия и косвенного действия и т.п. Во многом эти зависимости обуславливаются спецификой республиканской деятельности, особенностями функционирования тех или иных сфер, отраслей, организаций, применяемыми методами управления, с учетом требований организационных и финансово-экономических принципов федерализма, изменяющимися условиями развития и др.*

*Механизм республиканского управления выстраивается из четырех взаимосвязанных краеугольных блоков элементов: первый – подходы, ориентиры, приоритеты, цели; второй – зависимости, факторы, противоречия (во внутренней и внешних сферах); третий – ресурсы, средства, методы, инструменты, ограничения, четвертый – критерии, результаты, оценки, коррективы. Все представленные элементы важны, взаимозависимы и изменение какого-либо из них влечет за собой определенное изменение некоторых других или всей их совокупности.*

Идеология же республиканского управления должна реализовываться посредством разработки и осуществления собственной концепции, представляющей собой целостный комплекс ключевых положений (идей, форм, методов, инструментов), в соответствии с которыми обеспечивается полноценное управление социально-экономическими процессами в конкретном республиканском масштабе.

*В концептуальной модели механизма республиканского управления можно выделить несколько подсистем, часто выступающих как самостоятельные механизмы. Это – организационный, финансовый, бюджетный и экономический механизмы. Отдельные механизмы, которые вместе с тем взаимосвязаны между*

собой, взаимообуславливают друг друга и составляют сложную интеграционную совокупность, когда регулирование или совершенствование одного из них вызывает заметные подвижки в другом или «цепную реакцию» по всей республиканской системе.

Подобное многообразие взаимозависимостей обуславливает постоянную потребность в тщательном прогнозировании возможных последствий тех или иных вмешательств в систему управления, качественных либо количественных преобразований в отдельных звеньях (элементах) механизма управления. Здесь крайне важна обоснованная дозировка тех или иных катализаторов или стимуляторов развития.

*Механизм республиканского управления* можно также рассматривать в качестве двух взаимосвязанных частей: *блока управления текущей деятельностью и блока стратегического управления*, базирующихся на соответствующих подсистемах общей системы управления: структурно-функциональной и инновационно-эвристической.

В действие механизм республиканского управления приводится посредством *базовых функций и основных методов* управления. К числу базовых, кроме общепринятых, можно отнести функцию «исследования», занимающую значительное место и играющую большую роль в изучении, анализе, отслеживании и предвосхищении самых разнообразных социально-экономических процессов в республиканских структурах.

**К основным методам управления следует отнести** некоторые специфические, свойственные только прогрессивным механизмам. Это программно-целевые и инновационно-эвристические методы, обеспечивающие ускоренное развитие социально-экономических систем.

*Управленческие формы* воздействия на процессы жизнедеятельности населения и функционирования республиканских хозяйств весьма разнообразны и включают в себя – бюджетные, налоговые, законодательные, общественно-политические, ресурсные, рыночные, информационные и др., а также их разновидности и различные сочетания и комбинации.

**В качестве ключевых инструментов механизма республиканского управления выступают следующие:** управление финансами (операции менеджмента); выпуск и обращение ценных бумаг; маркетинг товаров, услуг, потребителей, организаций, местных экономических и социальных процессов; грамотное управление республиканской недвижимостью; привлечение населения к решению вопросов социально-экономического развития, в частности, к разработке и реализации стратегических планов; разнообразные меры по всесторонней поддержке частного сектора и, прежде всего, малого бизнеса; всемерное повышение образовательного и квалификационного уровня местного населения, а также служащих; аудит и открытость для общественности результатов деятельности органов республиканского управления. Отсюда следует необходимость учета того обстоятельства, что: во-первых, перечень инструментов управления этим не ограничивается; во-вторых, в каждом конкретном республиканском образовании может применяться свой набор инструментов, способов, приемов решения тех или иных задач и достижения целей; в-третьих, как правило, в практической деятельности используются не отдельные инструменты и рычаги, а некая их совокупность, сочетание нескольких, наиболее эффективных в той или иной обста-

новке; в-четвертых, изменяющиеся условия функционирования порождают все новые и новые инструменты и способы воздействия на социально-экономические процессы.

Естественным дополнением различного рода способов и инструментов воздействия в механизме управления служит разработка и ввод в действие разнообразных элементов регулирующего и стимулирующего характера, среди которых большую роль играют республиканский заказ, кредиты, льготы, различные виды поддержки и помощи, способствующие становлению и развитию приоритетных видов деятельности и социально значимых процессов. Не менее важно значение административных регуляторов (например, цен, тарифов, предпринимательства, лицензирования по отдельным видам деятельности и др.). Приоритет экономических регуляторов отнюдь не означает, что административные элементы вообще не имеют право на существование – в ряде случаев их применение в республиканской деятельности не только допустимо, но и абсолютно необходимо.

Важно помнить и о том, что механизм республиканского управления (как, впрочем и любой другой) нуждается в настройке, отладке, регулировании, совершенствовании, соответствующем обновлении. Но здесь не следует путать развитие механизма управления с его совершенствованием. Совершенствование механизма управления означает улучшение отдельных элементов или характеристик действующей системы или ее звеньев, ведущее к повышению эффективности функционирования организации. Совершенствование механизма управления, создающее более рациональное взаимодействие звеньев, несет значительную пользу для всей социально-экономической системы в целом. Но не всякое совершенствование системы управления может рассматриваться в качестве мер, приводящих к развитию механизма управления.

Развитие механизма республиканского управления следует понимать как неотъемлемую часть общего поступательного движения республиканской системы, прогресса всего местного сообщества.

Из вышесказанного следует, что **развитие механизма республиканского управления** – это не разовый акт преобразования отдельных элементов управления, а непрерывающийся динамичный процесс решения проблем и задач, выдвигаемых жизнью, практикой социально-экономического функционирования. *Развитие механизма республиканского управления должно рассматриваться как разворачивающийся во времени процесс постепенного перехода из одного состояния в другое, более качественное, несущий при этом характерные преобразования в функционирование системы в целом, либо привносящий в управление качественно новые элементы, свойства или катализаторы, побуждающие реагировать определенным образом другие части (звенья) системы, чтобы обеспечить адекватную республиканскую деятельность, направленную на местное социально-экономическое развитие.*

*Основными движущими силами развития механизма республиканского управления на современном этапе выступают следующие:*

- естественные возможности роста, саморазвития, ведь данный механизм пока еще находится в «младенческом возрасте», только формируется и проходит стадию становления, апробации, поиска устойчивых опор и действенных рычагов;



- специфика республиканской деятельности, которая требует создания многопланового, многоходового механизма управления территориальными социально-экономическими процессами;

- изменяющиеся условия функционирования: состояние внутриреспубликанских и внешних (и не только федеральных) условий (социально-политических, экономических, финансовых, правовых) настолько динамичны, что становится необходимым регулярное, систематическое приспособление и обновление отдельных элементов механизма управления;

- возникновение новых республиканских задач, обретающий силу предпринимательский сектор, появление новых общественных формирований, назревшие реформы жилищно-коммунальной и социальной сферы вызывают потребность в дальнейшем развитии и самосовершенствовании механизма республиканского управления;

- достижения зарубежного и отечественного менеджмента, поиск и внедрение в различных сферах деятельности новых инструментов управления, доказывающих свою полезность и эффективность в международной практике, становятся достоянием и республиканского управления; накопленный опыт финансового, инвестиционного, инновационного, кадрового, стратегического менеджмента формирует возможности и варианты его использования в республиканской деятельности.

На сегодняшний день механизм республиканского управления должен быть всецело сориентирован на обеспечение местного социально-экономического развития. Для этого необходимо, чтобы в блоке стратегического управления были сконцентрированы ресурсы и усилия, направленные на достижение целей. В этой связи *методологически оправданной* является опора на следующие важные позиции:

- стратегическая программа социально-экономического развития должна быть разработана индивидуально для каждого субъекта федерации в соответствии с его уникальными местными условиями, политической обстановкой, административной структурой, накопленным потенциалом и т.п.;

- стратегическая модель всегда требует анализа внешней среды, в которой функционируют республиканские службы, глубокого понимания возможностей и рисков трудностей и опасностей для республики, а также основательного и беспристрастного анализа имеющихся слабостей;

- разработанный стратегический план действий должен быть всесторонне обоснован, подкреплён ресурсами, направлен на решение накопившихся проблем, преодоление имеющихся препятствий в обосновании жизнедеятельности местного населения и создание благоприятных условий для территориального развития;

- стратегическое управление – это готовность к долгосрочному видению, способность к корректировке деятельности и планов в соответствии с изменяющимися обстоятельствами, что требует последовательной, систематической, активной и непрерывной работы над разработанными стратегиями для реального воплощения в жизнь проектов и программ.

Совершенно очевидна исключительная важность стратегического управления, но в нынешних условиях *нельзя упускать из виду текущие задачи* оперативного управления хозяйством республики, без которого невозможно осуществление задач жизнеобеспечения. Повседневного управления и четкой

организации требуют вопросы эксплуатации жилого фонда, содержания тепловодоканализационных коммуникаций и электросетей, поддержания в нормальном состоянии дорог, мест общего пользования, развлечений и досуга, обеспечения, функционирования учреждений, общественного транспорта, связи, службы быта, здравоохранения, народного образования, культуры, спорта, других секторов сферы обслуживания населения. Помимо прочего это требует значительных финансовых, организационно-технических и общеуправленческих затрат.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Закон РФ. «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ». Изд. Гос. Думы, 1995, С.5.
2. Управление исследованиями, разработками и инновационными процессами. СПб., 1995.
3. *Файоль А., Эмерсон Г., Тэйлор Ф., Форд Г.* Управление – это наука и искусство. М., 1992.
4. Федеральный закон Российской Федерации «Об основах социального обслуживания населения в Российской Федерации». Российская газета, 19 декабря, 1995.
5. *Шумпетер И.* Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982.



УДК 331.103.32

*Канд. техн. наук, доц. РЕЗНИЧЕНКО Л.И.*

#### **РОЛЬ ГОСУДАРСТВА В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ОРГАНИЗАЦИИ И НОРМИРОВАНИИ ТРУДА**

*Показано, что совершенствование организации и нормирования труда наряду с реализацией принципов устойчивого экономического роста становится одним из важнейших элементов управления предприятиями в рыночных условиях.*

Современное экономическое развитие отечественной экономики направлено на обеспечение устойчивого экономического роста реального сектора. В свою очередь, устойчивое развитие определяется стабильным экономическим ростом промышленных предприятий и организаций.

Основу рыночных отношений составляют свобода предпринимательства, возможность выбора и конкуренция. Постоянно меняющиеся условия в хозяйственной и экономической жизни общества ставят руководителей предприятий перед необходимостью учета будущих шагов, просчета ряда вариантов.

Основным направлением при достижении целей совершенствования организации и нормирования труда должно стать не только изыскание роста производительности труда, повышение его эффективности, но и обеспечение возможностей для роста квалификации работников, повышение содержатель-

ности и привлекательности труда, более полное использование интеллектуального потенциала.

Уровень организации и нормирования труда в настоящее время находится в крайне неблагоприятном состоянии. Ухудшение состояния организации и нормирования труда на предприятиях объясняется несовершенством хозяйственного механизма, позволяющим увеличивать прибыль за счет необоснованного роста цен, а не путем снижения издержек производства. Существует много различных способов снижения затрат, но выбирая тот или иной вариант решения, необходимо предполагаемые результаты проецировать на основные показатели деятельности предприятия. А для этого должна быть создана такая система учета, которая позволила бы планировать, учитывать, контролировать и анализировать затраты и результаты по местам их возникновения, по носителям затрат, видам деятельности, сегментам рынка и покупателям.

Учитывая все еще низкий уровень жизни населения, затянувшийся кризис, характеризующийся спадом производства, инфляцией, социальной и криминальной напряженностью в обществе, состояние всеобщей неуверенности в завтрашнем дне, трудно рассчитывать на быстрые изменения в этой области, требующие использования новых форм и методов организации и нормирования труда.

Роль государства в этом случае должна сводиться к созданию механизма, направленного не только на решение задач, связанных с совершенствованием и нормированием труда, но также и на развитие интеллектуальных и профессиональных способностей человека, наиболее полное использование его трудового и творческого потенциала. Для финансирования этих работ наряду с бюджетными ассигнованиями следует привлекать средства заинтересованных в конкретных разработках ведомств, предприятий и организаций, ассоциаций, а состав исполнителей формировать на конкурсной основе. Кроме того, вопросы совершенствования организации и нормирования труда должны решаться не только в процессе производства, а прежде всего на этапах его подготовки и проектирования.

Чтобы нормирование и организация труда заняли достойное место в реализации радикальных экономических реформ необходимо обеспечить, во-первых измерение и оценку трудового вклада каждого работника.

Во-вторых, качество действующих норм, их максимальное приближение к уровню необходимых затрат труда. Нормативная база на предприятиях, основу которой будут составлять межотраслевые и отраслевые нормативные материалы по труду в условиях обеспечения роста производительности труда и конкурентоспособности выпускаемой продукции, будет постепенно модифицироваться. А это означает, что в условиях рыночных отношений будет меняться экономическое содержание норм труда. В-третьих, обоснованность норм с учетом социальных, психофизиологических и половозрастных факторов, что позволит при высокой производительности труда в условиях рынка сохранить работоспособность и здоровье человека.

На предприятиях и в организациях, финансируемых из государственного бюджета, в целях более эффективного расходования средств на заработную плату, обеспечения надлежащего уровня организации и условий труда, его безопасности, социальной защищенности трудящихся, качества и надежности

выполняемых работ и услуг необходимо сохранить централизованную разработку критериев оценки технологической, организационной, социальной и экономической обоснованности норм затрат труда.

Переход к рыночной экономике и принципиальные изменения в распределительных отношениях, ускорение научно-технического прогресса, повышение стоимости продукции, оборудования и т.д. практически отторгают традиционные сдельные системы оплаты, основанные на жесткой связи между нормой и расценкой и являющиеся тем самым предметом повышения социальной напряженности. Как свидетельствует широкий опыт, отказ от таких систем оплаты труда неизбежен. Вместе с тем переход к повременным системам не предполагает отказ от нормирования. Внедрение эффективной повременной оплаты труда должно быть связано с критериями, оценивающими работу в заданном темпе труда, что на предприятиях нашей страны применяется пока весьма ограниченно. Внедрение в хозяйственную практику нормирования заданного темпа работы в ближайшей перспективе станет одним из главных направлений повышения эффективности производства и труда, что, в свою очередь, предполагает налаживание организации достоверного учета потерь и непроизводительных затрат рабочего времени на предприятиях.

Тарификация работ и установление наименований профессий и должностей на предприятиях в соответствии с централизованно разработанными квалификационными справочниками обеспечат необходимое единство, а, следовательно, и социальную защищенность работников в их квалификации и категорировании. Такой порядок очень важен при компенсациях за условия труда (сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск, льготная пенсия и т.д.).

Отказ от административного вмешательства в управление процессами организации и нормирования труда на предприятиях не должен повлечь за собой отказ от централизованной разработки норм и нормативов затрат труда как рекомендательных, что позволит не только оказывать существенную помощь предприятиям, особенно малым, но и исключить дублирование разработки аналогичных нормативов, повысить их качество, ориентировать предприятия на достижение прогрессивного уровня организации производства и труда.

Роль государства должна сводиться к организационно-правовому и экономическому воздействию на эффективность работы по совершенствованию организации и нормированию труда, определению единых принципов, общих требований социальной защиты работников при повышении напряженности норм.



## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУДА СЛУЖАЩИХ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

*Оценка эффективности заключается в определении соответствия совокупных затрат труда, служащих конечным результатом деятельности предприятия, и предназначена для использования при разработке мероприятий, направленных на повышение “отдачи” данной категории работников, совершенствование структуры аппарата управления, оптимизацию численности персонала, совершенствование организации труда и др.*

Оценка эффективности труда служащих имеет важное значение для горно-обогатительного комбината (ГОК). Деятельность ГОК в условиях рынка, самокупаемости и самофинансирования, полное удовлетворение спроса потребителей на высококачественную и конкурентоспособную продукцию с наименьшими затратами настоятельно требует разработки научно-обоснованных методов определения и оценки эффективности труда служащих ГОК в целом, т.е. как единой составляющей совокупного рабочего.

Основными критериями оценки эффективности труда служащих могут служить: увеличение прибыли; рост объема реализации продукции с учетом выполнения заданий и обязательств по ее поставкам в соответствии с заключенными контрактами; повышение производительности труда; улучшение качества (работ, услуг); повышение удовлетворенности потребительского спроса; снижение издержек на рубль товарной продукции; сокращение непроизводительных затрат и прямых потерь на производстве.

Труд служащих предприятия способствует созданию материального продукта, находит отражение в общих результатах производственно-хозяйственной деятельности ГОК, является, с нашей точки зрения, производительным трудом. Следовательно, эффективность труда служащих может характеризоваться системой показателей, которая используется для оценки эффективности работы предприятия в целом. Однако эффективность работы ГОК зависит от совокупности различных факторов и труд служащих является лишь одним из них. Поэтому указанная система показателей не позволяет выделить результаты труда служащих в общих результатах работы предприятия.

Учитывая производительный характер труда служащих, представляется возможным применить следующую схему измерения эффективности:

$$\begin{aligned} \text{эффективность труда служащих} &= \\ &= \frac{\text{результаты работы предприятия}}{\text{затраты труда служащих}}. \end{aligned} \quad (1)$$

В числителе можно использовать различные показатели, отражающие результаты работы предприятия (объем реализации продукции, прибыль и др.). Знаменатель формулы измерения эффективности труда служащих может быть, с известной долей условности, представлен показателями среднесписочной численности служащих ГОК или размером их заработной платы.

Тогда, соответственно, показатели эффективности будут следующими: объем реализованной продукции на одного служащего

$$\mathcal{E}_{cl} = \frac{PP}{Ч_{cp}}, \quad (2)$$

где  $PP$  – объем реализованной продукции с учетом обязательств по поставкам;

$Ч_{cp}$  – среднесписочная численность служащих на данном предприятии;

$\mathcal{E}_{cl}$  – объем реализованной продукции на 1 р. заработной платы служащих;

$$\mathcal{E}_{cz} = \frac{PP}{ЗП_c}, \quad (3)$$

где  $ЗП_c$  – зарплата служащих;

$$\mathcal{E}_{cn} = \frac{П}{Ч_{cp}}, \quad (4)$$

где  $П$  – общая сумма полученной прибыли.

Сумма прибыли на 1 р. заработной платы служащих

$$\mathcal{E}_{zn} = \frac{П}{ЗП_c}. \quad (5)$$

Представляется, что в условиях рынка показатели (3) и (4) наиболее полно отражают эффективность труда служащих.

Оценку показателей эффективности следует проводить путем их сравнения с аналогичными показателями, рассчитанными на основе плановых данных, показателей предшествующих периодов соответствующих показателей аналогичных отечественных и зарубежных предприятий и т.д.

Для получения комплексной оценки эффективности труда служащих предприятия предполагается использовать формулу:

$$\mathcal{E}_c = \mathcal{E}_n d_c, \quad (6)$$

где  $\mathcal{E}_c$  – оценка эффективности труда служащих предприятия;

$\mathcal{E}_n$  – оценка эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятия;

$d_c$  – удельный вес затрат труда служащих в объеме затрат труда коллектива ГОК.

Сложность измерения  $\mathcal{E}_c$  заключается в отсутствии общепринятого метода комплексного определения эффективности деятельности ГОК, которое является сложной и многоцелевой производственно-хозяйственной системой. Среди известных методов построения комплексного показателя оценки эффективности деятельности предприятия, объединяющего в себе ряд частных, непосредственно несоизмеримых друг с другом показателей, можно отметить: метод сумм, метод произведений, метод средней арифметической, метод средней геометрической, метод расстояний, метод факторного анализа и др.

Остановимся на одном из них – методе сумм, в соответствии с которым показатель комплексной оценки эффективности деятельности предприятия рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{E}_n = \sum_{i=1}^n a_i \frac{X_i^\phi}{X_i^q} = \sum_{i=1}^n a_i K_i, \quad (6)$$

где  $a_i$  – весовой коэффициент;

$X_i^\phi$ ,  $X_i^q$  – соответственно фактическое и эталонное значения  $i$ -го показателя;

$K_i$  – показатель отношения  $X_i^\phi$  к  $X_i^q$ .

В качестве частных показателей эффективности ( $x_i$ ) используют те, которые наиболее полно отражают результаты работы предприятия (объем реализованной продукции, прибыль, себестоимость, производительность труда и др.).

При выборе конкретных методов построения комплексного показателя оценки эффективности следует руководствоваться следующими принципами:

1) исследование, направленное на получение обобщающей оценки эффективности, проводится с позиций комплексного анализа;

2) для оценки результатов производственно-хозяйственной работы используется система показателей, отражающих основные итоги работы ГОК;

3) в основе оценки лежит сравнение значений показателей с определенной базой сравнения;

4) комплексный показатель оценки ввиду прямой неопределенности конкретных показателей между собой строится на основе только относительных отклонений фактических результатов от эталона;

5) частные показатели, используемые при построении комплексного, должны быть однонаправлены.

Последний принцип реализуется на практике следующим образом. Для каждого отношения показателей выбирается такое выражение, при котором увеличение  $K_i$  соответствует улучшению работы ГОК. Так как при сравнении плановых ( $X_i^\Pi$ ) и фактических ( $X_i^\phi$ ) показателей повышению эффективности отвечает отношение  $X_i^\phi > X_i^\Pi$ , то используется выражение  $K_i = X_i^\phi : X_i^\Pi$ , и наоборот при  $X_i^\phi < X_i^\Pi$  используется формула  $K_i = X_i^\Pi : X_i^\phi$ . Такой подход позволяет однозначно судить об улучшении работы оцениваемого предприятия.

Для определения другого множителя формулы (6) –  $d_c$  предлагается использовать следующие удельные показатели: доля заработной платы служащих в общем фонде заработной платы или доля заработной платы служащих с учетом выплат из всех поощрительных фондов  $K$  общей сумме соответствующих выплат ГОК:

$$d_c = \frac{ЗП_c}{ЗП} \text{ или } d_c = \frac{ВП_c}{ВП}, \quad (7)$$

где  $ЗП$  – общий фонд заработной платы;  
 $ВП$  – общие выплаты работникам ГОК.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мамутов В.К., Лингштейн М.С., Савельев Е.В. Комплексная оценка и стимулирование деятельности соревнующихся. Киев, 1977.
2. Сайфулин Р.С. Экономико-математические методы в анализе хозяйственной деятельности. М., 1978.
3. Шеремет А.Д. Комплексный экономический анализ деятельности предприятия (вопросы методологии). М., 1974.
4. Головин С.Д. Оценка результатов хозяйственной деятельности промышленных предприятий. М., 1986.
5. Сыроеждин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества. М., 1980.



УДК 338.45

Канд. эконом. наук, доц. ХЕТАГУРОВА Т. Г.

#### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ И УПРАВЛЕНИЕ СТРАТЕГИЕЙ РАЗВИТИЯ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Оптимизация соотношения затрат и эффективности повторного использования техногенных месторождений способствует достижению равновесия системы “затраты – выпуск”. Управление стратегией развития горного производства построено на методах оптимизации производственной программы с учётом рационального использования минерально-сырьевых ресурсов рудников.*

Для оценки и прогнозирования объемов продаж продукции предприятия разрабатывают перспективный план выпуска продукции по результатам изучения конъюнктуры рынка в соответствии с профилированием предприятия и его развитием. Эта область работы относится к стратегическому планированию, основанному на процессах оптимизации производственной программы и оценке объема продаж. Прогнозирование объемов продаж и его оценка заключаются в том, чтобы заранее предусмотреть возможности дальнейшего развития производства и его подразделений в связи с изменением



ситуации на рынке. В основу составления производственной программы должна быть положена реальная потребность в конкретной продукции.

На уровне горной промышленности эта задача решается с помощью укрупненных расчетов потребности в продукции и разработки материальных балансов по важнейшим ее видам.

Потребность в продукции промышленного предприятия определяется посредством заказов потребителей и хозяйственных договоров по развернутой номенклатуре изделий. Заказанный объем поставок в натуральном выражении, наиболее полно отражающий потребность в данной продукции, должен служить исходной базой для дальнейших расчетов по производственной программе и другим разделам плана предприятия. При таких условиях хозяйственные договоры на поставку продукции становятся активным средством формирования производственной программы, что наиболее полно отвечает развитым формам рыночных отношений в промышленности.

Оптимальным считается такой объем продаж, который обеспечивает получение максимальной прибыли при сложившихся условиях производства в определенном ценовом диапазоне. Задача оптимизации больше теоретическая, чем практическая, однако оценка и прогнозирование объемов продаж при планировании выпуска продукции является тем ориентиром, знание которого необходимо и объясняет актуальность решения поставленной проблемы.

В качестве метода прогнозирования объемов продаж предлагается использовать маржинальный анализ. С его помощью обосновывают и другие управленческие решения: выбор вариантов изменения производственной мощности, ассортимента продукции, цен на продукцию, вариантов оборудования, технологии производства, приобретения комплектующих изделий, прогнозирования и оценки эффективности производства и принятия дополнительного заказа.

Большое значение для предприятий имеет принятие эффективных управленческих решений, которые базируются на анализе информационных показателей и результатах изучения и выявления причин отклонения достигнутых показателей от плановых (или базисных) с целью внедрения мероприятий по использованию внутренних резервов повышения эффективности производства. Основная цель предприятия и его подразделений реализуется в результате выполнения производственной программы, которой определяются перечень, количество, сроки и оценка объемов продаж продукции.

В качестве метода прогнозирования объемов продаж рекомендуется применять моделирование, которое подтверждает, что минимальное промышленное содержание металла в руде определяет технико-экономические показатели технологий. В процессе разработки планов производства необходимо выработать общие цели и стимулировать контакты между отдельными подразделениями, привлекать к планированию специалистов, соединяющих воедино технические, маркетинговые и экономические цели, создавать межфункциональные рабочие группы плановиков, разрабатывать комплексные программы развития производства с учетом конкретных задач каждого подразделения.\*

---

\* Эванс Д.Р., Берман Б. Маркетинг: Сокр. пер. с англ. М.: Экономика, 1990. С. 49.

Выбор технологий повторной разработки месторождений полезных ископаемых проводится по критерию «максимум прибыли» с учетом риска в условиях рыночной экономики. Математическая модель экономической оценки выборов вариантов технологии имеет вид:

$$n = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R \left\{ 0,01\alpha_m(1-P_k)\varepsilon_{n\cdots m} + 0,01\alpha_{Km}(1-P_k)\varepsilon_{Km\cdots m} - \left[ \frac{1-P_k}{1-n_k} (A_{1k} + A_{2k} + A_{3k}) + A_4 + A_5 + \gamma_1 A_6 + \gamma_2 A_7 \right] \times \left( 1 - \frac{\varphi q}{1+q} \right) \right\} \times A_{\frac{t}{z}} (1+q)\eta_t + \sum_{f=1}^F \sum_{u=1}^{\ddot{u}} (-\frac{t}{z}, -K)\varepsilon_n'' \square \rightarrow \max,$$

где  $\Pi$  – прибыль при освоении технологий повторной добычи руд, ден.ед./год;  $N$  – товарная продукция по переделам, физ. ед.;  $M$  – извлекаемые металлы, физ. ед.;  $K$  – схемы добычи;  $T$  – время, лет;  $R$  – риск освоения технологий, доли ед.;  $A_6$  – объем добычи и переработки руд при базовой технологии, физ. ед.;  $q$  – доля прироста объемов добычи техногенных руд за счет их повторной отработки, доли ед.;  $\alpha_m, \alpha_{zm}$  – содержание  $m$ -го извлекаемого металла в балансовых запасах и техногенных рудах, доли ед.;  $P_k, P_k$  – разубоживание и потери при  $k$ -той схеме добычи, доли ед.;  $\varepsilon_n$  – извлечение металлов по  $n$  переделам, доли ед.;  $C_m$  – цены  $m$ -го вида металла, ден. ед./физ. ед.;  $A_{1k}, A_{2k}, A_{3k}$  – затраты на погашение геолого-разведочных работ, на амортизацию, горно-подготовительные работы по объектам добычи, ден.ед./физ.ед.;  $A_4$  – затраты на последующие процессы добычи, ден.ед./физ.ед.;  $A_5, A_6, A_7$  – затраты на транспорт рудной массы до обогатительной фабрики, до потребителя концентрата, на усреднение рудной массы на рудничном складе, ден.ед./физ.ед.;  $\gamma_1, \gamma_2$  – удельный выход с 1 т руды концентратов при обогащении металлов, физ. ед.;  $\varphi$  – доля условно-постоянных затрат в себестоимости, доли ед.;  $\eta_t$  – коэффициент дисконтирования финансовых потоков, доли ед.;  $Z_{yb}, Z_{ym}$  – затраты на складирование отходов, отвалов, плата за размещение хвостохранилищ, плата за превышение предельных норм концентрации вредных примесей, ден. ед.;  $\varepsilon_n^{от}$  – снижение выхода отходов горного производства, физ. ед.

Модель работает при ограничениях:

$$\sum_{n=1}^n (\mathcal{E}_6 + \mathcal{E}_3) > 0; \quad N_k + N_3 > N_6;$$

$$Z_{yz} \leq Z_{yb} \quad \varepsilon_n = \varepsilon_0 \varepsilon_r \varepsilon_z \rightarrow 1; \quad R_k < R_6,$$

где  $\mathcal{E}_6, \mathcal{E}_3$  – экономические эффекты повторной добычи, ден. ед.;  $N_k, N_3, N_6$  – товарная продукция комплексной технологии переработки утилизиро-

ванных отходов, забалансовых запасов, техногенных отходов горного производства и базовой технологии, физ ед.;  $R_k$ ,  $R_{\bar{c}}$  – риск при технологиях, доли ед.

При экономическом обосновании целесообразности освоения и использования запасов для повторной отработки техногенных месторождений (металлоносной закладки, целиков, отвалов, бедных и забалансовых руд) в расчетах учитывали экономико-экологические последствия их влияния на окружающую среду. В результате их отработки снижаются затраты, которые несут предприятия на воспроизводство минерально-сырьевых ресурсов, на природоохранные мероприятия, удельные капитальные вложения на строительство новых рудников и обогатительных фабрик, на погашение геологоразведочных работ, штрафы за превышение выбросов и вредных отходов.

Результаты моделирования могут быть использованы для обоснования целесообразности повторной разработки техногенных месторождений потерянных руд.



УДК 336

*Канд. эконом. наук, доц. ШЕЛКУНОВА Т. Г.*

### **ОСОБЕННОСТИ ИНВЕСТИЦИОННО-ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

*Рассмотрены проблемы инвестиционно-инновационной деятельности горно-добывающих предприятий в условиях системного экономического кризиса.*

Одним из путей вывода экономики горно-добывающих предприятий из кризиса является активизация инвестиционных процессов в горно-добывающей промышленности. Относительно прямых инвестиций эта проблема традиционна, сводится к анализу лишь ее внешней стороны, т.е. к оценке инвестиционных потребностей предприятий, разработке рекомендаций по привлечению инвестиций. Однако подобные суждения не учитывают уже прошедшие в экономике структурные преобразования и отраслевые особенности регионов, обеспеченность их теми или иными природными ресурсами. Другими словами, инвестиционная политика не может носить абстрактный характер и рассматриваться вне конкретного региона или реально существующих предприятий и их хозяйственных связей.

Особенность горно-добывающей промышленности заключается в том, что даже не увеличивая производственную мощность действующих предприятий, систематически требуются инвестиционные средства для поддержания действующих мощностей и, в первую очередь, для подготовки фронта очистных работ. Учитывая, что большинство основных фондов горных предприятий имеют срок функционирования 15 – 30 и более лет, в условиях рынка необходима модернизация и реконструкция рудничного фонда, которая бы позволила удешевить продукцию, повысить производительность труда, обеспечить безопасность работ и улучшить социальные условия трудящихся.

Традиционно сложившаяся система функционирования горно-добывающей отрасли за счет централизованных бюджетных ассигнований не приемлема, поскольку средства господдержки с 1993 г. значительно уменьшились. Основным вектором изменения источников финансирования инвестиций стала диверсификация их структуры, выразившаяся в снижении доли бюджетных ассигнований, увеличении доли собственных средств предприятий.

Масштабное свертывание участия государства в финансировании горно-добывающей промышленности связано не только со сменой модели экономики, но и резким сокращением государственных доходов в условиях экономического спада. Эти процессы обусловлены тем, что переход к рыночной модели финансирования инвестиций осуществлялся в условиях системного экономического кризиса, когда значительная часть горно-добывающих предприятий вследствие тяжелого финансового положения и убыточной деятельности, с одной стороны, не обладала достаточными собственными источниками, с другой стороны, были не в состоянии привлечь средства кредитного фондового рынков.

В посткризисный период, начиная с 2000 г., макроэкономическая ситуация в России начала улучшаться, что проявилось в виде экономической стабилизации, а затем и в виде устойчивых темпов роста национальной экономики. Особенностью этого периода являлось формирование финансовых ресурсов на основе активного расширения сырьевого экспорта, который потреблял их также активно, положительно влияя на общий рост экономики. Инвестиции в нефтегазовую отрасль абсолютно доминировали над всеми остальными. Горно-добывающие предприятия развивались в основном за счет избирательной отработки участков месторождения. Ключевым фактором ускорения темпов в 2003 г. стала сохраняющаяся благоприятная для России ценовая конъюнктура на мировом рынке, прежде всего, на рынках топливно-энергетических ресурсов. Данное обстоятельство, а также рост физических объемов экспорта товаров позволили в последние годы обеспечить значительный приток валюты в страну. В этот период наблюдается устойчивый абсолютный и относительный рост инвестиций в основной капитал, что обусловлено, прежде всего, необходимостью его модернизации и обновления. Однако, несмотря на рост инвестиций в основной капитал, в их структуре по источникам финансирования не произошло качественных изменений, доля собственных средств остается стабильно высокой. Таким образом, собственные ресурсы предприятия по-прежнему выступают в качестве ключевого источника инвестиций.

Практика работы предприятий в условиях развития и становления рыночных отношений показала, что организационно-правовые структуры (АО, ТОО и др.), сформированные на базе бывших государственных предприятий, самостоятельно не решают большинство возникающих проблем.

Несмотря на отраслевые особенности горных предприятий, различия в размерах и сроках разработки месторождений, применяемых технологий добычи и первичной переработки сырья, большинство из них имеют много общего; повышенный уровень налогов по сравнению с предприятиями других отраслей; зависимость от узкого круга потребителей продукции, которые могут диктовать уровень качества цены и условия оплаты продукции; тесные

хозяйственные связи с другими отраслями промышленности (металлургией, горным машиностроением, геологоразведкой, энергетикой, транспортом и др.). Все эти факторы обуславливают высокую чувствительность горно-промышленного комплекса к происходящим в нашей экономике процессам: приватизации, изменению цен на материалы и энергоносители, падению платежеспособности потребителей сырья и др.

Особенность инвестиционных проектов в горной промышленности состоит в том, что высокая степень изменчивости и неопределенности воздействия на горные предприятия как внутренних, так и внешних факторов приводит к необходимости разработки технических решений на основе случайных событий или процессов с учетом риска достижения конечных результатов. Горные проекты можно охарактеризовать как проекты с повышенным уровнем риска, что связано, прежде всего, с глубиной отработки горизонтов. По мере отработки месторождения изменяются горно-геологические условия залегания месторождения, что увеличивает затраты на производства горных работ. Повышенный риск горных предприятий также определяется значительным сроком их строительства, который составляет 5 – 8 лет.

Назрело радикальное решение очерченного круга проблем совершенствования организационного и инвестиционного обеспечения процесса воспроизводства минерально-сырьевой базы. При проведении работ в этом направлении необходимо учитывать определившиеся в результате комплексного анализа современного состояния проблемы и мировые тенденции. Основная из них заключается в снижении эффективности процесса воспроизводства, что отражается в однотипной для разных стран динамике стоимостной отдачи затрат (СОЗ) на геолого-разведочные работы (ГРР). Она характеризует отношение извлекаемой ценности в приращиваемых запасах к затратам и характерные соотношения трудовых затрат в технологических цепочках добычи и переработки сырья, где один рабочий горного производства обеспечивает 15 – 20 человек в последующих звеньях. С приближением значений СОЗ к критическим ГРР они утрачивают инвестиционную привлекательность. Ситуация может меняться либо с возрастанием результативности ГРР, что маловероятно, либо, что более вероятно, с ростом цен на сырье.

Другая тенденция является зеркальным отображением измерений СОЗ и заключается в опережающих, более высоких (15 – 20 %) годовых темпах роста затрат на ГРР в сравнении с ростом объемов добычи полезных ископаемых. В горно-добывающих компаниях Франции, Канады и США такие вложения возросли к началу 2006 г. с 5 до 7,5 % валовой стоимости добываемого минерального сырья.

Зарубежный опыт решения проблемы воспроизводства минерально-сырьевой базы свидетельствует о том, что в экономически развитых странах широко практикуется долевое участие государства в финансировании программ, в том числе и разведочных работ. В первую очередь это касается стратегически важных и дефицитных для каждого государства полезных ископаемых, перечень которых для США, к примеру, превышает 40 наименований. Австралия вкладывает в проекты добычи и разведывания 30 – 40 %, Великобритания – 33 – 35 %, Канада – 38 – 40 %, США – 50 – 70 % средств, необходимых для их реализации. Часть государств принимает на себя и

«риски» (компенсацию производственных затрат) по безрезультатно завершающимся ГРР.

Показательны предельные уровни предоставляемых горно-рудным компаниям налоговых льгот. Их также следует рассматривать в качестве «инвестиций» в исследование недр и воспроизводство минерально-сырьевой базы. В экономически развитых странах налоговые льготы составляют от 20 – 25 % валовой стоимости добываемого сырья. Активное участие государства в регулировании и организационном обеспечении ВМСБ (сегодня оно занимает половинчатые, пассивные позиции) даст возможность оперативно и эффективно решать, не вступая в противоречия с рыночными принципами, текущие и назревающие проблемы развития МСБ России.

В создавшихся условиях с целью улучшения сложившейся ситуации необходимо вовлекать в эксплуатацию ранее потерянные и забалансовые руды, используя инновационные методы отработки. Концептуальный подход по принятию решений о переходе на инновационные методы отработки запасов должен осуществляться на основе многоуровневых поэтапных процедур, включающих горно-геологические, маркетинговые, технико-технологические и экономические исследования и проработки, осуществляемые в определенной последовательности. Исследования необходимо осуществлять применительно к каждому взятому элементу. Важным моментом при экономической оценке эффективности освоения месторождения инновационной технологией необходимо учитывать циклическое развитие экономики горного предприятия. Интеграция теорий истощения запасов и циклического развития научно-технического прогресса может быть обеспечена вложением инвестиций в инновации. Каждый цикл инвестирования в инновации приводит к снижению производственных издержек и увеличению объема промышленных запасов.

В новых экономических условиях источником экономического роста хозяйствующих субъектов становится инновация, передовые предприятия стремятся оставаться конкурентоспособными, активно осваивают методы управления нововведениями. В сложившейся ситуации проблема повышения инновационной активности в горных отраслях приобретает актуальное значение. Актуальность и неизбежность перехода предприятий горной отрасли на инновационный путь развития следует из анализа условий ведения хозяйственной деятельности в прошлом и в настоящее время.

На основе представленных обобщенных тенденций можно сделать вывод о том, что усиление роли инновации в плане сохранения конкурентоспособности горных предприятий приобретает необратимый характер.

Инновационная деятельность в горной промышленности является одним из важных факторов обеспечения стратегической устойчивости предприятия.

В связи с моральным и физическим износом применяемого оборудования и устаревшей технологией ничто иное не может повысить эффективность работы горного предприятия как инновационный технологический ресурс. Инновационные технологии непосредственно связаны с дальнейшим совершенствованием техники, технологии и организации работ. С внедрением инновационной технологии осуществляется перераспределение факторов производства, которое выражается в изменении производительности производства, под общей производительностью в данном случае понимается производительность всех замещаемых факторов. Показатели производительности

сти и изменение производительности в конкретном виде деятельности являются важнейшими индикаторами развития инновационной технологии. Комплексной базовой характеристикой инновационного развития служит показатель изменения (темпов прироста) производительности. При оценке инновационного развития горно-добывающего предприятия базовое значение имеет показатель темпа прироста металла, размер общего прироста производительности и увеличение жизненного цикла горно-добывающего предприятия.

#### **Основные отличительные характеристики индустриальных и научных основ экономики**

Характерная особенность периода	индустриальный (II пол XX в.)	инновационный (кон. XX – нач. XXI вв.)
Факторы экономического роста	производственный опыт	научные знания
Конкурентные преимущества	промышленные технологии	продуктовые и управленческие инновации
Основные стратегии в мировой экономике	перелив капитала и собственности	перелив знаний и технологий
Формула производства	капитал+труд	капитал+НИОКР
Доминирующий капитал	физический	интеллектуальный
Преобладающие активы	материальные	нематериальные
Инновационный процесс	периодический, осуществляемый на функциональном уровне	постоянный, управляемый на корпоративном уровне

Конечный финансовый результат при характеристике дохода представляет собой фактор производства, отражающий в стоимостной форме различие в производительности производства при разных методах отработки запасов полезных ископаемых. Конечный финансовый результат одновременно выступает и как фактор раздельной оценки труда при различных технологиях отработки месторождений полезных ископаемых.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Попович Ненад Н. Инвестиции и показатели их эффективности//ГИАБ № 3, 2000.
2. Пучков Л.А., Мазикин В.П., Краснюк Н.Н. Проблемы стабилизации деятельности горных предприятий в период перехода к рыночной экономике. М., МГУ//ГИАБ, № 3 2001.
3. Трубецкой К.Н. Методы оценки эффективности инвестиций горных предприятий//Горный журнал. № 2 1999.



## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННО-ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ГОРНО-ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Рассмотрен концептуальный подход оценки эффективности инновационных технологий с учетом теории циклического развития экономики горного предприятия.*

Основной стратегической задачей инвестиционной политики предприятий горно-добывающей отрасли следует считать их выживание и стабилизацию, а на последующие годы – окончательный выход из кризисного состояния и построение системы хозяйствования, обеспечивающей конкурентоспособное функционирование горных предприятий в условиях развитого рынка. Приоритетным направлением инвестиционной стратегии является реконструкция и технологическое перевооружение предприятий. При этом в инвестиционной деятельности необходимо уделять внимание наименее капиталоемким мерам по повышению мощностей в отработке месторождений, а также реконструкции с приростом мощности за счет привлечения потерянных и забалансовых руд и строительству новых рудников. Концептуальный подход к принятию решений о переходе на конверсионные методы отработки запасов осуществляется на основе многоуровневых поэтапных процедур, включающих горно-геологические, маркетинговые, технико-технологические и экономические исследования и проработки, осуществляемые в определенной последовательности (рис. 1). Исследования необходимо осуществлять применительно к каждому взятому элементу. Показатель экономического эффекта определяется как превышение стоимостной оценки результатов (притока наличностей) над стоимостной оценкой совокупных затрат (оттока наличностей) за весь расчетный период оценки

$$\mathcal{E} = \sum_{t=1}^T P_t - \sum_{t=1}^T Z_t,$$

где  $K_{СП}$ ,  $K_{ПР}$ ,  $K_{ОЖ}$  – качественные характеристики спроса, предложений и ожидаемого качества основной и попутной продукции;  $Q_{СП}$ ,  $Q_{ПР}$ ,  $Q_{ОЖ}$  – объем спроса, ожидаемый и расчетный, на основную и попутную продукцию;  $C_{СП}$ ,  $C_{ПР}$ ,  $C_{ОЖ}$  – цена спроса, ожидаемая и расчетная, на основную продукцию.

Переход предприятий на рыночную систему экономических отношений предъявляет новые требования к оценке эффективности использования средств «Временные методические рекомендации по геолого-экономической оценке промышленного значения месторождений твердых полезных ископаемых (кроме угля и горючих сланцев)» предусматривают для оценки запасов определение следующих показателей экономической эффективности (без учета налогов, платежей и отчислений): чистый дисконтированный доход (ДД); индекс доходности (ИД); срок окупаемости капитальных вложений (ТО); внутренняя норма доходности (ВНД); рентабельность предприятия по



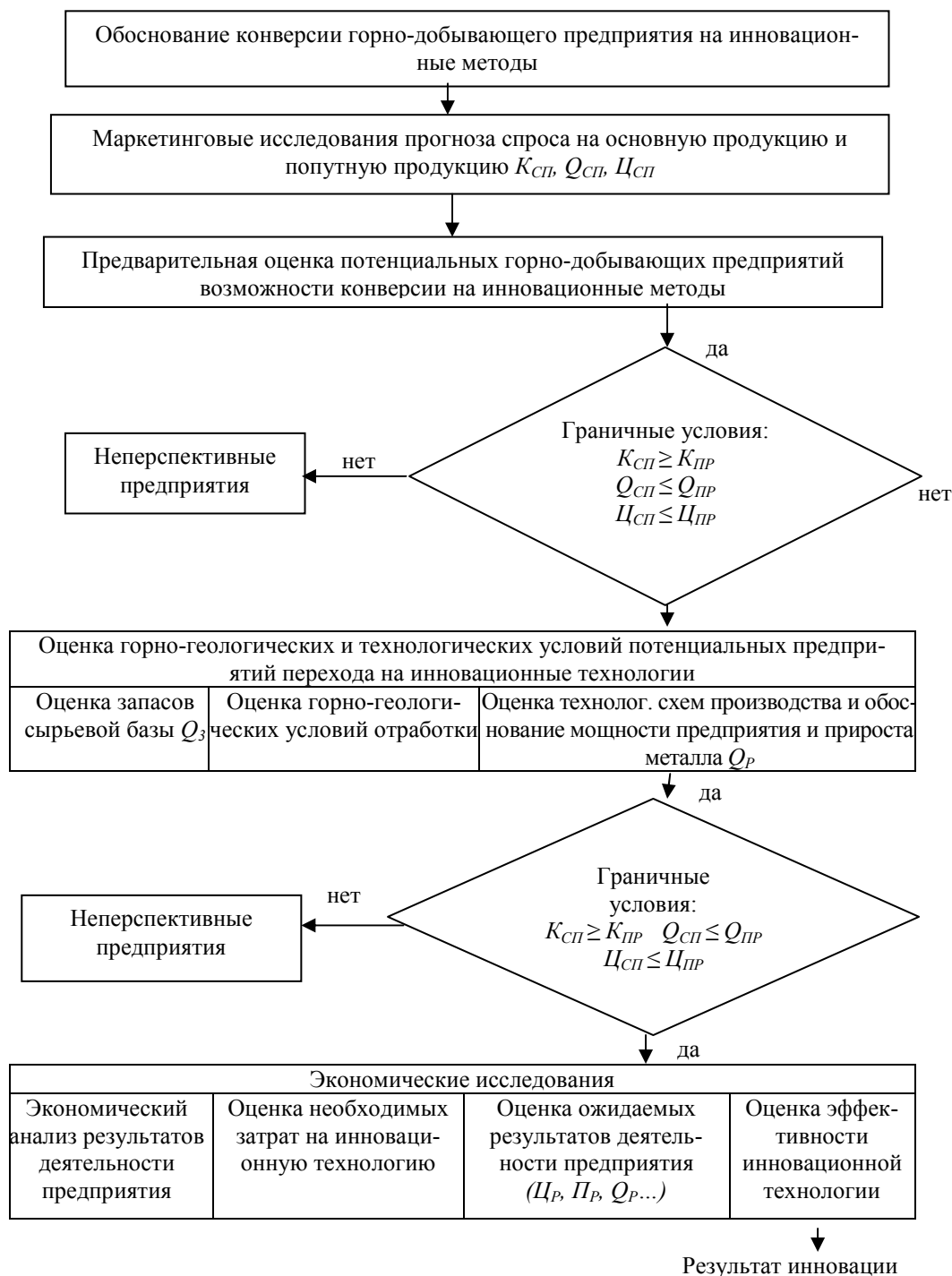


Рис. 1. Схема принятия решения о конверсии горно-добывающего предприятия на инновационные технологии:  $\mathcal{E}$  – суммарный экономический эффект за расчетный период;  $P_t$  – стоимостная оценка результатов работы реконструируемого предприятия в  $t$ -м году;  $Z_t$  – стоимостная оценка совокупных затрат по предприятию в  $t$ -м году;  $T$  – продолжительность расчетного периода.

отношению к производственным фондам ( $P_{\phi}$ ); рентабельность предприятия по отношению к эксплуатационным затратам ( $P_{э}$ ). В частности, для определения величины чистого дисконтированного дохода (ДД) предложен следующий метод его определения:

$$ДД = \sum_{t=1}^T \left[ (C_t - Z_t) \frac{1}{(1+E)^t} \right] - \sum_{e=1}^T K_e \frac{1}{(1+E)^t},$$

где  $C_t$  – стоимость продукции (выручка) в  $t$ -ом году;

$Z_t$  – эксплуатационные затраты, произведенные в  $t$ -ом году;

$T_t$  – лет от начала строительства до ликвидации предприятия;

$E$  – норма дисконтирования, принимаемая на основе приемлемой для инвестора нормы доходности или прибыльности;

$K_t$  – капитальные вложения в  $t$ -ом году.

Проф. Шестаков В.А. подверг предлагаемую методику критике и внес ряд принципиальных замечаний и предложений, касающихся определения эффективности оценки месторождений. В качестве показателей экономической эффективности освоения месторождения с учетом существующих налогов, платежей и отчислений принимаются чистая дисконтированная прибыль (ДП), индекс прибыльности ИП), срок окупаемости капитальных вложений ( $T_0$ ), внутренняя норма прибыли (ВНП) и ряд др.:

$$ДП = \sum_{t=1}^T \left[ P_t \frac{1}{(1+E)^t} \right] - \sum_{t=1}^t \left[ K_t \frac{1}{(1+E)^t} \right],$$

где  $P_t$  – величина чистой годовой прибыли с амортизационными отчислениями.

Недостатком такого подхода при оценке дисконтированной прибыли является то, что величина капитальных вложений и прибыль могут значительно колебаться на протяжении всего срока эксплуатации месторождения. Как отмечает проф. Шестаков, «допускается серьезное несоответствие действительному положению». Во-первых, даже в период эксплуатации на любом горном предприятии производственные мощности могут изменяться от минимальной до максимальной величины в зависимости от стадии отработки месторождения. По мнению Т.В. Петровой, Ю.П. Кушнерова, А.И. Нифонтова, при экономической оценке эффективности освоения месторождения необходимо учитывать циклическое развитие экономики горного предприятия. Особенно это важно при внедрении технологических нововведений (инноваций).

Проблеме развития теории и практики использования истощаемых природных ресурсов в отечественной и зарубежной литературе посвящено много публикаций. Интеграция теорий истощения запасов и циклического развития научно-технического прогресса может быть обеспечена вложением инвестиций в инновации. Каждый цикл инвестирования в инновации приводит к

снижению производственных издержек (график  $C_{инн}$  рис. 2) и увеличению объема промышленных истощаемых запасов (точка  $B$  рис. 2).

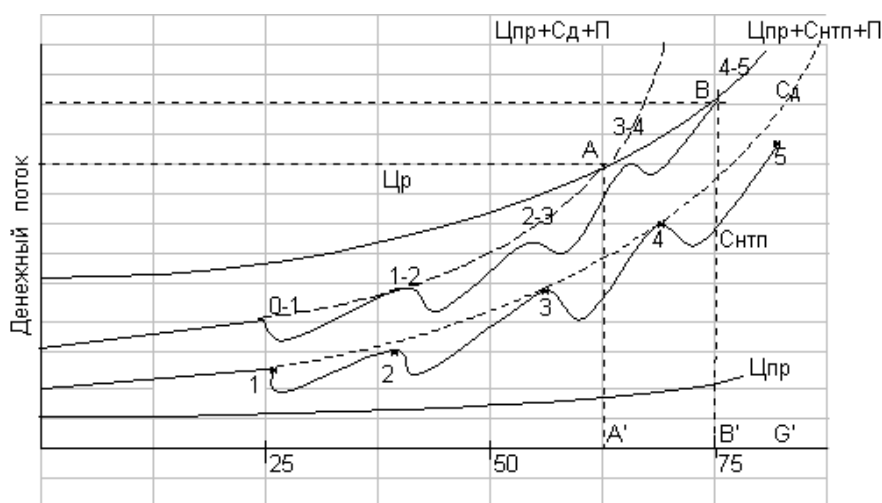


Рис. 2. Схема циклического обновления производственного потенциала горно-добывающего предприятия.  $G$  – объем извлечения геологических запасов ГЗ, %; 1, 2, 3, 4, 5 – этапы (циклы) научно-технического прогресса; 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 – инновационные циклы;  $C_p$  – рыночная цена продукции на металл;  $C_{пр}$  – цена на металл в недрах до начала освоения;  $C_d$  – производственные издержки при отработке месторождений по одной технологии; ГЗ – геологические запасы;  $C_{нтп}$  – производственные затраты при замене старых технологий новыми;  $\Pi$  – прибыль.

Сравнение положения точек  $A$  и  $B$  на рисунке подтверждает экономическую целесообразность инвестиций в инновации.

Согласно схеме рыночная цена  $C_p$  формируется на конкурентном рынке и не может изменяться по мере истощения запасов во времени в соответствии с рыночными законами. Изменение рыночной цены во времени прогнозируется в некотором диапазоне, пределы изменения которого зависят от уровня стохастичности потребностей рынка (наличие альтернативных технологий, риски, динамика развития экономики региона и др.).

Очевидно, что управление сложной системой «истощаемые запасы инновации – рынок» посредством создания и внедрения новых технологий, адаптивных к условиям оставшихся в недрах запасов полезных ископаемых, является объективной необходимостью. Реализация такого механизма управления сложной системой возможна посредством оптимизации параметров системы на основе экономико-математической модели:

$$\sum_{t=1}^{t_p} \Pi_{p1t} = \sum_{t=1}^{t_{c1}} A_{от} (C_{Дот} - C_{Дот}) \frac{1}{(1+E)^{t_{c1}-1}} - \sum_{t=1}^{t_{c1}} K_r \frac{(1+E_K)^{t_{cr}}}{(1+E)^{t_{cr}-1}} +$$

$$+ \frac{1}{(1+E)^{t_{cr}}} \sum_{t=1}^{t_p-t1} A_{рт} (C_{Дрт} - C_{Дрт}) \cdot \frac{1}{(1+E)^{t_p-t_c-1}} + \sum_{t=1}^{t_p-t_{c1}} Y_t \frac{1}{(1+E)^{t_p-t_{c1}-1}},$$

где  $A_{rt}$  – производственная мощность рудника по освоению, подготовке и переработке запасов в  $t$ -й год, т/год;  
 $t_{cr}$  – срок подготовки запасов к выщелачиванию и строительства цеха переработки растворов, лет;  
 $K_r$  – капитальные затраты на подготовку запасов к выщелачиванию и строительство цеха переработки растворов в  $t$ -й год, р. /год;  
 $C_{Дрт}$  и  $C_{Дрт}$  – извлекаемая ценность и эксплуатационные затраты при применении геотехнологических методов в  $t$ -м году, р./т;  
 $E_K$  – коэффициент, учитывающий величину процентной ставки за кредит;  
 $U_i$  – ущерб окружающей среде от ликвидации отвалов и хвостохранилищ в  $t$ -м году.

При определении извлекаемой ценности добываемой рудной массы расчет должен осуществляться до получения конечной продукции, а при определении эксплуатационных затрат достаточно учесть только расходы на дополнительную разведку запасов (плата за недра), если таковая требуется, а в прибыль – снижение ущерба окружающей среде.

Благодаря такому методическому подходу можно обосновать более широкую область эффективного применения конверсионных способов добычи, а также наиболее эффективные направления их совершенствования.



УДК 621.791:658.2

*Д-р техн. наук, проф. БАСИЕВ К. Д.,  
канд. техн. наук РУХЛИН Г. В.*

### **СТРУКТУРА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ**

*Рассмотрены группы электродов по составу обмазки и сварочно-технологическим характеристикам. Дан анализ выпуска продукции по основным регионам России. Рассмотрены проблемы со снабжением сырьём, материалами, металлопродукцией.*

В России производство сварочных электродов занимает до 50 % рынка расходных материалов для сварки. Российская доля на мировом рынке сварочных материалов сейчас составляет около 4 %, а общий ее объем близок к \$200 млн в год [1]. Причин заметного интереса новой рыночной экономики России к производству электродов несколько. Во-первых, резкое уменьшение выпуска (после распада СССР) на ряде промышленных производств, т.е. некоторое освобождение рыночной ниши. Во-вторых, ценовая устойчивость и рентабельность производства сварочных электродов. Рынок привлекла их высокая ликвидность как товарной группы расходных материалов, запасы которых требуют постоянного возобновления. В-третьих, сравнительно низкие капитальные затраты на создание промышленных электродных производств. Ранее, в СССР, производство покрытых электродов формировалось в едином плановом комплексе на общей нормативно-технической базе. Не-

плохое сопровождение этих работ велось со стороны Академии наук СССР и ряда отраслевых институтов, среди которых необходимо отметить Институт электросварки им. Е.О. Патона (Украина). С середины 90-х годов XX в. именно отсутствие научно-технического сопровождения производств и нараставшие проблемы с сырьем привели к массовой деградации качества электродов у многих российских производителей. Чаще всего это обусловлено:

- необоснованными вариациями в рецептуре сырьевых материалов;
- запуском в производство недостаточно апробированных разработок;
- снижением контроля продукции и технологических переделов.

Основное место среди выпускаемых электродов занимают предназначенные для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей электроды, содержащие в покрытии в качестве шлакообразующей основы диоксид титана в виде природных минералов рутила и ильменита. Их выпуск составляет ~ 80 % всего объема производства электродов в стране. Они отличаются комплексом высоких сварочно-технологических свойств и механических характеристик наплавленного металла, а также низкой токсичностью выделяющихся в процессе сварки аэрозолей, поэтому получили название низкотоксичных. Указанные преимущества электродов этого типа обеспечили им широкое применение при сварочных работах в разных отраслях и прежде всего при изготовлении строительных металлоконструкций.

Первую **группу А**, на которую приходится основная масса выпускаемых низкотоксичных электродов типа Э46 (ГОСТ 9467-75), составляют рутиловые электроды четырёх марок без железного порошка в покрытии. Они близки как по назначению, так и по сварочно-технологическим свойствам. Составы их покрытий в основном различаются количеством и видом содержащихся в них карбонатных и силикатных минералов. Общей чертой покрытий этих марок является небольшое (не более шести) число их компонентов, используемых преимущественно без дополнительной переработки. Необходимо особо отметить наиболее широко распространённые в стране за все анализируемые годы электроды МР-3. Они обладают наибольшими среди своей группы основностью шлака и степенью газовой защиты расплавленного металла при одинаковом уровне сварочно-технологических свойств. Высокая технологичность изготовления электродов МР-3 объясняется прежде всего хорошей пластичностью обмазочной массы при опрессовке, обеспечиваемой применением таких наименее дефицитных и сравнительно дешевых минералов-пластификаторов, как тальк и каолин. Высокая пластичность обмазочной массы при опрессовке характерна для покрытий всех электродов **группы А**, поскольку в них, кроме некоторого количества целлюлозы, содержится значительное количество (15 – 27 % массы покрытия) природных минералов-пластификаторов: слюды-мусковит (ОЗС-12 и АНО-4), слюды и талька (ОЗС-4), талька и каолина (МР-3).

**Группа Б** включает рутиловые электроды типа Э46 (ГОСТ 5467-75) пяти марок, но с железным порошком в покрытии. Электроды этой группы обеспечивают производительность на 20 – 30 % выше, чем электроды первой группы, но, в отличие от них, имеют более низкую технологичность ввиду большего количества применяемых компонентов и значительного снижения содержания в составах их покрытий пластификаторов. Электроды АНО-13 не являются универсальными для сварки во всех пространственных положениях,

так как предназначены в основном для сварки сверху вниз вертикальных швов. Они отличаются хорошей технологичностью ввиду высокой пластичности обмазочной массы при опрессовке за счет значительного содержания в составе покрытия пластификаторов: минеральных (слюды мусковит) и органических (целлюлозы). Однако последние являются причиной повышения содержания газов в металле, наплавленном электродами этой марки. Ввиду указанных ограничений в применении и дефицита необходимого для производства электродов этой группы железного порошка доля их выпуска не достигает 5 % общего объема производства.

С учетом существующего дефицита таких компонентов электродных покрытий, как рутил, слюда мусковит и железный порошок, разработаны электроды **группы Г** на основе ильменита и других более дешёвых и доступных компонентов. Эта группа представлена электродами двух модификаций одной марки: с незначительным содержанием в покрытии железного порошка (АНО-6) и без него (АНО-6м). Электроды обеих модификаций соответствуют типу Э42 (ГОСТ 9467-75) и по некоторым сварочно-технологическим характеристикам уступают электродам с рутиловым покрытием, поэтому область их применения ограничена. Вследствие этого, а также из-за низкой технологичности электродов этой группы, их выпуск относительно невелик и возрастает обычно только в случае нарушения стабильности поставок рутила.

Чтобы снизить остроту проблемы обеспечения производства некоторыми видами минерального сырья, разработаны электроды **группы В** (АНО-24) со смешанным рутил-ильменитовым покрытием и частичной заменой слюды мусковит на менее дефицитные силикатные компоненты. Сделана попытка одновременно совместить преимущества электродов **групп А** и **Г**, и по возможности избежать присущих им недостатков и ограничений. Поставленная цель полностью не достигнута, так как электроды этой марки по некоторым характеристикам уступают электродам **группы А**. Объем их выпуска значительно колеблется в зависимости от степени обеспеченности предприятий рутилом. Тем не менее он уже постоянно превышает уровень выпуска электродов ОЗС-12 (наименее распространённой марки группы **А**), а быстрота движения этого уровня свидетельствует о возрастающем влиянии в отрасли сырьевого фактора.

Согласно анализу [2], более 90 % предприятий выпускают электроды группы **А**. При этом основной объем выпуска электродов марок ОЗС (в отличие от МР-3) сконцентрирован на предприятиях средней мощности, электродов АНО-4 – на наиболее крупных.

В таблице приведены объемы выпуска электродов на российских предприятиях в 2000 – 2004 гг. в целом и по основным регионам, доля которых в общем выпуске электродов составляет 86 – 93 %.

Известно, что применение сварочных материалов коррелирует с потреблением стали, которое в России составило 20,57, 20,81 и 21,85 млн т в 2002, 2003 и 2004 гг. соответственно. В настоящее время по потреблению стали на душу населения (около 150 кг/чел. в год) Россия отстает от экономически развитых стран, где данный показатель составляет 400 – 500 кг/чел. в год. В макроэкономике принято, что прямая зависимость между увеличением ВВП и потреблением стали сохраняется до показателя 8 – 10 тыс. долл. США в год. С учетом того, что в России уровень ВВП порядка 2,5 тыс. долл. США

на человека (в США и Японии – 25 тыс. и 27 тыс. долл.) [3], следует оценивать и перспективы отечественного рынка стали и сварочных материалов.

**Объемы выпуска электродов по основным регионам, тыс. т**

Регион	2000	2001	2002	2003	2004	2004/2003,%
Россия	179,9	172,5	153,7	175,6	170,3	97,0
Вологодская обл.	21,0	15,2	17,7	20,9	12,7	60,7
Санкт-Петербург	8,1	8,8	8,4	12,1	12,7	104,6
Костромская обл.	4,9	5,7	4,4	4,0	5,1	127,5
Москва	28,2	27,0	32,7	36,3	45,8	126,4
Московская обл.	5,6	6,0	4,4	4,9	4,0	80,8
Смоленская обл.	2,8	3,5	3,5	4,7	5,6	119,6
Орловская обл.	19,1	25,3	19,0	21,7	15,0	69,3
Нижегородская обл.	3,4	4,5	1,6	0,4	6,2	в 15,5 раз
Пензенская обл.	4,2	3,0	4,1	4,0	3,2	79,8
Ростовская обл.	15,0	19,0	12,3	13,0	12,9	98,9
Курганская обл.	7,8	6,1	4,9	5,2	3,6	69,7
Свердловская обл.	12,8	7,9	6,3	9,7	8,4	86,4
Челябинская обл.	17,2	15,1	13,5	12,9	12,4	96,1
Тюменская обл.	7,8	7,6	6,4	9,6	10,2	106,8

В последние годы закрыты длительно функционирующие электродные производства на Сулинском метзаводе, Щелковском заводе "Спецмонтажизделие" (Московская обл.), Балашейском производственном комбинате (Самарская обл.). Краснофлотском машзаводе (Архангельск), Атоммаше (Волгодонск), Пермском механическом заводе, в Саранскинструменте, Машиностроительной компании "Кранэкс" (Иваново), целый ряд мелких цехов, прекращен выпуск электродов в старом цехе Магнитогорского метизно-металлургического завода. Однако имеющихся на сегодня мощностей более чем достаточно для обеспечения существующей потребности в электродах.

В 2004 г. произошли существенные изменения в структуре собственности производителей электродов. В середине года Управляющая компания "Северсталь-Метиз" приступила к управлению Череповецким (ЧСПЗ) и Орловским (ОрСПЗ) сталепрокатными заводами, в составе которых функционируют два крупнейших цеха в России (проектная мощность по 60 тыс. т электродов в год).

Компания выполняет управленческие функции метизной группы Северстали, осуществляет сбыт готовой продукции и снабжение основным сырьем и материалами, выполняя роль методологического центра. Несмотря на это, ЧСПЗ и ОрСПЗ в 2004 г. существенно снизили объемы производства (см. таблицу), что можно объяснить малой маневренностью этих производств и перегруженностью основных фондов.

В 2004 г. произошел резкий скачок цен на ферросплавы, металлы и металлопродукцию с двукратным подорожанием проката, при этом электроды подорожали примерно в 1,5 раза. Цены на отечественные сварочные материалы вплотную приблизились к общемировым. Нехватка оборотных средств

на российских предприятиях привела к существенному сглаживанию сезонного пика производства и потребления электродов. Однако выпуск электродов в целом снизился незначительно, а в некоторых регионах даже возрос, что относится к Костромской обл. (ООО СЗСМ "РОТЕКС"); Москве и Санкт-Петербургу, Смоленской (ООО "СЭЗ"), Нижегородской (ООО "ОМЗ-Инструмент") и Тюменской (ЗАО "Сибэс") областям. Расширилась и номенклатура выпускаемых электродов, в частности в промышленных масштабах организован выпуск электродов диаметром 1,6 мм (ООО СЗСМ "РОТЕКС"). Возросла доля электродов с основным покрытием, а среди универсальных – рутиловых электродов.

Сегодняшняя ситуация с научным и производственным потенциалом сварочного рынка и социально-экономические предпосылки в России дают основание надеяться, что в ближайшие годы отечественное сварочное направление приумножит сварочную мировую науку новыми разработками.

В частности, в соответствии со сложившейся спецификой НИОКР в мировой практике, и в России, запланировано дальнейшее развитие работ по созданию и совершенствованию технологий дуговой сварки, более широкого применения компьютерного управления сваркой с использованием многоязычных дисплеев и усовершенствованных программных средств, разработки прогрессивных схемных решений источников тока. Разработка новых материалов для производства сварных конструкций, отличающихся повышенными характеристиками несущей способности, коррозионной стойкости и технологичности займет также значительный объем НИР в этот период. Наряду с этим планируются работы по освоению новых видов сварочных материалов, отвечающих современным требованиям эксплуатационных параметров сварных соединений и снижению загрязнений окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сидлин З. А. Электродное производство в России//Сварочное производство. 2005. № 10.
2. Игнатченко П. В., Бугай А. И. О некоторых тенденциях развития производства сварочных материалов и сырьевых компонентов//Автоматическая сварка. 2005. № 3.
3. Стеклов О.И. Сварка начала XXI века. IV-я Международная конференция по сварочным материалам стран СНГ. «Сварочные материалы. Разработка. Технология. Производство. Качество. Конкуренентоспособность». Краснодар, 2007.



УДК 336.741.23

*Канд. эконом. наук, доц. ТИНИКАШВИЛИ Т. Ш.*

#### **ЭВОЛЮЦИЯ ВЗГЛЯДОВ НА РОЛЬ ГОСУДАРСТВА В ДЕНЕЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Предпринята попытка обобщения и анализа расхождений, наблюдающихся во взглядах различных экономистов, на вопрос о соотношении эффективности производства и социальной справедливости, методах государственного регулирования денежного хозяйства, в определении способов достижения конечной цели, под которой понимается наиболее*



*полное и рациональное удовлетворение общественных потребностей, в ранжировке и интерпретации промежуточных ориентиров и задач.*

Исследование закономерностей становления финансовой науки показывает, что ее развитие органично сочетается с исследованиями финансовой истории, истории денежного и финансового хозяйства государства. Краткий ретроспективный анализ направлений экономических взглядов и теорий, научных публикаций по проблематике финансов и денежного обращения выявляет отождествление денежного хозяйства России с финансовым хозяйством: признав функциональную экономическую роль государства, финансовая наука смогла четко определить предмет финансовой науки как науки о финансовом хозяйстве государства. Изучение теоретических и прикладных проблем финансового хозяйства государства позволило русским финансистам прийти к обобщающим выводам в определении его как научной категории.

Категория «финансовое хозяйство государства» в конкретном содержании распадается на две составные части – государственные доходы и расходы. Только в ходе длительной дискуссии к концу XIX – началу XX вв. государственные расходы были включены в содержание категории «финансовое хозяйство государства», что нашло отражение в его определении. Российская финансовая наука в начале XX в. придерживалась точки зрения, что «государственные доходы составляют главную часть финансовой науки, но это не исключает исследования государственных расходов». В этом подходе отразилась эволюция финансовой науки, которая с момента своего возникновения была сосредоточена на исследовании государственных доходов.

Эволюция взглядов на экономическую роль государства органично нашла свое отражение в развитии финансовой науки. Разработка концепции правового государства поставила точку в определении предмета финансовой науки как науки о финансовом хозяйстве государства. Было сформулировано и само понятие финансового хозяйства как совокупности отношений, которые возникают на почве добывания союзами публичного характера материальных средств.

В советской финансовой науке была обоснована точка зрения, что финансовое хозяйство возникает только с развитием денежного хозяйства. Согласно этой точке зрения в условиях рабовладения и феодализма финансов не могло быть. До сих пор вопрос о категории «финансовое хозяйство» остается дискуссионным. В экономической литературе при критическом анализе теоретических положений о финансах существует и точка зрения о необходимости включения в сферу финансов всего денежного хозяйства национальной экономики. Однако денежное хозяйство, на наш взгляд, значительно шире финансового: за пределами финансов остается множество денежных отношений внутри предприятий негосударственной формы собственности и между ними. Они не обслуживаются категорией финансы, а являются результатом первичного распределения на основе действия общеэкономических законов.

Исследовательские наработки по финансам и денежному обращению свидетельствуют о том, что изучение вопросов организации денежного хозяйства зарубежными учеными всегда отличалось большей эмпирической, чем теоретической направленностью. В западной экономической

науке существует расширенное и более узкое понимание термина «финансы». В первом случае под финансами понимают финансовые, кредитные, валютные отношения и, соответственно, трансакции, возникающие в государственном, частном секторах экономики, а также между ними. В более узком, точном и наиболее употребительном смысле под финансами понимают экономические отношения, трансакции, возникающие между государством и частным сектором. Согласно наиболее распространенному в западной экономической науке подходу объектом исследования финансовой науки являются доходы и расходы государственных (публично-правовых) корпораций и организаций. Обобщающим термином составных частей финансовой науки авторы считают финансовое хозяйство.

Американская экономическая наука, как самая молодая, возникла на капиталистической стадии общественного развития, когда государство не являлось решающим субъектом воспроизводственного процесса. Именно по этой причине (точнее сказать, это была главная причина) публичные финансы никогда в США не были основным объектом изучения науки о финансах.

Анализ различных теорий воздействия на экономику показал, что спектр мнений относительно роли государства в денежном хозяйстве и экономике в целом колеблется от сторонников полного господства стихийных конкурентных сил до сторонников столь же полномасштабного преобладания регулирующих сил со стороны государства. Бесполезно пытаться точно вычислить оптимальную степень вмешательства государства в экономические процессы. Историческое развитие показывает, что в целом значение государственного вмешательства в экономику увеличивается, но это увеличение происходит не равномерно, а циклически. Приливы активности государства в «трудные» периоды экономической жизни сменяются отливами в спокойные времена. Каждая перемена в степени активности государства имеет свои положительные и отрицательные стороны. Положительный потенциал таких изменений сменяется отрицательным, приводящим к изменениям в противоположную сторону. С ростом масштабов производства и темпов изменения его отраслевой структуры возрастают и трудности в достижении сбалансированности экономики, поэтому ориентация исключительно на саморегулирование рынка способна привести к возникновению существенных диспропорций в социально-экономическом развитии.

Во всем многообразии разработанных концепций государственного регулирования экономики с опорой на финансово-кредитные регуляторы просматривается направленность на усиление фискального централизма государства и упорядоченного, но адаптивного управления воспроизводственным механизмом с помощью монетарных рычагов. Наряду с такими воззрениями все большее внимание сосредоточивается на необходимости организационного обеспечения и регулирования государством системы денежного хозяйства.

Система организации денежного хозяйства отражает функциональную упорядоченность элементов и связей внутри рассматриваемого явления, тогда как механизм организации денежного хозяйства характеризуется как способ взаимосвязи различных сторон его содержания. В процессе реализации конкретных организационно-управленческих мероприятий, определяющих формирование условий, обеспечивается функционирование данного

механизма, вызывающее последовательную смену состояния организации денежного хозяйства и конкретизацию уровня интеграции общественных явлений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег. М.: Гелиос АРВ, 1999.
2. Кейнс Дж. Общая теория занятости, процента и денег. В кн. «Антология экономической классики». В 2-х томах. Т. 2. М.: Эконов, 1992.
3. Макконел К.Р., Брю С.Л. Экономикс /М.: Республика, 1992.
4. Медников В.В., Маховикова Г.А. Экономические теории и экономическая политика зарубежных стран. Санкт-Петербург, СПбУЭиФ 1994.
5. Сумароков В.Н. Государственные финансы в системе макроэкономического регулирования. М.: Финансы и статистика, 1996.
6. Фридман М. Если бы деньги заговорили... Пер. с англ. М: Дело.



УДК 336

Асп. ХМЕЛЕВСКОЙ В. В.

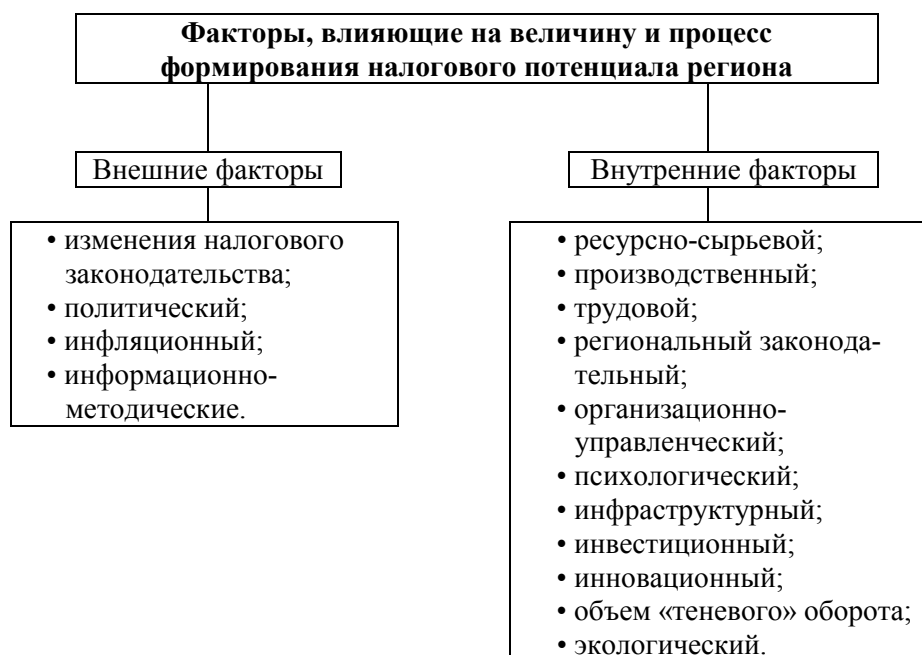
#### ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАЛОГОВОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА

*Приведен анализ внешних и внутренних факторов, оказывающих наибольшее влияние на формирование налоговых доходов и величину налогового потенциала. Учет данных факторов позволит оценить динамику развития РСО-Алания, создать основу для прогнозирования состояния региона в будущем.*

Проблемы финансовой самостоятельности регионов приобрели сегодня особую остроту и актуальность. Их обсуждение на самых различных уровнях вызвано не столько политической конъюнктурой, сколько необходимостью разобраться, каковы перспективы экономических реформ в России, какие резервы и ресурсы следует «включать», чтобы достичь экономического роста, выполнения социальных программ и др. В связи с этим немаловажное значение имеет теоретическое обоснование внешних и внутренних факторов, определяющих формирование и величину налогового потенциала региона (рисунок).

Значительное влияние на формирование и величину налогового потенциала оказывают внешние факторы. К ним следует относить факторы, которые оказывают влияние на региональный налоговый потенциал через федеральные механизмы воздействия или включают в себя определенные исходные условия развития того или иного региона. Их особенность состоит в том, что региональные органы власти не могут значительным образом повлиять на изменение этих фактов. Под влиянием этих налоговых факторов налоговый

потенциал региона может сужаться или расширяться, а само влияние может быть прямым или косвенным.



Классификация факторов, влияющих на величину и процесс формирования налогового потенциала региона.

Примером прямого влияния является отмененный налог с продаж. С его введением налоговая база региона расширяется на сумму выручки от реализации товаров, работ, услуг за наличный расчет. Примером косвенного влияния является отмененный с 01.01.2007 г. налоговый контроль за расходами физических лиц. При совершении крупных сделок физические лица должны были доказать легальность средств и факт уплаты налогов с суммы, истраченной ими при покупке. В данном случае государство, не вводя в действие новых налогов и не расширяя налоговую базу, увеличивало поступления налогов на доходы с физических лиц во внебюджетные фонды.

Политический фактор реализуется через оптимизацию отношений между федеральным, региональным и местным бюджетами, последовательной работой с федеральными органами власти и органами, представляющими интересы субъектов Федерации, по устранению сложившихся диспропорций в межбюджетных отношениях, получению дополнительных трансфертов и субсидий.

Инфляционные факторы подтачивают экономику всей страны посредством дополнительной денежной эмиссии. Инфляция проявляется в общем повышении уровня всех цен. Под воздействием инфляции налоговая база всех регионов страны, являясь основой налогового потенциала, расширяется. Но это увеличение является мнимым, и для достоверной оценки налоговой базы региона за определенный временной период необходима ее корректировка на коэффициент инфляции. В настоящий момент инфляционный фак-

тор оказывает большее воздействие на структуру налоговой базы региона, чем на ее размер. Под влиянием инфляционных ожиданий капитал, который должен быть в реальном секторе экономики при нормализации макроэкономических показателей, остается в финансовом секторе.

Процессы глобализации экономики оказывают существенное влияние на характер и последствия действия традиционных налоговых механизмов. Проигрыш в налоговой конкуренции может иметь крайне тяжелые последствия для любой страны в силу постоянно возрастающей мобильности капитала и опережающего развития информационных технологий, принципиально меняющих представление о динамичности факторов производства (например, рабочей силы). В этих условиях проводимые мероприятия налоговой реформы должны учитывать как фактор налоговой конкуренции, так и необходимость налоговой гармонизации в качестве инструмента предотвращения негативных последствий конкуренции.

Влияние внутренних факторов может корректироваться в ту или иную сторону в рамках региона, поэтому с позиций регионального анализа эти факторы являются наиболее важными. При определении состава этих факторов необходимо учитывать основные макроэкономические, социально-демографические и другие характеристики региона.

Ресурсно-сырьевой фактор представляет собой оценку территории по природно-ресурсному потенциалу с точки зрения бюджетной достаточности. Расширение использования ресурсно-сырьевой базы региона позволяет экстенсивно расширить налоговую базу региона без усиления налогового бремени. Основным природно-ресурсным потенциалом Республики Северная Осетия-Алания являются полиметаллы (Садонское месторождение), строительные материалы (мергель, доломит, отделочный камень, известняк), минеральные источники, водные ресурсы, энергоресурсы (каскад ГЭС на р. Терек).

Производственный фактор представляет собой результат деятельности в основных сферах хозяйства региона, состояние производственных мощностей региона.

Основными отраслями промышленности являются машиностроение (приборы, электротехника), цветная металлургия, пищевая, легкая, мебельная, стекольная промышленность. Отсутствие практически значимых запасов природно-сырьевых ресурсов (газа, драгоценных металлов), способных обеспечить экономические ресурсы модернизации экономики, диктует создание в республике экономики инновационного типа.

Трудовой фактор представляет собой трудовые ресурсы и их образовательный уровень. Население Республики Северная Осетия-Алания в 2006 г. составляло 704394 чел., из них экономически активное составляет 415590 чел. При этом официально зарегистрировано в службах занятости 3300 чел. Таким образом, экономически активное население составляет примерно 59 %. Трудовой фактор характеризуется показателями роста занятости, увеличения реальных доходов населения, увеличения средней продолжительности жизни, роста численности населения, образовательным уровнем, обеспеченностью населения социальными благами и т.п. Состояние и эффективность использования трудового фактора региона определяют реальное состояние экономики, экономические и социальные показатели региона и перспективы его

развития. Трудовой фактор влияет на налоговый потенциал региона через доходы граждан, потребление продуктов питания и других необходимых товаров и услуг, накопление капитала. Номинальная заработная плата в 2006 г. в Республике Северная Осетия-Алания составляла 5800 р. в месяц, а розничный товарооборот в расчете на душу населения составил 23,6 тыс. р.

При росте валового республиканского продукта (ВРП) РСО-Алания за 2001 – 2006 гг. в действующих ценах с 14,69 до 36,27 млрд. р., уровень экономического развития РСО-Алания значительно отстает от среднероссийского: показатель ВРП на душу населения по РСО-Алания по итогам 2006 г. составил 51,1 тыс. р.; объем инвестиций в основной капитал на душу населения составляет менее 1/3 от среднего уровня по России; ниже среднероссийского уровня удельная финансовая обеспеченность на душу населения\*.

Региональный законодательный фактор представляет собой законотворческий потенциал региональной власти при издании нормативных правовых актов по вопросам, связанным с налогообложением и сборами. К компетенции органов региональной власти отнесено несколько элементов налогообложения: налоговые ставки в пределах, установленных Налоговым кодексом РФ, порядок и сроки уплаты налога, формы отчетности по данному региональному налогу. Но даже с помощью этих элементов законодательная и исполнительная власть субъекта Федерации может влиять на налоговые поступления в бюджет и на экономический климат региона.

Например, с введением единого налога на вмененный доход для определенных видов деятельности налоговая база региона значительным образом расширилась: наряду с добавленной стоимостью, прибылью и другими экономическими категориями к ней добавляются новые показатели, которые ранее не участвовали напрямую в налогообложении. Это площади торговых точек, количество посадочных мест в общественном питании, число работающих при оказании ряда услуг, количество заправочных пистолетов на АЗС и другие физические показатели.

Исключительно важное значение имеет организационно-управленческий фактор. Налоговое администрирование представляет собой организационно-управленческую систему реализации налоговых отношений, включает совокупность форм и методов, использование которых призвано обеспечивать налоговые поступления в бюджетную систему России. Целью налогового администрирования является организация деятельности налоговых органов по обеспечению плановых налоговых поступлений в бюджетную систему.

Основным органом исполнительной власти, уполномоченным от имени государства осуществлять администрирование налоговых поступлений в бюджетную систему России, является Федеральная налоговая служба (ФНС) России. В последние годы у ФНС России появились новые функции по осуществлению государственной регистрации юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, а также функции по обеспечению представления в делах о банкротстве и в процедурах банкротства требований об уплате обязательных платежей и требований Российской Федерации по денежным обязательствам. Таким образом, от результативности действий налоговых органов

---

\* Социально-экономическая ситуация РСО-Алания в 2006 г. Статистический сборник Владикавказ, 2006.

по мобилизации налогов и сборов в бюджеты всех уровней зависит в значительной мере величина налогового потенциала региона.

Порой недостаточно учитывается психологический фактор (налоговая культура). Между тем, высший уровень налоговой культуры позволяет увеличить налоговые поступления в бюджет, так как сознание налогоплательщика в этом случае направлено на развитие общества и создание благополучия населения, выраженное в пополнении доходной части бюджета.

Инфраструктурный фактор представляет собой транспортно-географическое положение региона и его инфраструктурную обеспеченность.

Стратегия развития региона и формирование благоприятного инвестиционного климата в рамках этой стратегии являются основой развития бизнеса, роста его капитализации, и как следствие, увеличения валового внутреннего продукта и налоговых поступлений.

Инвестиционный фактор зависит от производственного потенциала региона, уровня прямых и портфельных инвестиций. При благоприятном инвестиционном климате приток внутренних и внешних инвестиций в реальный и финансовый секторы региона способствует расширению налоговой базы. Это происходит за счет создания новых производств, применения современных технологий и, как следствие, за счет увеличения объемов производства, товарооборота, роста реальных доходов населения и т.д. На реализацию инвестиционных проектов в Республике Северная Осетия-Алания привлечено финансовых средств из всех источников в размере 6,3 млрд. р. (2004 – 2006 гг.). Необходимо существенное повышение эффективности производства, последовательное увеличение удельного веса конкурентоспособной продукции с высокой добавленной стоимостью. В связи с чем, ключевой задачей развития экономики Республики Северная Осетия-Алания становится необходимость ускоренной модернизации экономики на основе развития информационных технологий, социальной инфраструктуры.

Инновационный фактор представляет собой уровень развития НИОКР и их финансирование, внедрение в регионе достижений научно-технического прогресса. Одной из главных экономических задач Республики Северная Осетия-Алания является ускоренное развитие экономики на инновационной основе. Активная инновационная деятельность способствует подъему и развитию экономики. С помощью внедрения инноваций модернизируются и создаются новые предприятия и, соответственно, дополнительные рабочие места, обеспечивается освоение и выход на рынок новых видов товаров и услуг, и как следствие, налоговые поступления в региональный бюджет.

Объем «теневых» оборотов оказывает серьезное влияние на достоверность оценки налогового потенциала региона. По данным различных источников объем «теневых» оборотов в целом по России достигает от 10 до 40 % легального оборота. Проблема легализации «теневых» средств может рассматриваться как перспективный источник налогов по мере совершенствования законодательства и усиления контроля за его соблюдением.

Экологический фактор определяется состоянием окружающей среды региона. Налоговой базой является размер ущерба, причиненного природе. Платежи носят компенсационный характер. Поэтому рассматривать возможность кардинального увеличения налоговой базы за счет этого фактора было бы неправильно.

Анализ ряда внутренних факторов оказывающих наибольшее влияние на формирование налоговых доходов и величину налогового потенциала позволяет сделать вывод, что достичь увеличения налогового потенциала субъекта РФ можно посредством:

- улучшения финансово-хозяйственной деятельности предприятий и наращивания их объемов производства и продаж;
- сокращения количества убыточных предприятий;
- наличия действующей эффективной промышленной политики;
- улучшения инвестиционного и инновационного климата;
- совершенствования налогового администрирования в виде фискальных усилий налоговых органов.

Учет данных факторов поможет с наибольшей точностью обосновать и оценить динамику развития РСО-Алания, ее ресурсной базы, и создать основу для прогнозирования состояния региона в будущем.



УДК 354.21

*Ст. преп. ГРУЗДОВ Г. Н.,  
канд. техн. наук, доц. ГЕРАСИМЕНКО В. Г.*

### **О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ РАБОТЫ НАЛОГОВЫХ ОРГАНОВ**

С переходом нашего государства к системе рыночных отношений появилась новая административная структура, контролирующая хозяйственную деятельность всех субъектов производства – налоговая инспекция. Эта структура выполняет контрольно-ревизионные функции. Это большая и очень ответственная работа, суть которой состоит в определении недостатков, вскрытии финансовых махинаций и выявлении резервов в работе хозяйствующих субъектов.

Штаты налоговых органов формируются по объемам выполняемых работ (т.е. «по нагрузке на одного сотрудника»).

В настоящее время особенно большое развитие получило «малое» частное предпринимательство. А фантазия у частных предпринимателей велика. Направления хозяйственной деятельности очень разнообразны. Да и перестроенные на новый лад ранее существовавшие предприятия реформировались в акционерные общества и значительно расширили свои сферы деятельности.

Каждое направление хозяйственной деятельности имеет свою специфику и структуру производственного цикла. Не зная специфику производственного процесса практически невозможно проверить, насколько правильно принято решение в отношении выполнения определенного технологического приема. Дело в том, что все сотрудники органов налоговых служб в подавляющем большинстве окончили высшие и средние специальные учебные заведения по профилю «Налоги и налогообложение». Кроме того, большая часть специалистов органов налогообложения устраивается на работу сразу после окончания учебы.



А ведь работа сотрудников налоговых структур связана с проверкой хозяйственной деятельности разнообразных по своему направлению и по выполняемому объему работ предприятий. С какой стороны тому или иному молодому специалисту подойти с проверкой к предприятию торговли или транспорта, не владея ситуацией о специфике работы в данной отрасли?

В настоящее время проверка хозяйственно-финансовой деятельности со стороны налоговых органов проводится по территориальному признаку. Суть такого рода проверок сводится к тому, что тому или иному конкретному проверяющему необходимо осуществлять налоговый контроль на определенной территории, где могут находиться различные по виду выполняемой хозяйственной деятельности работ предприятия. И вот этот проверяющий приходит на любое из этих предприятий и начинает свою проверку с того, что детальным образом проверяет отчетные данные. Результат в большинстве случаев получается односторонним и зачастую не соответствует реальному положению вещей. Только потому, что проверяющий не является специалистом данной отрасли. Для осуществления детальной проверки производственно-хозяйственной деятельности любого предприятия необходимо, чтобы проверку осуществляли специалисты-профильники, хорошо ориентирующиеся в вопросах предприятий конкретного профиля по трем направлениям:

1) специалист-технолог, хорошо знающий технологический процесс и ориентирующийся в специфике производственного технологического процесса;

2) экономист профильного направления, который на основании изучения технологического процесса мог бы сделать экономическое обоснование эффективности расчетов по осуществлению хозяйственной деятельности;

3) специалист-финансист, хорошо знающий специфику бухгалтерского учета данной отрасли.

Проверка любого предприятия специалистами такого широкого профиля по конкретному отраслевому направлению позволит выявить как недостатки, так и резервы производственно-хозяйственной деятельности.



УДК 336.1(470.65)

*Соиск. БОЛИЕВА З. А.*

### **КАССОВОЕ ИСПОЛНЕНИЕ МЕСТНОГО БЮДЖЕТА РЕГИОНАЛЬНЫМИ ОРГАНАМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО КАЗНАЧЕЙСТВА**

*Рассмотрены вопросы кассового обслуживания местных бюджетов региональными органами Федерального казначейства. Анализируются допустимые согласно законодательству варианты кассового обслуживания бюджетов поселений.*

Кассовое обслуживание исполнения бюджетов есть не что иное, как осуществление и учёт операций по кассовым поступлениям на единый счёт бюджета и кассовым выплатам с единого счёта бюджета.

Согласно статье 215.1. БК РФ кассовое обслуживание бюджетов поселений, бюджетов муниципальных районов и городских округов должно осуществляться территориальными органами Федерального казначейства.

В условиях существования и функционирования в ряде субъектов Российской Федерации региональных систем казначейских органов, кассовое обслуживание бюджетов поселений может быть организовано и в органах регионального казначейства согласно приказу Федерального казначейства №1н от 22 марта 2005 г. «О порядке кассового обслуживания исполнения бюджетов субъектов РФ и местных бюджетов территориальными органами Федерального казначейства».

По приказу Федерального казначейства №1н при кассовом обслуживании исполнения бюджетов субъектов РФ и местных бюджетов учёт операций со средствами бюджетов осуществляется на счетах, открытых органом Федерального казначейства отдельно для каждого бюджета, в подразделениях банка России на соответствующей территории. При невозможности выполнения этих функций ими занимаются кредитные организации (банки), в которых органами Федерального казначейства открыты счета для учёта операций по исполнению федерального бюджета (на балансовых счетах № 40201 и 40204). Кассовые операции учитываются органом Федерального казначейства по кодам бюджетной классификации РФ. При этом допускается детализация кода бюджетной классификации РФ в пределах полномочий субъекта РФ, установленных бюджетным законодательством РФ.

Кассовое исполнение местного бюджета осуществляется по следующим вариантам:

1. С открытием и ведением лицевого счёта финансового органа соответствующего бюджета;

2. С открытием администратором, главным распорядителем или получателем средств соответствующего бюджета лицевых счетов для учета операций по кассовым выплатам из бюджета в соответствии с соглашением об осуществлении органами Федерального казначейства отдельных функций по исполнению бюджета субъекта РФ (местного бюджета) в условиях кассового обслуживания ими исполнения бюджета.

Кассовое обслуживание исполнения местных бюджетов Республики Северная Осетия-Алания осуществляется с января 2006 г. В этом же году был осуществлен переход на программный комплекс «Центр – КС», который способствовал качественному и эффективному выполнению операций по кассовым поступлениям и кассовым выплатам местных бюджетов республики.

Органами местного самоуправления всех муниципальных образований на территории РСО-Алания выбран на 2008 г. второй вариант кассового обслуживания местного бюджета, т.е. вариант с передачей региональным органам Федерального казначейства отдельных полномочий по исполнению бюджета. Для осуществления данного варианта кассового обслуживания местного бюджета во всех районах республики были заключены соглашения между региональными Отделениями Федерального казначейства и Администрациями районов, а также региональными Отделениями Федерального казначейства и Администрациями поселений. Соглашения заключены на основе статей 166.1,168,215.1 БК РФ в соответствии с порядком кассового обслуживания исполнения бюджетов субъектов РФ и местных бюджетов

территориальными органами Федерального казначейства. Согласно соглашению Отделения Федерального казначейства осуществляют кассовое обслуживание бюджета во взаимодействии с Финансовым управлением Администрации местного самоуправления конкретного района РСО-Алания, администраторами поступлений в бюджет, администраторами источников финансирования дефицита бюджета, распорядителями и получателями средств бюджета. В соглашении рассмотрены помимо общих положений, права и обязанности сторон, организационное обеспечение и срок действия бюджетного соглашения. Соглашение обязательно подкрепляется регламентом о порядке и условиях обмена информацией между Управлением Федерального казначейства по РСО-Алания и Финансово-Казначейским управлением конкретного района республики, при кассовом обслуживании исполнения бюджета в условиях открытия в УФК по РСО-Алании лицевых счетов распорядителями и получателями средств бюджета того или иного района. Регламент подразумевает осуществление и учет операций по кассовым поступлениям в бюджет на счете 40204, осуществление и учет операций по кассовым выплатам из бюджета, отчетность о кассовом обслуживании исполнения бюджета и обеспечения получателей средств бюджета наличными денежными средствами.

Выбранный вариант кассового исполнения местного бюджета РСО-Алания является наиболее эффективным, так как передача органам Федерального казначейства отдельных полномочий по исполнению указанного бюджета – одно из условий построения надежной и информативной модели управления бюджетными потоками на субфедеральном уровне. Организация работы Управления Федерального казначейства по РСО-Алании направлена на безусловное выполнение всех необходимых требований по обеспечению кассового исполнения местного бюджета, в том числе обеспечению своевременного доведения до распорядителей и получателей средств местного бюджета объемов финансирования, а также санкционированию и проведению их кассовых расходов.



УДК 336.71

*Асп. ХЕТАГУРОВ Г. В.*

## **МОШЕННИЧЕСТВО С ПЛАТЕЖНЫМИ КАРТАМИ**

*Показано, что подход к вопросам искоренения мошенничества и повышению безопасности платежных карт требует изменения.*

С развитием высоких технологий традиционные формы преступных посягательств приобрели новый характер – в частности, говоря о банковских платежных и расчетных картах, целью преступников стало завладение указанными инструментами (либо связанной с ними идентифицирующей информацией), чтобы иметь возможность распоряжаться средствами на карточных счетах.

По особенностям способа совершения преступления закон выделяет две разновидности мошенничества:

- 1) хищение (приобретение права) путем обмана;

2) хищение (приобретение права) путем злоупотребления доверием.

В нормах Уголовного кодекса не раскрывается ни содержание первого, ни содержание второго. В толковании этих понятий опираются обычно на существующую судебную практику [1].

По данным МВД России, за шесть месяцев 2007 г. органами внутренних дел зарегистрировано около тысячи преступлений, связанных с изготовлением, сбытом кредитных, расчетных карт, а также мошенничества, совершенного с ними. Ущерб от преступной деятельности за этот период составил более 100 млн р. при 1000 случаев мошенничества. Ежегодный рост всех преступлений в сфере оборота платежных карт в России составляет 10 – 12 % в год. Между тем сами банкиры оценивают масштаб незаконных операций с пластиковыми картами в 848 млн р. Рынок мошенничества в России за прошлый год составил 0,02 % от совокупного карточного оборота. По данным ЦБ, общая сумма операций по банковским картам в 2006 г. составила 4,24 трлн р. При этом согласно статистике объем эмитированных карт за год вырос на 50 %.

Рост объема незаконных операций с банковскими картами скоро сравняется с динамикой эмитируемых карт, если в законодательстве не появятся нормы ответственности за карточное мошенничество, считают эксперты. Одной из проблем при раскрытии и расследовании данной категории преступлений – несовершенство законодательства, регулирующего оборот платежных карт. 187-я статья УК устарела: так, например, несмотря на очевидность преступления, нельзя ликвидировать предприятие, на котором изготавливаются поддельные пластиковые карты [2]. Согласно статье, под наказание подпадают лишь те граждане, которые именно «сбывают» поддельные карты. МВД также предлагает ввести и поправки, согласно которым следует прописать ответственность за незаконное использование PIN-кодов. В итоге МВД предлагает установить ответственность за пластиковые мошенничества наравне с ответственностью за изготовление и использование фальшивых денег: увеличить срок лишения свободы с 4 – 7 лет до 7 – 15 лет в зависимости от наличия предварительного сговора в преступных группировках. Грань между определениями «изготовление» и «сбыт» пластиковых карт очень сложная для понимания суда. Введение же такого дополнительного определения как «использование» пластиковых карт, именно как средства платежа, облегчит доказательство фактов мошенничества [3].

Наибольший ущерб банкам сегодня наносит мошенничество при помощи банкоматов. В России преступными группами все чаще используются комплексные технические средства, необходимые для изготовления поддельных расчетных карт, – на банкомат монтируется не просто какая-либо панелька, позволяющая запоминать ПИН-код, а целый блок связанных и синхронизированных устройств. Например, в приемную щель банкомата вставляется портативный считыватель магнитной полосы (на профессиональном жаргоне "скин девайс" или "скинер"), а над клавиатурой монтируется микрокамера. В результате любой операции клиента через этот банкомат преступники получают необходимый и достаточный набор для осуществления подделки – дампы карты клиента и ее ПИН.

В качестве мер для минимизации рисков мошенничества с платежными картами, рекомендуем следующее:

1. Изменение российского законодательства. В последнее время значительно изменились способы совершения преступлений. Принятые же законодательные акты не восполняют имеющиеся пробелы. Создание системы, охватывающей все вопросы, от нормативно-правовых до организационных, позволит эффективно противодействовать любым вызовам и угрозам в информационной сфере.

2. СМС-оповещение о совершенных операциях. На мобильный телефон приходит СМС-сообщение, что по карте совершена платежная операция.

3. Применение защищенных технологий. Переход на чиповые карты, использование технологии платежей Verified by Visa и Secure Code, применение криптографии для аутентификации и для закрытия каналов связи.

4. При подозрительных операциях или несанкционированном использовании платежных карт, специалисты банка блокируют карту.

5. Не реже одного-двух раз в день проводить технический осмотр банкоматов, особенно установленных в удаленных местах (метро, торговые центры, вокзалы), на наличие скриминговых устройств. Это позволит повысить безопасность операций клиентов.

6. Установить лимит по карте (ежедневный, ежемесячный и т.д.). К тому же хороший способ сбережения.

7. Держать две карты, одна для специальных расчетов в Интернете (например, Virtual VISA), что способствует снижению мошеннических действий в Интернете.

8. Пользоваться только официальным банкоматом расположенным в офисе банка.

9. Взаимодействие правоохранительных органов и различных коммерческих структур. Только объединив усилия, можно должным образом противостоять высокотехнологичной преступности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Быстров Л.В. Пластиковые карты. Изд-во: БДЦ-пресс, 2005.
2. УК РФ от 13.06.96. №63-ФЗ.
3. www.Rbcdily.ru.



УДК 336.77(470)

*Д-р экон. наук, проф. ДЕДЕГКАЕВ В. Х.,  
асс. ГУТНОВ Х. К.*

#### **СПЕЦИФИЧЕСКИЕ РИСКИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ В РОССИИ**

*Выявлены основные проблемы потребительского кредитования в России. Предложены пути их решения и советы для потенциальных заемщиков, как узнать реальную цену кредита.*

В настоящее время потребительское кредитование в Российской Федерации находится на этапе бурного развития. Только за последние полгода

кредитные портфели банков увеличились вдвое. С одной стороны потребительское кредитование удобно для клиента – он может позволить купить себе товар, на который ему пришлось бы копить долгое время, с другой стороны, коммерческие банки получили возможность удовлетворить потребности населения. Но стремительное развитие кредитования несет опасность и для клиентов, и для банков.

В условиях нарастающей конкуренции между банками требования к заемщику зачастую сводятся к минимуму. Появились так называемые скоринговые системы, предполагающие получение кредита фактически за один день. Несколько лет назад для получения кредита необходимо было подготовить массу документов, а банки часто отказывали в выдаче денег, а теперь, в условиях острой конкуренции между кредитными организациями, получить желаемую сумму иногда можно, предъявив лишь два документа – паспорт и водительское удостоверение, паспорт и заграничный паспорт и т.д. Не требуются даже трудовые книжки и справки о зарплате. Банки верят на слово! Особенно, если кредитуются покупки в магазине, а не получение наличных. Население радо таким изменениям – теперь они могут позволить себе практически все, что душе угодно. В этом случае возникает опасность выдачи кредита недобросовестным заемщикам.

Наиболее рискованный продукт с этой точки зрения – экспресс-кредиты, когда заемщик за несколько минут получает деньги, товар в кредит или оформляет кредитную карту. В данном случае банк не имеет возможности провести качественную проверку платежеспособности, решение принимает электронная скоринговая система на основе данных анкеты. Мошенники, в свою очередь, изучают тонкости работы скоринга – знают, что нужно написать в анкете и, соответственно, легко могут обмануть банк. А обычные граждане страдают из-за излишней доверчивости и рассеянности.

Среди мошенников распространено несколько стандартных способов получения кредита, по которым впоследствии не придется расплачиваться. Как правило, в подобные аферы вовлекаются ничего не подозревающие люди. Так, например, малообеспеченных частных лиц несложно уговорить за небольшое вознаграждение оформить кредит в торговой точке на свое имя. Мошенники при этом уверяют, что погашать ссуду не придется – мол, у них все обговорено. Заемщик отдает приобретенный в кредит товар мошенникам, они платят ему обещанное вознаграждение и исчезают. Далее им остается лишь реализовать "купленный" товар. А через некоторое время клиент узнает, что задолжал банку круглую сумму. Однако требовать что-либо с такого должника чаще всего бесполезно – денег у него все равно нет, банк лишь потратит свои средства, если обратится в суд.

Для получения кредита аферисты зачастую нанимают граждан, злоупотребляющих алкоголем, а также лиц без определенного места жительства, попросту – бомжей. Главное для мошенников, чтобы у бомжа был паспорт, а в паспорте – прописка. Он вряд ли откажется получить немного денег за элементарную услугу: от него требуется лишь прийти в магазин и написать в анкете то, что скажет "заказчик". Когда выясняется, что клиент не очень-то спешит расплачиваться по кредиту, представители службы безопасности банков выезжают по адресу, где, вероятно, они и найдут указанного в документах заемщика. Но иногда такие люди даже не помнят, что кто-то вообще

водил их в магазин. Не помнят, что давали кому-то свой паспорт. Добиться погашения задолженности в подобных случаях, естественно, не удастся, равно как выйти на след реальных мошенников: вряд ли "заемщик" сможет вспомнить их даже самые общие приметы.

Жертвой мошенников может стать любой человек, которому просто не хватает здравого смысла. Например, часто люди соглашаются выступить поручителем при получении кредита для малознакомых лиц. О последствиях в этом случае задумывается не каждый – часто мошенники предлагают приличное вознаграждение за такую "помощь". Договоры россияне в принципе читать не привыкли, а поэтому часто поручители не представляют, чем для них может обернуться такой шаг. Через какое-то время им приходит письмо, в котором говорится о том, что, согласно условиям договора, они обязаны выплатить определенную, часто очень немаленькую, сумму банку. В банке действуют по закону, так как заемщик, взяв ссуду, естественно, исчез. Найти его не удалось – ни по месту регистрации, ни где-либо еще. Соответственно, поручитель обязан взять на себя обязательства по выплате кредита. Если же он этого не сделает, банк имеет право подать на него в суд.

Фальшивые документы – также распространенный инструмент кредитного мошенничества. Злоумышленники вклеивают свои фотографии в поддельные паспорта. Есть и более изощренный способ – изменить внешность, чтобы она соответствовала фото в украденном или найденном документе. В данном случае обычно используются женские паспорта, поскольку дамам довольно просто изменить внешний вид – цвет волос, прическу, макияж. Представителя банка можно убедить в том, что некоторое несходство с фото связано с изменением имиджа.

В итоге все это может обернуться для банка невозможностью взыскать с должников свои деньги, что подрывает его платежеспособность. В последнее время обсуждению невозврата кредитов выделяет все больше места в СМИ. Вернуть свои деньги банки пытаются не только своими силами, но и с помощью коллекторских агентств.

Теперь рассмотрим, что несет в себе потребительское кредитование для заемщика.

В большинстве своем при обращении в банк за кредитом люди не всегда понимают во сколько им обойдется его оформление. Очень многие не рассчитывают свои силы и занимают у банка сверх своих возможностей. А когда приходит время выплат по кредиту, заемщики, осознавая, что платить, собственно, нечем, начинают скрываться. Банк просрочек платежей не прощает и иногда присылает к клиенту коллекторов – профессионалов по возврату долгов. Заемщикам при выборе банка важно знать не только процентные ставки, но и какую сумму им придется потратить на сопутствующие расходы. По потребительским кредитам банки в настоящее время помимо процентов взимают с клиента целый ряд дополнительных платежей, в частности комиссионные за открытие и ведение счета, оформление документов, в результате чего реальная процентная ставка по кредиту возрастает в разы. Дополнительные платежи могут увеличить процентную ставку в 2 – 3 раза.

Представители ЦБ отмечают, что искажение банками информации о реальной ставке по кредитам приводит к повышению кредитного риска и увеличению невозвратов.

Пытаясь защитить заемщиков ЦБ РФ Указанием от 12 декабря 2006 г. № 1759-У обязал банки доводить до клиентов величину эффективной процентной ставки, указывая ее в кредитном договоре или иным способом. При ее расчете банкам рекомендуется использовать функцию ЧИСТНВДОХ Microsoft Excel. ЦБ рассчитывал этим снизить темпы потребительского кредитования в России и защитить заемщиков от дополнительных платежей. Но банки легко могут уйти от этого требования, ведь данное условие касается только тех ссуд, что включаются в портфель однородных ссуд, а туда входят ссуды менее 0,5 % собственных средств. Так что банки элементарно будут оценивать ее на индивидуальной основе. В то же время порядок расчета, предложенный Центробанком, не дает реальной картины. В настоящий момент к дополнительным платежам по кредитам стоит отнести и расходы на страхование жизни и трудоспособности заемщика.

Еще одним важным моментом для заемщика при выборе кредитной программы является, по какой схеме он будет погашать кредит: аннуитетными платежами – ежемесячно равными частями, включающими в себя сумму долга и проценты, или дифференцированными (уменьшающимися) частями, когда процент начисляется на остаток задолженности.

Свои достоинства и недостатки есть как у аннуитетного, так и у дифференцированного способа погашения кредитов.

Ежемесячные аннуитетные платежи проще и понятнее клиентам и являются наименее рискованными для банков. При аннуитетных выплатах фиксирована сама сумма, которую клиент вносит в банк. Она состоит из основного долга и процента. По мере истечения срока ссуды доля процента постепенно уменьшается, а основного долга – увеличивается. За счет этого платежи получаются равными.

Аннуитетные платежи применяются практически по всем видам кредитов, выдаваемых физическим лицам, так как этот вид расчета удобен для клиента и выгоден для кредитующей организации. При аннуитетных платежах банк получает несколько более высокий доход по процентам, а для клиента этот вид расчетов более удобен и понятен: ежемесячно заемщик выплачивает одну и ту же сумму в счет погашения кредита и может, исходя из этого, рассчитывать свой бюджет вплоть до окончания платежей. Структуру такого платежа в начале периода погашения составляют в основном проценты по кредиту и только малую часть – тело кредита (та сумма, которую клиент получил фактически). При погашении кредита аннуитетными платежами основной недостаток для клиента заключается в том, что сумма выплаченных процентов за весь срок обслуживания будет больше, чем при дифференцированных платежах. Разница появляется в связи с тем, что дифференцированные платежи позволяют выплачивать остаток задолженности по кредиту равномерно, при аннуитетных же платежах основная сумма платежа в начале срока обслуживания кредита будет направлена на погашение процентов, а погашение основного долга будет происходить медленнее.

При дифференцированном платеже проценты за пользование кредитом с каждым последующим погашением уменьшаются, так как уменьшается сумма кредита. «Эта форма погашения самая дешевая для заемщика», – считает банкир.



Дифференцированные платежи состоят из разделенного на весь период погашения тела кредита и переменной (убывающей) части процентов по нему, которая берется от суммы остатка. То есть при дифференцированных платежах сам кредит выплачивается равными долями в течение всего срока погашения. Таким образом, размер общего платежа каждый месяц уменьшается, а погашение основного долга равномерно распределено на весь срок кредита.

В конечном итоге, что выгодней для клиента – простота планирования семейного бюджета или снижение суммы процентных выплат по кредиту, необходимо решать в каждом отдельно взятом случае.

Еще одним шагом, направленным на защиту заемщиков, стал разработанный Минфином проект Закона РФ «О потребительском кредите». Этот законопроект должен быть вынесен на рассмотрение правительства. В случае его принятия у потребителя появится право на возврат потребкредита, если с момента его получения прошло менее четырнадцати дней. Кроме того, банкам запретят включать в кредитный договор условия, ущемляющие права потребителей, в частности, выплату процентов, начисляемых на сумму задолженности без учета сумм, уже выплаченных клиентом. Вдобавок на банки, выдающие потребительские кредиты, ляжет дополнительная нагрузка по предоставлению клиентам довольно широкого перечня информации о кредите.

По нашему мнению, банкам следует уделить больше внимания анализу платежеспособности при выдаче потребительских кредитов, что позволит обезопасить себя от недобропорядочных заемщиков и мошенников. Заемщикам, прежде всего, следует просить банки раскрывать полную информацию о платежах по кредитам, зачастую многие из них даже не удосуживаются прочитать кредитный договор.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Людмила Виноградова – РБК. Кредит, 2007.
2. RBC Daily.
3. Интернет Дайджест Перми 21 сентября 2007.
4. [www.allcredits.spb.ru](http://www.allcredits.spb.ru).



УДК 368

*Д-р экон. наук, проф. ДЕДЕГКАЕВ В. Х.,  
студ. АКОЕВА В. В.*

#### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРАВОВОГО МЕХАНИЗМА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЛЕГАЛИЗАЦИИ (ОТМЫВАНИЮ) ДОХОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРЕСТУПНЫМ ПУТЕМ, И ФИНАНСИРОВАНИЮ ТЕРРОРИЗМА**

*Противодействие отмыванию доходов, полученных преступным путем, является одной из приоритетных задач мирового сообщества на современном этапе развития. Объемы легализации преступных доходов в настоящее время, по подсчетам экспертов, составляют от 500 млрд до трл долларов США в год. С развитием экономики совершенствуются*

*не только правовые методы борьбы с экономической преступностью, но и появляются новые методы легализации преступных доходов.*

В 1989 г. на встрече «Большой семерки» в Париже была создана Международная организация по борьбе с отмыванием преступных доходов (Financial Action Task Force on Money Laundering – FATF (ФАТФ), членами которой являются 40 стран, включая и Россию. Ежегодно ФАТФ составляет «черный» список государств, не принимающих «достаточных мер» для противодействия легализации преступных доходов, рекомендует «соблюдать особую осторожность» в отношениях с такими государствами, ограничивая деятельность банков-резидентов «неблагоприятных» стран путем ограничения на открытие корреспондентских счетов. До недавнего времени Россия входила в число таких стран.

Стабильные экономические показатели и дальнейшее развитие экономических отношений в РФ, как и в любой другой стране, невозможны без привлечения иностранного капитала и без участия государства в деятельности различных международных сообществ и организаций. В 2002 г. ФАТФ исключила Россию из «черного» списка стран, которые не принимают достаточных мер для противодействия отмыванию доходов, полученных преступным путем, а в 2003 г. приняла ее в свои члены. Вступление в ФАТФ потребовало внесения изменений и принятия новых законодательных актов, направленных на борьбу с легализацией преступных доходов с помощью российских физических и юридических лиц, а также «особых экономических зон» внутри страны и за рубежом.

Согласно процедурам, созданным целевой группой разработки финансовых мер ФАТФ, для подтверждения политики борьбы с отмыванием доходов, государство должно привести свое законодательство в соответствие с требованиями сорока рекомендаций ФАТФ 1990 г. с учетом внесенных в них изменений, являющихся базовым документом, на основе которого и разрабатывается национальное законодательство.

В РФ органом, занимающимся надзором за исполнением «антиотмывочного» законодательства, является Федеральная служба РФ по финансовому мониторингу, подведомственная Минфину России.

В настоящее время одной из наиболее актуальных и обсуждаемых тем является внедрение, оптимизация и реализация (осуществление) системы финансового мониторинга во всех областях финансовой системы Российской Федерации. *Федеральный закон №115-ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма»* (далее *федеральный закон*) вступив в силу, внес множество изменений и добавил ряд трудностей в жизнь банковского сектора.

Центральный Банк, Генеральная прокуратура и Министерство внутренних дел Российской Федерации разработали поправки, которые позволят расширить перечень операций, подлежащих обязательному контролю, разрешат внесудебную дисквалификацию провинившихся банкиров и дадут возможность МВД запрашивать у банков информацию о движении средств по счетам клиентов в рамках предварительного следствия.

О грядущем ужесточении законодательства о противодействии легализации доходов, полученных преступным путем, Министр финансов РФ Алексей Кудрин предупредил достаточно давно.

Методы борьбы с преступлениями в финансовом секторе уже готовы. Подготовленные Генеральной прокуратурой, МВД и Центральным Банком РФ поправки в Уголовный и Гражданский кодексы, законы о банковской деятельности и о противодействии легализации доходов, полученных преступным путем, были рассмотрены на очередном заседании экспертного совета Комитета по безопасности Государственной Думы.

Одной из поправок правоохранительные органы требуют предоставить ЦБ РФ право отказывать в согласовании кандидатур при назначении на руководящие должности в коммерческих организациях бывших начальников банков, у которых регулятор отозвал лицензию.

МВД хочет получить возможность запрашивать у банков информацию о движении средств по счетам клиентов в рамках предварительного следствия. По действующему законодательству милиция может запрашивать такие справки, но только с согласия прокурора, рассказывает зампреда комитета Госдумы по кредитным организациям и финансовым рынкам. «Реализация такого предложения, конечно, ускорит раскрытие преступлений. Однако есть опасность, что сотрудники МВД будут злоупотреблять этим правом», – говорит Павел Медведев – депутат Государственной Думы. «Это вызовет панику среди клиентов банков», – добавляет главный экономист по России HSBC Bank Moscow Александр Морозов.

Со своей стороны, ЦБ РФ предлагает разрешить проводить в течение года повторные проверки банков на предмет соблюдения ими законодательства по противодействию отмыванию доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма. В рамках действия этого закона ЦБ РФ также намерен расширить перечень операций, подлежащих обязательному контролю (сейчас контролируются только те операции, которые соответствуют заявленной банком деятельности).

ЦБ РФ готов лоббировать принятие поправки, согласно которой банкам будет разрешено отказывать в одностороннем порядке в заключение договора открытия банковского счета, а также в проведении по нему операций при малейшем подозрении, что клиент замешан в легализации преступных доходов. Банк и сейчас может отказывать фирме в открытии счетов, но при условии, что компания отсутствует по своему адресу местонахождения, предоставляет недостоверные документы или значится в списках как террористическая организация, рассказывает начальник службы финансового контроля Банка Москвы Алексей Седов.

Совершенствование правового механизма и ужесточение мер борьбы противодействия легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, проводилось по следующим направлениям:

- расширение сферы действия федерального закона. Противодействие распространено на операции, преследующие цель финансирования терроризма;
- уточнение перечня операций, подлежащих обязательному контролю;
- увеличение состава организаций, определение иных лиц (адвокаты, нотариусы), осуществляющих операции с денежными средствами и иным имуществом;
- расширение прав кредитных организаций в возможности отказа от заключения договора банковского счета (вклада), от выполнения распоряжения

клиента о совершении операции, приостановления операции лицу, имеющему непосредственное или косвенное отношение к террористической деятельности;

- установление запретов на открытие кредитными организациями счетов (вкладов) отдельным категориям лиц;
- уточнение процедуры идентификации клиентов, повышение ее качества в связи с решением о предоставлении федеральными органами власти дополнительных сведений.

В Российской Федерации создана полноценная законодательная база в целях противодействия легализации преступных доходов и финансированию терроризма, разработан механизм ее реализации.

Возможно, многих проблем можно было бы избежать в банковской сфере, если бы российская банковская система в полном объеме соблюдала требования ФАТФ. Сегодня их 40 (плюс 9 специальных), а самое главное требование – знать своего клиента.

Российская Федерация как участница ряда международных договоров и организаций по борьбе с отмыванием денег приняла и постоянно совершенствует законодательство, направленное на противодействие легализации доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма.

Политика банков, филиалов, представительств в области противодействия легализации доходов, полученных от преступной деятельности, должна обеспечить:

- минимизацию риска использования банка в качестве посредника в операциях по отмыванию денег и финансированию терроризма;
- защиту банка от репутационных и финансовых рисков, возникающих в связи с попытками использовать банк для проведения операций, связанных с отмыванием денег и финансированием терроризма;
- оказание услуг и проведение банковских операций (в частности, открытие счетов, осуществление платежей и переводов) только по поручению добросовестных клиентов;
- выявление операций, подлежащих обязательному контролю, и подозрительных операций, фиксирование и представление сведений о таких операциях в Комитет Российской Федерации по финансовому мониторингу;
- возможность представления банком документальных свидетельств при проведении в отношении клиента банка расследования в связи с подозрениями о его причастности к отмыванию денег и/или финансированию терроризма.

В 2006 г. по результатам проверок у 59 банков отозваны лицензии на осуществление банковской деятельности, возбуждено более 140 уголовных дел по преступлениям, связанным с незаконным обналичиванием денежных средств. За первые полгода 2007 г. по материалам проверок в отношении руководства ряда кредитных организаций возбуждено более 40 уголовных дел по фактам незаконной банковской деятельности, лжепредпринимательства, а также легализации денежных средств, полученных преступным путем.

В 2006 г. было возбуждено 16 уголовных дел по фактам финансирования террористических и экстремистских объединений средствами, полученными от легализации незаконных доходов. В 2005 г. таких дел было возбуждено 13.

В первом полугодии 2007 г. на территории России было выявлено свыше 3,5 тыс. преступлений, связанных с отмывание доходов, полученных преступным путем, что на 23,3 % больше, чем в аналогичном периоде 2006 г. К уголовной ответственности привлечено 467 лиц.

Обеспечение функционирования в банке системы противодействия легализации доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма, координация деятельности подразделений банка и контроль за выполнением ими правил и программ внутреннего контроля в этой области, а также обеспечение представления сведений о подлежащих обязательному контролю и подозрительных операциях в ФСФМ осуществляются ответственным сотрудником банка, назначаемым Президентом – Председателем Правления банка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный Закон «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма» от 07.08.2001г. № 115-ФЗ.

2. Положение ЦБ РФ от 19.08.2004 г. № 262 – П «Об идентификации кредитными организациями клиентов и выгодоприобретателей в целях противодействия легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма»;

3. Положение ЦБ РФ от 17.04.2002 г. № 245 – П «О представлении информации в Росфинмониторинг организациями, осуществляющими операции с денежными средствами или иным имуществом.

4. Балабанов И.Т. Банки и банковское дело. СПб.: Питер, 2003.

5. Белоглазова Л.М. Банковское дело. М.: Инфра-М, 2005.

6. Благодатин А.А., Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш. Финансовый словарь. М.: Инфра-М, 2006.

7. Васильев А. О некоторых особенностях ответственности банков за нарушение законодательства о противодействии легализации доходов от преступной деятельности и финансированию терроризма//Банковское право, № 2, 2005.



УДК 336.1

Студ. ЦАРАКОВ В.К.,  
д-р эконом. наук, проф. КАМБЕРДИЕВА С.С.

#### ФИНАНСОВАЯ БАЗА ПЕНСИОННОЙ РЕФОРМЫ

*Пенсионная система и механизм управления ее финансами анализируют проблемы, связанные с реализацией пенсионной реформы, ее последствиями, функционированием пенсионной системы и, главное, деятельностью пенсионного фонда государства.*

*Негативные демографические изменения, которые характерны для России, заставляют искать новые подходы в решении задач, связанных с материальным обеспечением нетрудоспособных при наступлении старости, инвалидности, по случаю потери кормильца.*

Реформа системы пенсионного обеспечения началась (в 2002г.) с радикального изменения всего предшествовавшего законодательства, регулирующего вопросы формирования и использования пенсионных средств [1,2,3]. Изменение законодательной базы повлекло за собой достаточно серьезные изменения порядка и условий назначения, формулы исчисления размера трудовой пенсии и механизмов ее индексации.

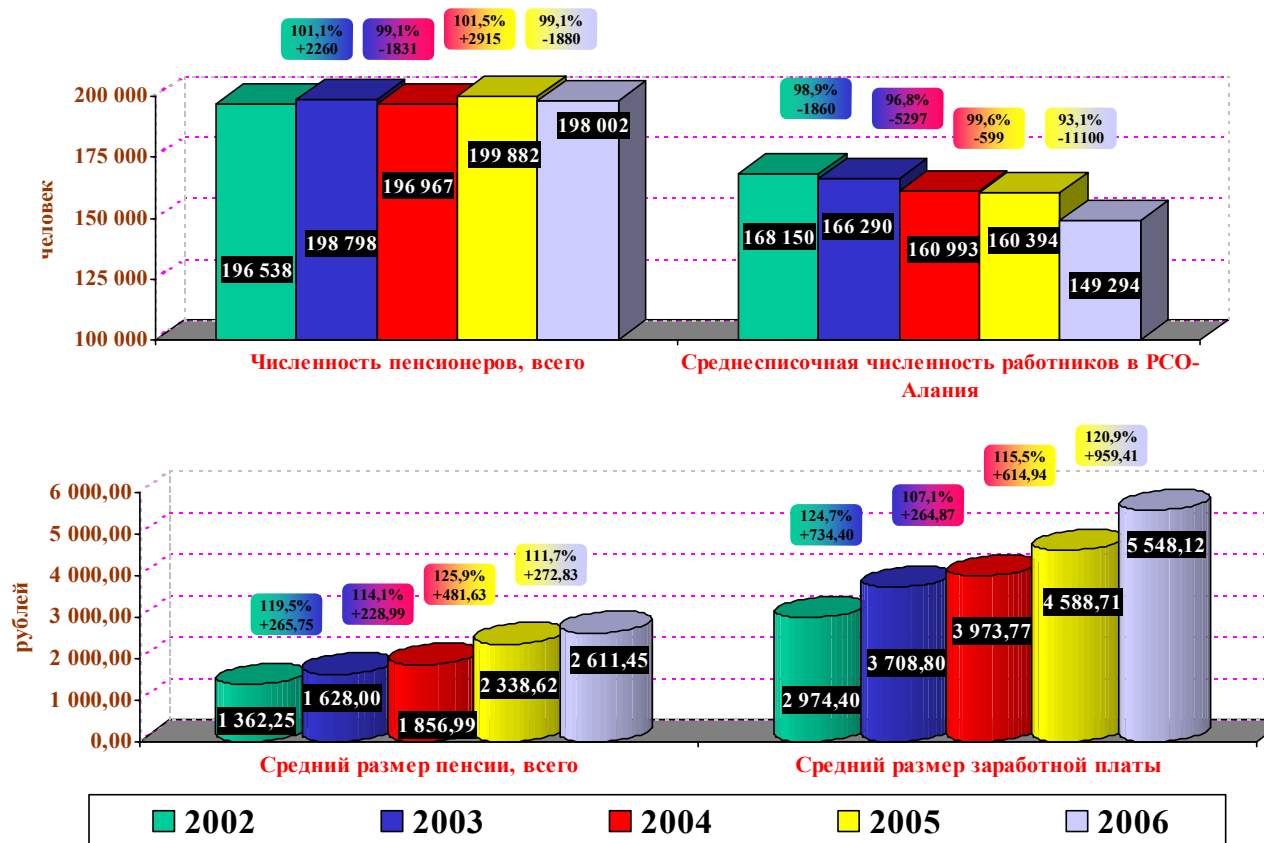
Основными задачами реформы являются достижение долгосрочной финансовой сбалансированности пенсионной системы и повышение уровня пенсионного обеспечения граждан, т.е. формирование стабильной, устойчивой, и что немаловажно, самостоятельной финансовой базы. Доказано, в том числе опытом развитых стран, что размеры пенсий при накопительной системе на порядок выше, чем при распределительной модели пенсионной системы. Кроме того, они обеспечивают принцип справедливости – соразмерности размеров пенсионных выплат трудовому вкладу застрахованного лица в экономику страны за период его трудоспособности.



Пенсионная реформа, в отличие от широко распространенного мнения, касается скорее работающего населения, чем нынешних пенсионеров. Эффект пенсионной реформы становится очевиден лишь в долгосрочном периоде, на отрезке в 30 – 40 – 50 лет. Для пожилых людей система формирования пенсий практически не изменится, наибольший же результат при успешном проведении реформы получают именно работающие люди, которым до пенсии еще далеко и которые обычно не очень задумываются о пенсионном обеспечении. Однако так или иначе заботиться о собственной старости придется каждому, и реформа нацелена в том числе и на то, чтобы заставить людей подумать об этом заранее.

## Соотношение трудовых и пенсионных показателей в РСО-Алания

- 367 -



В основу именно такого структурирования пенсионной системы положен принцип разграничения материальной ответственности государства, граждан, работодателей и других субъектов пенсионных правоотношений в зависимости от условий формирования и источников финансовых ресурсов, обеспечивающих реализацию пенсионных прав.

Решение основных задач пенсионной реформы, как и предполагалось, сводится к решению других общегосударственных приоритетных вопросов: повышению уровня жизни населения (увеличение денежных доходов) и улучшению демографической ситуации в стране.

В данном исследовании нас интересует демографическая ситуация – темпы роста населения и соотношения работающих и пенсионеров. Действующая сегодня пенсионная модель основывается на том, что взносы, собираемые с ныне работающих, перераспределяются среди нынешних пенсионеров. При установленном в России тарифе пенсионных сборов (20 процентов) для обеспечения установленного законом размера 55 процентов от среднемесячного заработка для обеспечения выплат одному пенсионеру требуются взносы как минимум двух работающих.

Однако уже сегодня на одного пенсионера по стране приходится меньше двух работающих – полтора (или три работающих на двух пенсионеров), а вот по РСО-Алания ситуация еще хуже – на одного пенсионера приходится 0,8 работающих. Чего, естественно, крайне недостаточно для обеспечения необходимого объема поступлений. Из-за неблагоприятного изменения соотношения работающих и пенсионеров уровень пенсий в России так низок, а пенсионный тариф – итак достаточно высокий, не формирует достаточной финансовой базы.

Благоприятные демографические условия для реформы и то обстоятельство, что за последние 4 – 5 лет на пенсию выходило относительно небольшое число граждан 1941 – 1945 гг. рождения. А это означает, что доходы пенсионной системы позволяли отвечать по своим обязательствам. Однако начиная с 2006г. бюджет пенсионного фонда стал дотационным, и в ближайшее время зависимость от федерального бюджета (который несет консолидированную ответственность по выплатам пенсий) будет нарастать.

Отсюда и двусмысленность в суждениях, часто встречающаяся в прессе в настоящее время, особенно, что касается будущего пенсионной реформы в высказываниях самих ее идеологов.

Были верно определены сроки начала пенсионной реформы, поэтому ее финансовая база в первые годы не давала сбоев. Однако благоприятные экономические условия закончились – средств стало не хватать, и все чаще проскальзывает неуверенность в правильности сделанных шагов. То, что существующий дефицит бюджета ПФР собираются покрыть за счет средств, накопленных на счетах застрахованных лиц, может подорвать ход пенсионной реформы и не соответствует тем страховым принципам, которые в нее закладывались ранее. Менее болезненными, в этой связи, были бы меры по определению эффективной тарифной политики. Целесообразнее откорректировать механизм при котором бы все 20 % средств, собираемых для выплаты пенсий, направлялись на пенсионное страхование. То есть речь идет о передаче оставшихся 6 % единого социального налога, зачисляемого в федеральный бюджет, для выплаты базовой части трудовой пенсии в страховое и



накопительное перераспределение. И без того базовая часть дотируется из федерального бюджета, так лучше уж пренебречь ей, чем ставить под удар реформу, которая при правильном её осуществлении может повлиять на развития социально-экономической ситуации в стране.

Пенсионная реформа осуществляется и зависит от прочности её финансовой базы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 17.12.2001 N 173-ФЗ "О трудовых пенсиях в Российской Федерации";
2. Федеральный закон от 15.12.2001 N 166-ФЗ "О государственном пенсионном обеспечении в Российской Федерации";
3. Федеральный закон от 15.12.2001 N 167-ФЗ "Об обязательном пенсионном страховании в Российской Федерации";
4. *Сергеева Т.Ю.* Все о пенсиях. М.: Аинансы и статистика, 2005
5. Доклад о состоянии и тенденциях развития пенсионной системы РФ, М., Современная экономика и право, 2005.



**РОЛЬ ОРГАНОВ КОНСТИТУЦИОННОГО ПРАВОСУДИЯ  
В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СБАЛАНСИРОВАННОГО  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ФЕДЕРАТИВНЫХ ГОСУДАРСТВ**

*Анализируется роль органов конституционного правосудия в контексте развития федеративных отношений в различных федерациях. Большое внимание уделяется основным направлениям деятельности системы конституционной юстиции; на основе конкретных решений демонстрируется влияние, оказанное судебными органами на систему разграничения компетенции между центром и регионами.*

В федерациях с различной правовой традицией конституционное правосудие осуществляется либо судами общей юрисдикции – американская модель (США, Бразилия, Мексика, Индия, Канада, Малайзия, Швейцария), либо специализированными конституционными судами – европейская модель (Австрия, Бельгия, ФРГ, Россия). Многие исследователи подчеркивают, что одним из основных рецептов «долгожительства» западных федераций остается наделенная большим общественным весом судебная система, своей деятельностью исключая дискриминацию прав отдельных субъектов федерации [1].

Значение конституционного правосудия не в последнюю очередь объясняется тем, что большинство конфликтов между федерацией и ее субъектами возникает именно в сфере разграничения полномочий и предметов ведения между различными уровнями государственной власти. Более того, как замечает Т. Елингер, «... общим для современных конституционных государств является трансформирование политических конфликтов в правовые и решение их в правовом порядке. Австрийский федерализм отработал эту тенденцию до совершенства: очень детализированное и жесткое конституционно-правовое регулирование распределения полномочий в принципе превращает любой властный конфликт между федерацией и землями в правовой конфликт. ... В Австрии федеральное право по определению не имеет никакого преимущества перед земельным правом. Федеральная конституция исходит из принципиального равенства федерального и земельного права» [2]. Поэтому механизм конституционного правосудия призван играть в конфликтах между федерацией и субъектами в ее составе ведущую роль, что, несомненно, указывает на демократический характер государства [3]. Отмеченная тенденция мирного разрешения возможных противоречий отчетливо прослеживается на примере положений конституций федеративных государств, принятых в последнее время. Так, статьи 141, 142 Конституции Бельгии устанавливают приоритет предупреждения конфликтов актов федеральных и региональных органов государственной власти. Конституция Швейцарии в ст. 44 также предусматривает, что споры между кантонами или между кантонами и союзом разрешаются по возможности через переговоры и посредничество.

Огромное значение для определения дальнейшего развития отношений в системе «федерация – субъекты федерации» имеет полномочие федеральных судебных органов толковать нормы основных законов. В зарубежной научной литературе отмечается, что одним из важнейших инструментов повышения эффективности федеративного управления является способность самой Конституции изменяться, реагировать на требования субъектов федерации. Для федеративных государств «потребность перестройки в институциональной структуре управления носит более острый характер, поскольку распределение полномочий между штатами и нациями выдвигает требования в изменении размещения функций от одного уровня к другому» [4]. Собственно одной из процедур приспособления конституции современным реалиям и выступают решения судебных органов. Как подчеркивает П.М. Силинов, «мощный стимул к участию судебных органов в конституционной модернизации федеративной системы придает и практика введения федерального закона в юридическую силу, присущая странам англо-саксонской правовой культуры». Согласно ей, «функционирование каждого федерального закона обеспечивается с помощью ограничений, уже нашедших применение через судебное решение» [5].

Право федеральных органов конституционного правосудия толковать положения основных законов может существенным образом влиять на баланс полномочий центральных и региональных органов государственной власти. Так, в Германии федеральным Конституционным судом была признана неписанная компетенция федерации: «в силу взаимосвязи вещей» («*Bundeskompetenz kraft Sachzusammenhang*») и «в силу природы вещей» («*Bundeskompetenz aus der Natur der Sache*») [6]. Первая наличествует в случае, когда федерация не может осуществлять полноценное законодательное регулирование собственных предметов ведения без одновременного регулирования предметов ведения, не предоставленных ей по Основному закону. В неписаную федеральную компетенцию «в силу взаимосвязи вещей» входят предметы ведения, которые могут быть урегулированы только федерацией и отсутствуют малейшие сомнения в том, что это исконная компетенция федерального центра.

В Бельгии деятельность Арбитражного суда направлена на сокращение полномочий федерального центра. В отличие от других федеративных систем, где центр сохраняет координирующую роль, и где субъекты осуществляют четко определенные функции, федерация в Бельгии построена на основе исключительного распределения компетенции: каждый уровень власти располагает соответствующими полномочиями, в рамках которых им дается полная свобода действий. В то же время Арбитражный суд признал за субъектами федерации право принимать законы, входящие в компетенцию других органов власти и управления для того, чтобы предоставленные им полномочия использовались с большей пользой. Однако установлено требование, чтобы такой выход за пределы собственных полномочий был минимальным, и чтобы регионы и сообщества в таких случаях руководствовались различными подходами. Кроме того, Арбитражный суд считает, что в рамках своей собственной компетенции, законодатель не должен делать осуществление законодательных полномочий, присущих другому органу управления, «невозможным и даже исключительно сложным». Помимо этого, Арбитражный

суд признал определенную форму совместной компетенции центра и субъектов федерации, в частности, в вопросе социального обеспечения [7].

Огромное значение для уяснения роли органов конституционного судопроизводства в вопросе установления баланса во взаимоотношениях субъектов различных уровней публичной власти играет подтвержденный в ходе практики рассмотрения данной категории споров принцип верности федерации, восходящий к образованию в 1871 г. Германской империи. Согласно ему, «все конституционно-правовые отношения между государством и его составными частями, а также конституционно-правовые отношения между субъектами определяются главенством неписанного конституционного принципа взаимного долга федерации и земель действовать в интересах федерации» [8].

В отличие от всего вышеприведенного, Верховный суд Канады вправе лишь в качестве консультативного органа рассматривать вопросы, связанные с толкованием конституционных актов, проверкой конституционных законов, принимаемых парламентом и законодательными собраниями провинций [9]. Полномочиями же по надзору и контролю фактически наделен судебный комитет Министерства юстиции. Кроме того, федеральный парламент «обладает компетентностью включать те или иные полномочия и рекомендации в набор функций суда перед направлением дела в судебный комитет Министерства юстиции» [10]. В качестве примера влияния судебной практики на эволюцию федерализма в Канаде можно привести следующее: так, формально, федеральные органы обладают всеми исполнительными полномочиями для реализации функции внешних сношений. Однако, фактически, указанные функции федерального центра ограничиваются лишь сферами, в которых он обладает законодательными полномочиями. Поэтому создалась такая ситуация, что провинции могут заблокировать исполнение заключенных Оттавой международных соглашений в случае, если его предметом являются вопросы ведения провинций. Так, в деле «Бонанза Крик Голд Майнинг Ко» против Короля» 1916 г. отмечалось: «действительность ... Акта о Британской Северной Америке заключается в том, что ... за распределением законодательных полномочий, по существу, следует распределение исполнительной власти» [11]. Вместе с тем применительно к Канаде говорить только о тенденции ограничения полномочий центра не приходится. В решении 1981 г. Верховный суд подтвердил правомочность федеральных властей вносить изменения в конституцию без получения предварительного согласия провинций [12].

В федеративных государствах всегда именно федеральные судебные органы уполномочены принимать окончательное решение в делах о спорах между федерацией и ее субъектами. К примеру, согласно ст. 131 Конституции Индии Верховному суду подсудны споры между правительством Индии и одним или более штатами, либо между правительством и одним или несколькими штатами, с одной стороны, и одним или несколькими штатами [13]; ст. ст. 103, 107 Конституции Мексики закрепляют за Верховным судом, в частности, полномочия рассматривать вопросы, касающиеся законов и актов федеральных властей, которые ущемляют суверенитет штатов; решений и действий, вторгающихся в сферу компетенции федеральных властей. Указанные статьи Конституции Мексики устанавливают процедуру ампаро, которую в научной литературе рассматривают в качестве одного из политико-правовых механизмов, служащих защите Основного Закона. Процесс ампаро

в том виде, в каком он существует в Мексике, разделяется на три достаточно самостоятельные ветви: 1) защита прав и свобод; 2) как суд, устанавливающий конституционность законов; 3) как кассационный суд[14]. Однако и здесь не наблюдается абсолютного единообразия. Например, в Соединенных Штатах полномочиями по признанию актов разного уровня неконституционными обладают и суды штатов, что основано на ст. VI Конституции 1787 г. (судьи в каждом штате обязаны следовать федеральному праву, что бы ему ни противоречило в конституции или законах любого штата). Вместе с тем, решение суда штата об объявлении недействительным федерального акта может быть пересмотрено Верховным судом в апелляционном порядке при условии, что предмет обжалуемого решения должен содержать «федеральный вопрос». Право судебных органов осуществлять контроль актов Конгресса и актов законодательных органов стало возможным благодаря таким решениям Верховного суда, как *Marbury v. Madison* (1803) и *Fletcher v. Peck* (1810). Решением же *Martin v. Hunter s Lessee* (1816) Верховный суд наделен правом пересматривать не только решения нижестоящих судов, но и любую акцию законодательных и исполнительных органов штатов, объявляя их правовые акты при необходимости не имеющими юридической силы. В свою очередь, в Аргентине в соответствии со статьей 101 Конституции Верховный суд является единственной и окончательной инстанцией, уполномоченной рассматривать дела, стороной которых является какая-либо провинция[15]. В Австрии судебным органом конституционного контроля выступает также лишь Федеральный конституционный суд.

Определенным отличием характеризуется область взаимоотношений различных уровней публичной власти в Швейцарии, накладывающая свой отпечаток на механизм разрешения конфликтных ситуаций в данной сфере. В научной литературе утвердилось мнение о том, что специфика взаимодействия между властями в Швейцарии характеризуется концепцией так называемого «исполнительного федерализма» («Vollzugfoederalismus»), означающего, что федеральные законы приводятся в действие кантональными органами и судами. Отсюда, закон неделим. Поэтому нельзя иметь конкурирующие федеральную и кантональную судебные системы. В то же время в Швейцарии существует наложение законодательных систем федерации и кантонов, что противоречит концепции единства закона. Данное обстоятельство послужило причиной установления многочисленных неофициальных федерально-кантональных связей между региональными органами и федеральной администрацией, в большинстве своем не регулируемых законодательно. Для случаев, когда возникают спорные ситуации по поводу исполнения федерального закона ни федеральное, ни кантональное право не предусматривают никакой процедуры для юридического их разрешения [16].

Приоритет именно судебного разрешения противоречий между федерацией и регионами наглядно демонстрирует опыт деятельности Верховного суда Канады, вынесшего решение касательно возможного одностороннего отделения франкоязычной провинции Квебек. Верховный суд Канады в связи с этим указал следующее: а) исходя из положений Конституции Канады органы власти Квебека не вправе в одностороннем порядке осуществить сепарацию; б) международное право не позволяет провинции Квебек осуществить одностороннее отделение. В соответствии с п. 84 решения Верховного

суда Канады отделение провинции от остальной территории федеративного государства в правовом аспекте должно рассматриваться как внесение поправки в Конституцию, принятие которой требует проведения переговорного процесса [17]. Если же во время переговорного процесса какая-либо сторона не придерживается конституционных принципов (федерализм, демократия, конституционализм, верховенство закона, уважение прав меньшинств) и ценностей, определенных в данном судебном решении, то может быть поставлена под сомнение легитимность позиции данной стороны, если не сам переговорный процесс. Наконец, суд постановил, что признаваемое международным правом право на самоопределение не может существовать внутри суверенного государства вследствие принципа территориальной целостности государств (п. 122). Отсюда, ни население, ни его представительные институты, ни Национальная ассамблея, ни правительство, ни законодательный орган провинции не обладают правом на одностороннее отделение (п. 138).

Отдельно необходимо упомянуть о правомочии федеральных судебных органов разрешать споры между субъектами федерации. В Соединенных Штатах Конституция 1787 г. в разделе 2 ст. 3 установила принцип мирного разрешения споров между штатами, рассматриваемых Верховным судом, который в ходе своей практики выработал следующие критерии, на основании которых он определяет относимость конкретного дела к его юрисдикции. Так, подлежит выяснению характер штатов, т.е. выступают ли они в качестве подлинных, а не номинальных сторон [18]. Во-вторых, подлежит определению характер спора, поскольку спор следует рассматривать лишь в случае, если есть доказательства того, что «штату, предъявившему иск, нанесен ущерб посредством действий другого штата». В-третьих, суд принимает во внимание свой перегруженный график, а в частности: особенности тяжущихся сторон, серьезность самого спора, существование альтернативы для его разрешения.

Практически все Конституции федеративных государств устанавливают возможность осуществления соответствующими судами проверки нормативно-правовых актов на предмет их конституционности. В принципе, нормоконтроль составляет необходимый элемент механизма реализации конституционно-правовой ответственности. Выявляемые посредством осуществления нормоконтроля нарушения действующего законодательства в актах публичных органов власти являются основанием для применения мер конституционно-правовой ответственности в виде признания акта неконституционным или незаконным. Кроме того, неисполнение решений судебных органов также является основанием для применения мер конституционно-правовой ответственности.

Согласно, например, статье 142 Конституции Бельгии Арбитражный суд выносит решения о нарушении законами, постановлениями и нормами актов представительных региональных органов Конституции; в соответствии со статьями 139, 140 Конституции Австрии. Конституционный суд рассматривает дела о противоконституционности законов земель и противозаконности постановлений органов земель по представлению суда, федерального правительства, по собственной инициативе, по ходатайству лиц, которые утверждают, что из-за этой противозаконности непосредственно нарушены его права в случаях; статья 133 Конституции Венесуэлы среди полномочий Фе-

дерального суда указывает на объявление недействительными полностью или частично законов штатов, противоречащих Конституции, объявление о преимуществе того или иного закона при коллизии национального закона с законом штата, объявление недействующими актов государственной власти, нарушающих Конституцию.

В Австралии существует возможность опротестования актов парламента штатов вследствие их противоречия Конституции или праву государства. В деле *Clyde Engineering Co. Ltd. v. Cowburn* (1926) Высокий суд сформулировал принцип проверки соответствия закона штата закону государства: если действие закона государства распространяется на определенную область, то закон штата не может действовать одновременно в этой же области; если очевидная цель закона государства состоит в том, чтобы «обеспечить исчерпывающую регламентацию отдельных видов деятельности или вопросов, которые стоят в центре его внимания», а закон штата содержит положения, которые «тем не менее затрагивают каким-либо образом регламентацию той же самой деятельности или вопросов...», то закон штата противоречит закону государства» (*Airlines of New South Wales Pty Ltd. V. State of New South Wales and commissioner for Motor Transport*, 1964) [19].

Огромное значение для полного понимания рассмотренного полномочия органов конституционного правосудия имеет такой принцип федерализма, как верховенство федерального права. Конституции ряда федеративных государств закрепляют его непосредственно в своем тексте (статьи 15 и 76 Конституции России, статья 52 Конституционного Акта Канады 1982 г.; статья 133 Конституции Мексики; статья 31 Основного закона ФРГ; статья 49 Конституции Швейцарии и др.). Так, в частности, статья 31 Основного закона Германии гласит: «Федеральное право имеет преимущество перед правом земель». В то же время соответствующие положения неодинаково толкуются органами конституционного судопроизводства. В одних странах (в частности, в Индии) указанный принцип применяется органами конституционного контроля к разрешению споров в сфере конкурирующего законодательства, в других – и в сфере исключительных полномочий органов государственной власти субъектов федерации (США, ФРГ, Мексика). В свою очередь, например, полномочия Федерального трибунала Швейцарии (в составе которого имеются секции по конституционному праву) несколько ограничены в силу того, что различные формы судебного контроля неизвестны в данном государстве, поскольку лишь Федеральное Собрание принимает окончательное решение о соответствии кантональных конституций федеральному законодательству.

Законодательство федеративных государств также закрепляет компетенцию федеральных судов по рассмотрению дел по обвинению высших должностных лиц субъектов федерации. В частности, согласно ст. 142 Федерального конституционного закона Австрии Конституционный суд рассматривает дела в отношении губернатора земли, его заместителя или члена правительства земли в связи с обвинениями, которые влекут предусмотренную Конституцией ответственность за допущенные ими в ходе их официальной деятельности виновные правонарушения. В соответствии со ст. 133 Конституции Венесуэлы Федеральный суд рассматривает дела по обвинению губернаторов штатов и их секретарей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьева Ю.Г. Федеративный опыт Канады и США. Российский федерализм в международной перспективе. М., 2001.
2. Елингер Т. Выступление на Международной конференции «Европейский федерализм и Россия: Опыт прошлого и настоящего» /www.ieras.ru/journal/journal.2001/9.html.
3. Бернхардт Р. Конституционное правосудие и принципы федеративного государственного устройства в ФРГ //Современный немецкий конституционализм. М., 1994.
4. Livingston W.S. Federalism and Constitutional Change. – Oxford, 1956; Lloid B-J. Asymmetrical Federalism: Keeping Canada together? //«Evaluating Federal System». – Centre For Constitutional Analysis (HSRC) – UTA and Co, LTD. Dodrecht – Boston – London, 1997.
5. Силинов П.М. Федерализм: Конституционно-правовое регулирование в зарубежных странах (сравнительное исследование). М., 2002.
6. Шульженко Ю.Л. Конституционное правосудие в федеративном государстве. М., 2000.
7. Николя Лагасс. Бельгийский опыт: пример федерализма путем разъединения. Практический анализ эволюции бельгийского государства //Федерализм: российское и международное измерения. Казань, 2004.
8. Хартмут Бауэр. Верность федерации как определяющий принцип немецкого государства//Федерализм: российское и международное измерения. Казань, 2004.
9. Правовые системы стран мира. М., 2000.
10. Smith J. Judicial Review and Modern Federalism: Canada and United States //Federalism and The Role of the State. Toronto-Buffalo-London, 1987.
11. Leeson H. Vanderelse W. External affairs and Canadian federalism: The history of a dilemma. Toronto – Montreal, 1973.
12. www.constitution.garant.ru/DOC\_3991046.htm.
13. www.concourt.am/wwconst/constit/mexico/mexico-r.htm.
14. Еремян В.В. Процедура ампаро как механизм защиты мексиканской Конституции и фактор сохранения политической стабильности /Вестник РУДН. Серия «Юридические науки». 1998. № 1.
15. Черниловский З.М. От Маршалла до Уоррена: Очерки истории Верховного Суда США. М., 1982.
16. Фляйнер Т. Швейцария: Конституция федеративного государства и кантонов//Федерализм: российское и международное измерения. Казань, 2004. С. 65-98.
17. Reference re Secession of Quebec. [1998] 2.S.C.R. 217 //www.scc.lexum.umontreal.ca/en/1998/1998rcs2-217/1998rcs2-217.html.
18. Саликов М.С. Сравнительный федерализм США и России. Екатеринбург, 1998.
19. Джиффорд Д. Дж., Джиффорд К.Х. Правовая система Австралии. Под общей редакцией доктора юрид. наук, проф. Решетникова Ф.М. М., 1988.



УДК 34

Канд. юрид. наук ГУРИЕВА Э. Г.

### **БОРЬБА С ТЕРРОРИЗМОМ: НОВЕЛЛЫ В РОССИЙСКОМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ**

*С принятием нового федерального закона были решены первостепенные задачи более эффективного противодействия участившимся на рубеже тысячелетий проявлениям терроризма.*



В последнее время наблюдается возникновение новых угроз, которые подталкивают государства к разработке новых способов своей безопасности. На первый план выходят организованная преступность, наркоторговля, этнические конфликты. Однако наибольшую опасность как для отдельного человека, так и для всего общества в целом представляет угроза терроризма.

Юридическая наука и договорно-правовая практика государств на протяжении длительного времени пытаются выработать единообразное понимание преступления международного терроризма, необходимое для эффективной борьбы с ним. Несмотря на значительное количество международных универсальных договоров по этой проблеме, общепризнанного понятия международного терроризма до сих пор не выработано. Кроме этого, отсутствие общего определения этого деяния не позволило государствам-учредителям Международного Уголовного Суда включить указанное преступление в компетенцию такого важного международного судебного органа.

К причинам, затрудняющим согласование, следует отнести следующие факторы: определение международного терроризма должно быть согласовано с трактовками терроризма, содержащимися во внутренних законодательствах различных стран, а также нежелание некоторых государств связывать себя твердой и четкой формулировкой, которое объясняется прежде всего политическими разногласиями государств.

Без четкого определения на универсальном уровне этого вида международного преступления невозможно окончательно принять «Всеобъемлющую конвенцию по борьбе с международным терроризмом», работа над которой идет с 1998 г. Такое развитие событий создает сложные проблемы для законодателей и политиков, ставя перед ними непростую задачу – как в этих условиях могут быть эффективно задействованы уже имеющиеся национальные средства борьбы с терроризмом, предусмотренные внутренним законодательством стран?

В условиях террористической угрозы, от которой сегодня не застрахован ни один человек, нужны меры, способные защитить жизнь и свободу населения. Отвечая этим вызовам, в Российской Федерации в марте 2006 г. был принят закон «О противодействии терроризму», заменивший прежний документ «О борьбе с терроризмом» 1998 г.

Новый документ направлен не только на пресечение террористических акций (как было ранее), но, прежде всего, ориентирован на их предупреждение, в каких бы формах они ни проявлялись.

Настоящий Федеральный закон устанавливает основные принципы противодействия терроризму, правовые и организационные основы профилактики терроризма и борьбы с ним, минимизации и (или) ликвидации последствий проявлений терроризма, а также правовые и организационные основы применения Вооруженных Сил Российской Федерации в борьбе с терроризмом. Он четко определяет механизмы противодействия террористической угрозе.

Документ предусматривает проведение операций по пресечению террористических актов на земле, в воздухе и на воде, на территории страны и за ее пределами, в том числе с применением вооруженных сил, боевых средств и оружия. В строго определенных ситуациях, когда все иные меры исчерпаны и есть полная уверенность, что захваченные террористами летательные аппараты или морские, речные суда будут использованы для совершения терак-

тов, способных принести гибель большого количества людей либо наступление экологической катастрофы, дано право сбивать такие самолеты и топить суда (ст.ст.7,8). Данная норма не указывает на государственную принадлежность воздушного судна, поэтому, меры, предусмотренные ст.7 указанного закона, могут быть применены как к российским, так и к иностранным судам.

Новеллой является введение нового административно-правового режима – режима контртеррористической операции. Хотя не указываются основания введения такого правового режима, они вытекают из сформулированных целей: пресечение и раскрытие террористического акта; минимизация его последствий; защита жизненно важных интересов личности, общества и государства.

В законе значительное место отведено механизму проведения контртеррористической операции, включая меры и временные ограничения, которые коснутся людей.

Спецслужбы могут прослушивать телефонные переговоры, а также осуществлять контроль за средствами электронной связи и перепиской, привлекать транспортные средства организаций, а в неотложных случаях и личные автомобили граждан, прекращать деятельность опасных производств, временно отселять людей, вводить карантин. Здесь предусмотрено и возмещение расходов, связанных с таким использованием транспортных средств. Прослушиванию могут подвергаться переговоры, ведущиеся как с домашнего, так и со служебного телефона, с телефонов-автоматов, и с использованием линий проводной, космической и сотовой связи. Действующими Правилами дорожного движения (Постановление Правительства РФ от 25.09.2003 г. № 595) установлена обязанность водителя предоставить транспортное средство сотрудникам милиции, федеральных органов государственной охраны и органов Федеральной службы безопасности в случаях, предусмотренных законодательством. Лица, воспользовавшиеся транспортным средством, должны по просьбе водителя выдать ему справку установленного образца или сделать запись в путевом листе.

Закон четко определил, кто осуществляет руководство контртеррористической операцией и несет за нее персональную ответственность – председатель Национального антитеррористического комитета, которым по должности является директор ФСБ. Вместе с настоящим законом вступил в силу и Указ Президента РФ от 15 февраля 2006 г. № 116 «О мерах по противодействию терроризму» об образовании Национального антитеррористического комитета, созданного специально для этих целей.

В рамках комитета образован Федеральный оперативный штаб, руководство которым также будет осуществлять директор ФСБ. В субъектах уже функционируют антитеррористические комиссии, которые возглавляют высшие должностные лица субъектов федерации, на которых возложено организационное и материально-техническое обеспечение деятельности этих комиссий. Руководителями антитеррористических комиссий в субъектах РФ по должности являются высшие должностные лица (руководители высших исполнительных органов государственной власти) субъектов РФ. Для управления контртеррористическими операциями в субъектах РФ будут сформированы оперативные штабы во главе с начальниками территориальных органов безопасности.

Одним из наиболее дискуссионных вопросов противодействия терроризму остается вопрос о ведении переговоров с террористами. Сторонники диалога с террористами чаще всего обращаются к зарубежному опыту, утверждая о том, что грамотное ведение переговоров помогает избежать или уменьшить количество человеческих жертв. Противники переговоров утверждают, что уступки террористам в переговорах усиливают эскалацию терроризма. Здесь закон установил четкий критерий ведения переговоров – сохранение жизни и здоровья людей. В отношении участников переговоров законодатель определил, что ими должны быть лица, специально уполномоченные на то руководителем контртеррористической операции.

Настоящий закон императивно запрещает рассмотрение любых политических требований террористов, т.е. требований, направленных на изменение каких-либо отношений, касающихся осуществления государственной власти (ст.16).

Несмотря на непрекращающуюся борьбу с террористами, социальное явление терроризм расширяется. В современном мире вообще и в России в частности мер, которые принимаются в борьбе с терроризмом, недостаточно. Система борьбы с этим явлением должна включать, в первую очередь, правовой аспект. Неукоснительное соблюдение уже существующих нормативно-правовых актов в этой области способно дать ощутимые результаты в противостоянии этому злу.

Таким образом, успех юридического противодействия терроризму в РФ во многом зависит от совершенства международно-правовой и внутригосударственной базы, от согласованной работы правоохранительных органов при поддержке населения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон РФ от 6.03.2006 г. №153-ФЗ «О противодействии терроризму».
2. Федеральный закон РФ от 25.07.1998 г. № 130-ФЗ «О борьбе с терроризмом».
3. Федеральный закон РФ от 12.08.1995 г. №144-ФЗ «Об оперативно-розыскной деятельности».
4. Постановление Правительства РФ от 25.09 2003г. №595.
5. Указ Президента РФ от 15 февраля 2006 г. №116 «О мерах по противодействию терроризму».



УДК 343.3

*Доц. ТОХСЫРОВ В. Г.*

#### **О ВЗАИМОСВЯЗИ ОБЩЕЙ ПРЕСТУПНОСТИ И ТЕРРОРИЗМА**

*Рассмотрены причины роста преступности и меры её предупреждения.*

В России, а также и в Республике Северная Осетия-Алания преступность безудержно растет, хотя принимаются определенные меры к ее минимизации. Однако они неэффективны и не обеспечивают неотвратимости наказания.

Высока латентная преступность. За последние 5 лет в России рост преступности составил 15,2 %, а в РСО-Алания – 11,09 %, поэтому проблема преступности по-прежнему лихорадит общество.

Заказные убийства и похищения людей, незаконная торговля оружием и наркотиками, хищение миллиардных сумм и отмыывание их в зарубежных странах, акты терроризма – все это подтверждает, что преступность стала межгосударственной проблемой, угрожающей безопасности России.

Недостаточно продуманные мероприятия при переводе страны на рыночные отношения явились одной из причин роста многих преступлений и снижения их раскрываемости. Структурные органы государства, призванные пресекать и раскрывать преступления, оказались неподготовленными к работе в новых условиях, был растрочен кадровый потенциал, что послужило толчком для организации преступных формирований и безнаказанному совершению тяжких и особо тяжких преступлений.

Мы перешли к рыночной экономике. Она не имеет альтернативы, но у нас в России она сохранила многие «родимые пятна» командного управления, в том числе не смогла устранить причины преступности, а наоборот преумножила их.

Анализируя по многим критериям 35 – 50-летних лиц, ныне отбывающих наказание за совершение тяжких и особо тяжких преступлений, нужно заметить, что их преступная психология сложилась, по крайней мере, лет 15 – 20 тому назад, т.е. в 90 годы XX века, на фоне особенностей в жизни того времени, в годы разгула «демократизации», преступной приватизации и разрушения моральных устоев общества. И самое страшное – это еще не скоро уйдет в историю, а все ощутимее будет мешать многим сторонам жизни, в том числе минимизации правонарушений и уголовных проявлений.

Мероприятия, проводимые государственными органами по обузданию преступности, пока не дают желаемых результатов.

По признанию Министра внутренних дел России, генерала армии Рашида Нургалиева на сегодняшний день в России функционирует до 10 000 организованных преступных формирований, численностью до 300 000 чел. Объем теневой экономики, который находится под контролем мафии, составляет 20 – 25 % ВВП страны. В западных странах этот показатель равен 5 – 10 % ВВП.

МВД России признает, что экономически развитые регионы оказались под контролем мафии. Количество преступлений, совершаемых организованными преступными группами, растет, а раскрываемость в 2006 г. ухудшилась в 38 регионах. В 2006 г. в каждом четвертом регионе страны преступления, связанные с организованной преступностью, вовсе не были выявлены, в том числе и в РСО-Алания. Это говорит о том, что либо мафии у нас нет, либо она окончательно стала хозяином положения.

В России сложилась ситуация, когда «при достижении определенного уровня могущества, мафия благотворно влияет на стихийную преступность», так как крупные преступные группировки, защищая свои преступные, коммерческие интересы, вынуждены поддерживать порядок на всей территории, ограждая население от «диких» и «отморозков», чем, и объясняется незначительное снижение преступлений небольшой и средней тяжести, а влияние профилактической работы на этот показатель минимальное.

В наши дни в России преступность все больше организуется, вооружается, коррумпируется, оперативно используя все достижения науки для реализации преступных целей. Ушел в историю XX в. Он дал миру много великих достижений. Человечество подводит итоги пройденного. В XX в. человечество поставило на службу ядерную энергию, вырвалось в космос, проникло в генетическое начало, разработало либерально-демократические принципы государственного устройства, осознало великую значимость прав человека, находит оптимальные формы сосуществования между государствами. Но для XX в. были также характерны непрерывная цепь кровавых, разрушительных войн, беспрецедентная гонка вооружений, вспышки социальной, расовой, национальной и религиозной нетерпимости, насильственные революции и контрреволюции, невиданный разгул терроризма, насилия, грабежа и других опасных форм преступности. Все это подкрепляет прежнюю убежденность, что дикость человеческого поведения, как и в прошлые века, остается нормой земного бытия и в нашу, претендующую на цивилизованность, эпоху. Дикость и абсурдность любых конфликтов с истреблением людей являются преступлением против человечества, однако до наших дней остаются аргументом в политике некоторых государств и убеждением многих людей – и политиков, и преступников.

История, в том числе и нашей страны, подтвердила, что права человека нарушались и нарушаются не только диктатурой власти, но и диктатурой криминала. Россия ныне стоит перед проблемой решения двуединой задачи:

- 1) эффективности правоохранительной деятельности и ее гуманности;
- 2) эффективности правоохранительной системы и строжайшего соблюдения законности, прав и свобод граждан.

Без учета категорий необходимости безопасности и социального контроля с диктатурой современного криминала и массовым попиранием им прав и свобод человека государство не справится.

Государство само спровоцировало причины преступности и одновременно пытается вести борьбу с ними. Это барство и необыкновенные привилегии одних и правовое и материальное бесправие других, безработица, материальная и социальная бедность большинства населения, разница в оплате труда госчиновников и врачей, преподавателей, рабочих и тружеников полей, коррумпированность госчиновников, судебной власти, правоохранительной системы и новой прослойки – администрации местного самоуправления, правовая незащищенность основной массы населения, грубые искажения в кадровой политике, недоступность многих мест работы для представителей талантливой молодежи.

Недавно ушел на пенсию судья, сумма пенсии составила 47000 р. Когда же уходит на пенсию профессор СКГМИ, доктор наук, внесший вклад в мировую науку, то он получает пенсию примерно 5000 р. Сегодня мировой судья получает зарплату столько, сколько два профессора СКГМИ. Страна, которая не ценит науку, лишена будущего, и мы, по-видимому, к этому близки.

Мыслители мирового масштаба всегда занимались изучением динамики преступности. Платон и Аристотель связывали преступность с состоянием общественных нравов, имущественным расслоением общества.

Томас Мор писал, что преступность порождается нищетой населения и паразитизмом дворянства (в знаменитом трактате «Утопия»).

Томазо Компанелла причиной преступности называл социальную обездоленность («Город солнца»). Во все времена, в том числе и в наши дни встает вопрос: «Какие факторы влияют на динамику преступности и можно ли ее предупредить»? Данный вопрос требует систематизированного объяснения. На причины преступности оказывают влияние многие факторы и здесь необходим научный анализ экономических, политических, социальных и других процессов, происходящих в обществе. Изменения в жизни, позитивные или негативные, проходят через сознание людей, а общественное сознание определяется общественным бытием, т.е. материальными отношениями людей к природе, друг к другу.

Сознание и бытие находятся в системном взаимодействии при общей ведущей роли общественного бытия, поэтому антиобщественные явления нами рассматриваются как негативные, отрицательные элементы общественной жизни, как издержки в функционировании социальной системы.

Преступность – социальное явление и ее причины кроются в социальной среде. Мы исходим из того, что избавление общества от преступности – это идеал, но достижение этого идеала проблематично и является сверхзадачей. Пока никому не удавалось его достичь.

Процесс криминальной эволюции показал, что преступность малочувствительна к традиционным мерам воздействия.

Подкуп, угрозы, устранение несговорчивых людей являются теми отмычками, которые открывают любые двери в любых коридорах и решают любые вопросы в пользу преступных баронов. Указанные факторы действуют и в России, не является исключением и РСО-Алания. Общество может победить преступность путем глобального решения социальных вопросов и проведения мероприятий разрушающего воздействия на криминальный феномен при условии, что нужно удержаться от скатывания за опасную черту произвола и беззакония.

Франц фон Лист писал: «Преступление также вечно, как смерть и болезни, и наказание никогда не исчезнет, меры предупреждения никогда не победят преступность, так же как величайшее развитие гигиены никогда не победит смерть и болезнь».

Задача должна быть более реалистичной, а именно: «удержать преступность на социально терпимом уровне» и в этом направлении должна осуществляться деятельность всего общества и особенно правоохранительной системы.

Во все времена были различные суждения о преступности. Например, Н.С. Хрущев убеждал нас, что он лично пожмет руку последнему преступнику. Этому заявлению мы не верили, так же как не верили его заявлению, что мы будем жить при коммунизме. Объективность наших дней позволяет трезво смотреть на преступность как на побочный и нежелательный, но закономерный продукт общества, как на его неизбежную, но в определенных пределах контролируемую патологию. К такому выводу пришли эксперты ООН при рассмотрении вопроса о преступности в мире.

Общество без преступлений – это утопия, однако преступность можно успешно контролировать, а если динамика преступности не имеет тенденции к снижению, то причины кроются в социальной жизни общества, страны, региона.

Реальный уровень преступности в России и в РСО-Алания за анализируемый период (5 лет) не дает оснований ни для паники, ни для благодушия, но вызывает обоснованную озабоченность.

Среди множества проблем, стоящих перед нашей страной, борьба с преступностью занимает особое место. К примеру, в МВД РФ работает 1,5 млн аттестованного состава, а в Министерстве обороны – 1,2 млн военнослужащих. Эти цифры хотя и относительны, но показывают, какая внутренняя опасность существует в стране.

Исторически опыт борьбы с преступностью показывает, что наиболее действенным способом минимизации преступности является профилактическая работа, которая обеспечивает выявление и устранение ее корней и истоков. Предупреждение преступности дает возможность решать задачи борьбы с нею наиболее гуманными способами, с наименьшими издержками для общества, без включения сил уголовной репрессии. Одними репрессивными мерами можно иметь временный успех, но преступность победить и искоренить нельзя.

Для минимизации преступности необходимо **совершенствовать экономические, политические и социальные институты, устранить из жизни кризисные явления и диспропорции, питающие преступность. Конкретные целевые направления профилактики должны исключить безработицу, нищету миллионов наших граждан, детскую беспризорность, бытовую неустроенность многих граждан.** В переходный период, в котором находится наша страна, материальные стимулы должны стать главным рычагом развития экономики, что позитивно повлияет на законность и правопорядок, на динамику и структуру преступности. Пока в этих направлениях работа больше имитируется, чем реально исполняется, поэтому в России динамика преступности с 2002 по 2006 гг. не имеет тенденции к снижению.

Особую озабоченность вызывает увеличение количества лиц, совершающих преступления и вовлекаемых в преступную среду. Безудержно растет количество преступлений корыстно-насильственной направленности. Коррупция проникла во все сферы общества и особенно в среду государственных чиновников. В первом своем кратком интервью новый Премьер-министр, генерал-полковник Виктор Зубков сказал, что в настоящее время для России нет большей опасности, чем коррупция. Раскрываемость преступлений заметно не улучшается.

За последние годы мировое сообщество, в том числе и Россия, столкнулись с международным терроризмом. Борьба с ним потребовала создания общегосударственной системы противодействия. Принят закон «О противодействии терроризму», издан Указ Президента РФ «О мерах противодействия терроризму». Созданы Национальный антитеррористический комитет и Федеральный оперативный штаб. В 2006 г. количество терактов по сравнению с 2005 г. уменьшилось вдвое. В текущем году на Северном Кавказе проведено более 80 оперативно-боевых мероприятий, в ходе которых уничтожено 147 активных участников бандитских формирований, среди них 10 главарей бандитских групп. Предотвращено 30 терактов. Заметно снизилось количество преступлений террористической направленности (с 66 до 44).

В целях перекрытия каналов финансирования террористов проверено более 3000 физических и юридических лиц, прекращена деятельность 72 организаций, возбуждено 50 уголовных дел.

Решением Верховного суда РФ две международные организации («Джуид аш-Шам» и «Исламский джихад – Джаамат маджахедов») признаны террористическими. В России прекращена деятельность 117 подобных структур. С повинной явились 546 боевиков. 6 июня 2007 г. вышло Постановление Правительства о применении вооруженных сил и боевой техники в воздушном пространстве, во внутренних водах, на континентальном шельфе, если имеется террористическая угроза. Мероприятия, проводимые в России, согласуются с работой оперативных служб стран СНГ. Разработана концепция Федеральной целевой программы «Антитеррор» на 2008 – 2012 гг.

В 2005 г. в России совершено 257 терактов, в 2006 г. – 112. В 2006 г. предотвращено 300 терактов.

Только на территории Северной Осетии с 1993 по 2006 гг. членами преступных формирований были похищены 433 человека, из них 129 были освобождены без выкупа, за 304 был отдан выкуп, 19 человек убиты, 34 считаются без вести пропавшими.

В спецслужбах нашей страны имеются проверенные сведения о том, что в некоторых регионах России функционируют террористические группы. Принимаются адекватные меры по их ликвидации.

Террористов для совершения терактов в России готовят за пределами нашей страны. Хотя эти процессы и находятся под оперативным контролем, однако и сегодня нет гарантии, что мы избавлены от атак террористов. Соответствующими структурам ведётся необходимая работа по их недопущению, но она несоразмерна с валом преступности и пока малоэффективна, а конечные итоги слишком скромны.

29 июня 2007 г. бывший полномочный представитель Президента РФ в Южном федеральном округе Дмитрий Козак обратился к руководству страны с просьбой об оказании помощи в борьбе с коррупцией в Северной Осетии. Он сказал, что в Северной Осетии коррумпированы государственные чиновники, правоохранительные органы и администрации местного самоуправления. За всю историю борьбы с преступностью, после обращения генерала Ермолова, это второй факт обращения к высшей власти об оказании помощи в борьбе с преступностью в субъекте страны.

Обращение генерала Ермолова было в другой исторической эпохе, т.е. 14 мая 1818 г. Об этом помнят и знают юристы, которые профессионально занимаются борьбой с преступностью. А наши потомки будут помнить в веках обращение Дмитрия Козака о коррумпированности в нашей республике государственных чиновников, глав местной администрации и сотрудников правоохранительных органов. По-видимому, Дмитрий Козак имел веские основания, государственные деятели такого уровня голых заявлений не делают (обращение Козака было аргументированное, но запоздалое).

В своем обращении к Парламенту и народу Глава РСО-Алания борьбу с коррупцией назвал приоритетным направлением и сказал, что коррупция заела госаппарат и пока мы не победим коррупцию, наша жизнь не улучшится. Исходя из данной официальной позиции, с учетом того что борьба с коррупцией в Осетии успехов не имеет, мы долго будем ждать победы, а значит, долго еще будем жить в бедности.

Недавно Президент РФ созвал совещание по выработке мер по борьбе с коррупцией. В работе совещания принимали участие прокурор РСО-Алания



и зам. Министра внутренних дел Сослан Сикоев. Возможно, идеи, рассмотренные на совещании по борьбе с коррупцией, будут реализованы и в нашей республике, но пока в Осетии процветают корыстные преступления, а противодействие виновным не соответствует их общественной опасности.



УДК 343.9.018.3: 314.7

*Канд. юрид. наук, ст. преп. ЦОРИЕВА Е. С.*

## **НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РОССИЙСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ПРАВОВОМ РЕГУЛИРОВАНИИ СТАТУСА ИММИГРАНТОВ**

*Предлагаются некоторые меры по совершенствованию российского законодательства, регулирующего сферу въезда-выезда мигрантов и пребывания их на территории нашей страны.*

Исследование проблемы правового статуса мигрантов как особых субъектов правовых отношений имеет большое теоретическое и практическое значение для дальнейшего совершенствования законодательства России в данной области. Важность изучения этого вопроса обусловлена тем, что претворение в жизнь идей демократизации и открытости российского общества, широкое развитие международного сотрудничества в различных областях с иностранными государствами сказались на заметном увеличении количества официально прибывающих в нашу страну и проживающих в ней иммигрантов.

В Российскую Федерацию стекаются в поисках убежища, работы или лучшей доли многочисленные беженцы и иные мигранты из стран СНГ и стран «третьего мира». Массовая и во многом неконтролируемая миграция лиц, не являющихся гражданами России, уже привела к тихой «колонизации» ряда российских регионов [1]. Многочисленные исследования ученых подтверждают тезис о том, что неурегулированная миграция населения объективно ведет к повышению нагрузки на экономические и социальные инфраструктуры государства, к конфликтным отношениям между коренными жителями и мигрантами и, как следствие, к осложнению криминогенной ситуации в местах концентрации мигрантов. Практика показывает, что незаконная миграция на территории России нередко используется для занятия законной или незаконной коммерческой деятельностью, для совершения незаконных действий с наркотиками, оружием, валютой, для совершения иных преступных деяний, поиска нелегальных каналов проникновения в другие страны. Незаконная миграция расширяет базу для деятельности организованных преступных группировок, международных террористических и экстремистских организаций, усиливает угрозу национальной безопасности государства пребывания [1 – 3].

Количество иностранных граждан и лиц без гражданства, незаконно прибывших на территорию России, не поддается полному учету и контролю в

связи с тем, что они избегают регистрации. Наибольшим вниманием незаконных мигрантов пользуются крупные города, экономически развивающиеся зоны и приграничные регионы. В связи с этим представляется необходимым разработка новых положений о регулировании правового режима мигрантов, анализ и объективная оценка ряда законодательных актов иностранных государств по данной проблематике. В частности, необходимо принять законы «О миграции», «Миграционный кодекс Российской Федерации», «О регистрационном учете населения в Российской Федерации».

Состояние проблемы мигрантов в «передовых» государствах Западной Европы и Северной Америки тоже оставляет желать лучшего. Преступность иностранных граждан и лиц без гражданства стала приобретать глобальные масштабы с того момента, когда экономически развитые страны превратились в «центр» мира, куда устремились мигранты, ищущие за границей лучшей жизни. Развитие интеграции в современном мире, обусловленное политическими и социально-экономическими изменениями, усиливает международные перемещения людей, что зачастую приводит к криминализации общественных и экономических отношений и, как следствие, ужесточению миграционных режимов принимающих стран.

Сейчас в Западной Европе только легально проживает около 15 млн иностранных граждан и лиц без гражданства. В США проживает столько же нелегально. В общей численности работников доля иностранных граждан и лиц без гражданства составляет в Европе 9,4 %, в США – 12 % [1].

Анализ зарубежной прессы свидетельствует о том, что в развитых странах мира давно осознали важность и необходимость контроля за потоками мигрантов. Политики любого уровня вынуждены обращаться к данной проблеме, а государственные органы – принимать меры по ограничению легальной трудовой миграции иностранцев. Именно поэтому специальные миграционные службы, часто располагающие вооруженными подразделениями, регистрируют въезжающих иностранных граждан и лиц без гражданства, отслеживают их передвижение по территории своих стран, охраняют границу от нарушителей, ведут работу с иммигрантами и пр. Несмотря на усиление мер по охране рубежей, число желающих попасть в Европу и США (подобные тенденции все активнее просматриваются в Российской Федерации) только увеличивается. Становятся известны все новые факты гибели нелегальных мигрантов при попытке въехать в развитые страны. Но даже такой большой риск их не останавливает. Выходцы из развивающихся государств стремятся найти работу на Западе, что и понятно: ведь размер оплаты одинакового труда во много раз превышает соответствующий показатель на родине. Например, американская компания «Дженерал Моторс» платит мексиканцу в час 1,54 долл., а в США за ту же работу она вынуждена платить 18,96 долл. в час. Разница в заработной плате иммигранта и западного рабочего делает чрезвычайно выгодным для работодателя привлечение иностранной рабочей силы, которая дешевле, легче управляема, менее организована, не имеет профсоюзов, не требует социальных гарантий. Использование труда нелегальных мигрантов еще привлекательнее, поскольку «плату за риск» предприниматель кладет себе в карман [4].

Тут-то и скрывается конфликтная ситуация, которая может разразиться «социальной бомбой» с очевидными для всех последствиями. В условиях конкуренции со стороны мигрантов, труд которых обходится дешевле, рабочие из числа граждан развитых стран оказываются неконкурентоспособными, как это ни парадоксально звучит (такая же ситуация имеет место сегодня и в России, когда россияне не могут получать достойный заработок, который им перебивают выходцы из иностранных государств). Именно высокий уровень жизни, а значит, и притязаний наемных рабочих на Западе, достигнутый упорной борьбой за свои права, сегодня становится одной из главных причин роста безработицы в этих странах. Так, в странах ЕС в 2003 г. насчитывалось более 15 млн безработных. Вполне понятно, почему на Западе все большее распространение получают настроения против притока в страны иностранцев. Турки уже потребовали у правительства Германии автономию, а популярность во Франции Лепена, победа в Австрии Хайдера – тех, кто на своих знаменах начертал лозунг «Родина без иностранцев», – говорит сама за себя. Западные газеты постоянно муссируют наболевшую тему о том, что иностранцы отнимают рабочие места у коренного населения, подрывают основы его национальной самобытности и национального самосознания, и, вообще, просто мешают жить. Даже, казалось бы, в благополучной Швейцарии случается в год до сорока случаев поджогов в местах компактного проживания иностранцев. Обыватели чувствуют угрозу, ибо они могут быть не только подвержены преступным посягательствам со стороны мигрантов, но и потерять высокооплачиваемые рабочие места, а это ведет к потере в большинстве случаев и социального статуса. Проведенный по заданию Европейского союза опрос среди жителей 12 стран показал, что против притока в страну иностранных граждан и лиц без гражданства выступают 83 % бельгийцев и датчан, 78 % финнов, 75 % французов, 65 % британцев.

Безусловно, нельзя приписывать все беды злой воле мигрантов, они в какой-то мере сами оказываются жертвами обстоятельств. Данное явление — порождение противоречий современной глобальной общественной системы с присущей ей неравномерностью в развитии отношений между мировым «центром» и «периферией». Когда труд является только средством для получения максимальной прибыли, при появлении возможности сэкономить на его оплате в расчет не принимаются судьбы людей — таковы законы рынка. Чтобы оставаться конкурентоспособным, предприниматель должен постоянно снижать издержки на производство, в том числе и на заработную плату. На Западе это осуществляется благодаря появлению конкуренции со стороны огромного числа мигрантов. Преодоление отчуждения рабочих от условий своего труда сможет снять многие противоречия, в том числе и проблемы, связанные с иммигрантами.

Большинство конституций западноевропейских стран ограничивают политические права иностранных граждан. Лишь в конституциях Швеции, Дании, Нидерландов и Ирландии иностранным гражданам предоставляется право участвовать в выборах в местные органы власти в зависимости от срока проживания в стране. Отсутствие представительства в органах власти во многом обуславливает невозможность борьбы с дискриминацией. Значительным дискриминационным фактором, способствующим преступности, является то, что иностранные граждане, как правило, не пользуются равным

с гражданами правом на труд, несмотря на требования Конвенции о защите прав человека 1950 г.

В национальных законодательствах многих зарубежных государств не всегда есть положения, защищающие права рабочих-иммигрантов. Прием на работу иммигрантов, не имеющих документов (нелегальных мигрантов), строго запрещен и карается штрафом – для работодателя и задержанием и депортацией – для рабочих. Иммигранту, не имеющему профессиональных навыков, получить работу практически невозможно. Отсутствие у людей законных путей заработка, как правило, приводит к росту преступности.

С января 2004 г. все граждане иностранных государств, желающие побывать в США, должны сдать отпечатки своих пальцев, причем трижды. С 2007 г. уже и в Японии стала в обязательном порядке действовать электронная дактилоскопическая система идентификации въезжающих на ее территорию граждан. Первый раз граждане иностранных государств, с которыми у США установлен визовый режим, должны сфотографироваться и сдать отпечатки пальцев в американских посольствах. Второй раз это придется сделать непосредственно при въезде в США – работающие в аэропортах и портах сотрудники пограничной службы сверят их с данными из федеральной электронной базы, где хранится информация о террористах и наиболее опасных преступниках. А третий раз – при выезде из США (для этого в аэропортах будут установлены специальные сканеры, работающие в автоматическом режиме, без присутствия представителей властей, т.е. заключительная процедура будет проходить анонимно, и общаться с сотрудниками службы иммиграции и натурализации придется лишь в том случае, если у иностранных граждан возникнут проблемы с управлением этими автоматами или если они просрочили свое пребывание в Америке) [5].

Вероятность ошибки при сопоставлении отпечатков пальцев въезжающего в страну иностранного гражданина с базой данных о террористах и других нежелательных лиц мизерна.

Данная мера в целях обеспечения национальной безопасности оправдана и ничуть не ущемляет права и свободы иностранных граждан, посещающих США, а является законной и необходимой мерой. Кроме того, в целях борьбы с незаконной миграцией и ростом преступности среди мигрантов планируется внесение в паспорта биометрической информации – отпечатков пальцев и изображения радужной оболочки глаза, а также сбор ДНК подозреваемых преступников.

Аналогичные меры не помешали бы и для нашей страны.

На сегодняшний день в Российской Федерации осуществляется лишь добровольная дактилоскопическая регистрация собственных граждан в соответствии с Федеральным законом от 25 июня 1998 г. № 128 «О государственной дактилоскопической регистрации в Российской Федерации». Согласно этому Закону всем жителям России предлагается сдать отпечатки пальцев с целью дальнейшего их использования для удостоверения личности человека. В обязательном порядке эту процедуру проходят военные, сотрудники МВД, МЧС, ФСБ РФ. Ситуация с добровольной дактилоскопией в целом по России идет не так активно, как хотелось бы. По состоянию на 1 марта 2004 г., количество россиян, добровольно прошедших дактилоскопию, не превышает 300 тысяч человек. Думается, что необходимо внести изменения в вышеупомяну-

тый Закон с тем, чтобы дактилоскопирование было обязательным для всех проживающих на территории РФ лиц, а также, чтобы все мигранты, прибывающие на территорию РФ, должны были сдавать свои отпечатки пальцев непосредственно при въезде в Россию сотрудникам пограничной службы, которые будут сверять их с данными из федеральной электронной базы, где необходимо разместить информацию о террористах и наиболее опасных преступниках, представляющих угрозу не только для России, но и для международного сообщества.

Хотелось бы верить в то, что никакого нарушения прав и законных интересов как россиян, так и иностранных граждан и лиц без гражданства при дактилоскопировании не произойдет. В законе должно быть оговорено правило, запрещающее нецелевое использование дактокарт как россиян, так и иностранных граждан и лиц без гражданства.

Кроме того, на сегодняшний день в РФ складывается ситуация, когда выдворяемые с ее территории нелегалы через определенное время опять оказываются в России, и все начинает повторяться вновь. Ежегодно РФ депортирует со своей территории тысячи иностранных граждан и лиц без гражданства, только в 2003 г. было депортировано более 12 тыс. человек. Поэтому хотелось бы, чтобы в законодательстве появилось положение, которое лишало бы человека права въезда в РФ в подобных случаях, а также предусматривалась ответственность за пересечение границы России лицом, которому запрещен въезд на ее территорию.

В заключении хотелось бы отметить, что современная ситуация на российском рынке труда характеризуется несбалансированностью собственных трудовых ресурсов и рабочих мест в стране, наличием регионов, испытывающих дефицит кадров определенных профессий и специальностей, который не может быть восполнен за счет российской рабочей силы. Поэтому необходимо, пресекая и предотвращая незаконную миграцию, легализовать ее или поставить в такие рамки, чтобы она стала полезной для нашего государства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Кобец П.Н.* Особенности предупреждения преступности иностранных граждан и лиц без гражданства. Научно-практическое пособие. М., 2006.
2. *Собольников В.В.* Понятие, сущность и субъекты миграционной преступности // Современное право. 2005. № 8.
3. *Нечевина Н.Д.* Криминальная иммиграция как угроза национальной безопасности России // Российский следователь. 2005. № 8.
4. *Скачкова Г.С.* Труд иностранцев в России: правовое регулирование. Научно-практическое пособие. М., 2006.
5. [www.biometrics.ru](http://www.biometrics.ru).



УДК 1

*Д-р филос. наук, проф. КАИРОВ В. М.,  
канд. истор. наук, доц. КАИРОВА А. И.*

### **ОБЩЕСТВО, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ, ГЛОБАЛИЗАЦИЯ**

*Следует согласиться с мнением члена-корреспондента РАН Н.С. Касимова, что «пожалуй, никакая другая научная идея ни в естественных, ни в социальных дисциплинах не имела ранее столь широкого общественного резонанса». Однако мы не склонны однозначно считать, что идея устойчивого развития (УР) носит только научный характер. Эта идея пока не может быть в полной степени аргументирована наукой, по крайней мере, той наукой, которая апеллирует к фактам и практике.*

Пока нет такого типа развития, и мы лишь предполагаем, что оно может появиться в будущем, если произойдут соответствующие трансформации. Поэтому доказательство состоятельности идеи УР может быть получено лишь будущей наукой, которую мы именуем в отличие от современной (в некоторой степени – постнеклассической) – ноосферной наукой. Хотя в принципе исследование стратегии УР и попытки ее аргументации уже имеются, причем основы были заложены докладом Комиссии Брундтланд (МКОСР) «Наше общее будущее».

Причина популярности идеи УР заключается не столько в ее научной обоснованности и новизне, сколько в том, что эта идея получила признание в рамках ООН. Принятая на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. (ЮНСЕД) и подтвержденная на Всемирном саммите по УР в Йоханнесбурге в 2002 г. (ВСУР), стратегия УР получила статус политической рекомендации для всех стран и народов мира. Наука участвовала в формулировке основных положений этой стратегии, которые отражены в основных документах упомянутых форумов ООН, причем ВСУР рекомендовал всем странам начать переход к УР с 2005 г. Однако нужно иметь в виду, что современная наука в основном исследует модель неустойчивого развития (НУР) и фактически отображает наше общее прошлое.

Основная идея УР, на наш взгляд, заключается в сохранении цивилизации и биосферы. Поэтому в определенном смысле она представляется консервативной, хотя бы по своей этимологии. Она существенно отличается от «традиционного» консерватизма и представляет собой принципиально новое мировоззрение.

Как отмечают Н.С. Касимов и Ю.Л. Мазуров, «положения концепции УР, в том числе в той форме, в какой они отражены в докладе Комиссии Брундтланд, не являются принципиально новыми в человеческой истории. Они были присущи традиционному патриархальному обществу прошлых эпох, они воспроизводятся и в современном мироустройстве общин аборигенных народов, например малочисленных коренных народов российского Севера. Более того, во фрагментарном виде императивы традиционного УР

сохраняются даже в некоторых развитых странах, переживающих промышленную революцию, последствия урбанизации и другие цивилизационные потрясения". Среди приводимых ими примеров следующие. В Германии принципы УР начали внедряться в управление экономикой задолго до доклада МКОСР. Немецкий термин «Nachhaltigkeit» (устойчивость) с XIX в. вошел в практику лесного хозяйства этой страны. Под устойчивым лесопользованием понималось хозяйствование, при котором изъятие лесных ресурсов непременно сопровождалось лесовосстановлением, полностью компенсирующим объемы рубок.

Однако не только в области природопользования, но и в сфере экологии использовался, в особенности американскими и английскими экологами, термин «sustainability» практически в том же значении, что и сейчас в концепции УР.

Все же чисто этимологический экскурс в отношении понятия УР не может дать полного представления о сущности УР. Важно, учитывая глобальный характер УР, проследить становление его понимания международным сообществом. Еще в докладе «Всемирная стратегия охраны природы» (1980 г.), представленном Международным союзом охраны природы и природных ресурсов, подчеркивалось, что для того чтобы развитие было устойчивым, следует учитывать не только его экономические аспекты, но и социальные, и экологические факторы. Особенно широко в 80-е годы XX в. проблемы развития и экологии обсуждались в трудах ученых американского исследовательского института «World Watch» («Всемирная вахта»), в частности его директора Лестера Р. Брауна, а Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) еще с середины 70-х годов широко использовала понятие «развитие без разрушения» «development without destruction», а в дальнейшем – понятие «экоразвитие» («ecodevelopment») как экологически приемлемое развитие, т.е. оказывающее наименьшее негативное воздействие на окружающую среду.

Проблемы горных территорий, их устойчивого развития находятся в центре внимания широкого круга специалистов, вызывают неослабевающий интерес общественности. Это связано с целым рядом обстоятельств, объективных и субъективных факторов, явлениями природно-географического, социально-исторического, естественно-экологического, нравственно-психологического порядка.

Развернувшиеся в последнее время дискуссии и споры по этой проблематике акцентируют чаще всего преимущественно какой-либо один, хотя и очень важный аспект этой многогранной проблемы, оставляя в тени другие, не менее существенные, моменты. В результате складывается неадекватная, во многом одноплановая картина, не дающая полного представления и отображения данного феномена. При этом нередко упускается из виду, что горы в широком контексте вовсе не только горные массивы, каменистые тропы, суровые скалы. Горный край – это, прежде всего, люди, освоившие эту местность, покорившие непростую территорию, но вместе с тем остающиеся в зависимости от нее, порой не мыслящие своего нормального существования без нее. Все это означает, что горные территории, бытие в горах представляют собой комплексную проблему с множеством подходов, ракурсов. Эта проблема, которая может быть рационально изучена и постигнута только

лишь в системной постановке, в единстве, взаимосвязи и переплетена целой палитрой факторов и противоречий.

Современные концепции горных территорий и их устойчивого развития можно условно дифференцировать на две основные: пессимистическую и оптимистическую. Приверженцы первой из них исходят из того, что горы, особенно в последний период, приносят обществу сплошные беды, порождают сложнейшие ситуации, ставят людей перед чрезвычайно трудными проблемами, наносят чуть ли не непреодолимый урон, ведут к необратимым последствиям. Примечательно, что они нередко ссылаются на тот тезис, что якобы и современная наука, технический прогресс далеко не всегда позволяют своевременно прогнозировать те или иные катаклизмы, существенно влияя на их проявления. К тому же это, как правило, ассоциируется с многочисленными жертвами и разрушениями. Все это подводит к выводу о нецелесообразности дальнейшего пребывания в горной, в особенности высокогорной территории и переселения на иную более безопасную местность.

Оптимистический взгляд на эти вещи принципиально иной. Его сторонники согласны с тем, что природные катаклизмы, неукротимая стихия заставляют с собой считаться, не дают ни малейшего повода для успокоения и расслабленности. Но, в отличие от пессимистов, эти ученые полагают, нельзя не учесть того обстоятельства, что наши деды и прадеды, вооруженные самой примитивной техникой, справлялись с этими неизбежными трудностями, обеспечивали себе достаточно надежное бытие. Они утверждают, что у современного жителя гор несравненно больше возможностей «ладить» с горами. Это и современная техника, замечательные приборы, и электронно-вычислительные машины, и приборы для наблюдения, мониторинга происходящих изменений. Нынешний горец во многом отличается от своих «прототипов» прошлых времен.

Есть здесь еще один существенный момент. Феномен гор неправомерно рассматривать только в плоскости одних затруднений и сложностей. У гор есть немало и преимуществ. Это их естественные богатства: рудные, минеральные, лесные и многие другие; климатические условия, чудный воздух, лечебные источники, экзотические рощи, неповторимая фауна и флора. Без всех этих удивительных ценностей трудно представить современную цивилизацию. Горы – колыбель многих народов, источник вдохновения, символ мужества и мудрости. Бегство из гор, уход без надежды вернуться – это значит отступить от веры в силу человеческого могущества, сдать свои вековые традиции, стараться не только бороться, но и дружить с горами.

Столь же разное, не идентично выглядит трактовка устойчивого развития горных территорий. Те, которые сомневаются в принципах такого развития в общем плане, находят еще большее число аргументов в контексте их применимости в горном пространстве. Среди их доводов выделяется в первую очередь тот, что в условиях гор трудно что-либо планировать на более или менее продолжительный срок. Здесь то и дело приходится сталкиваться с нештатными ситуациями, казалось бы, с неразрешимыми проблемами, когда приходится больше думать о сохранении существующего статуса-кво, а не о планах дальнейшего роста. Другие рассуждают так: устойчивость и жизнь в горных условиях просто несовместимы. Горы – это всегда тайна, сопряженная с неожиданностью, это нечто, что не бывает без риска. Устойчивость же



предполагает определенную стабильность, возможность строить планы, заглядывать вперед, предвидеть последствия. Устойчивость не может быть без строгого расчета, без знания о малейших нюансах развития событий, реальных возможностей.

Несмотря на эти действительно имеющие место трудности, вряд ли правомерно отвергать принцип устойчивого развития вообще, в том числе и горных территорий. Думается, что феномен устойчивости в развитии – это одна из примечательных особенностей надежного состояния вещей и явлений практически во всех сферах социальной реальности. В основе этого пути развития лежит идея эволюционного типа изменений. Жизнь убеждает, что скачки, резкие рывки, подстёгивание того или иного явления - многое разрушают, в том числе и ценное, не исчерпавшее свой жизненный потенциал. При этом возникающие прогрессивные тенденции оказывается не так просто удержать. Здесь многое зависит от воли случая, недостаточной стратегической корректности, тактических ходов.

Иное дело эволюционная динамика развития. Здесь устойчивость и постепенная поступательность дополняют друг друга, одно опирается на другое. Таким образом, устойчивость вовсе не означает замедление роста, своего рода стагнацию, топтание на месте. Сегодня понятие устойчивости обретает и другой, не менее важный, смысл. Он заключается в том, что это такой тип развития, при котором во взаимодействии человека и природы обнаруживаются гармоничные отношения, надежная экологическая соотнесенность. Нам в этом свете представляется, что нет никаких препятствий на пути становления устойчивой динамики развития. Сохранения устойчивого равновесия достигается посредством экономного использования природных ресурсов, более полного извлечения рудных богатств из сырья, опережающего поиска и ввода в действие новых месторождений, разработки новой технологии, эксплуатации разнообразных заменителей. Эти и другие подходы позволят обеспечить сбалансированное использование природных ресурсов при надежной защите окружающей среды, воздушного бассейна, водных источников.

Устойчивое развитие повсюду, не исключая и горных территорий, невозможно без тщательно просчитанной на долгие годы вперед стратегии, современной техники, новейших технологий. Оно немислимо без использования опыта других стран с горной местностью, без взаимного обмена производственно-техническими достижениями, вне делового сотрудничества, наработки новейших форм и методов хозяйствования. Такой тип развития неразрывно связан с человеческим фактором, уровнем духовной культуры горского населения, добрыми морально-нравственными качествами, с такими чертами, как чувство крепкого единения, взаимной поддержки, искренней веры в человеческие силы, высокой ответственности в общем деле, обеспечение условий достойной жизни.

В последние годы рядом ученых будущее цивилизации представляется как общество не только новых возможностей и горизонтов, но и общество риска, опасностей, кризисов и катастроф. Это ощущение усилилось после акта международного терроризма 11 сентября 2001 г. в США и последующих террористических актов в различных точках земного шара.

Глобализация означает не только появление новых благ в мировом обществе, но и возникновение новых угроз и опасностей планетарного харак-

тера. Как реакция на западную стратегию глобализации, универсализацию и стандартизацию жизни оживился национализм и сепаратизм, приобрел планетарный размах международный терроризм, становящийся одной из самых серьезных опасностей для существования человечества.



УДК 1

*Канд. истор. наук, доц. КАИРОВА А. И.*

## **ГОСУДАРСТВО, ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ, ГЛОБАЛИЗАЦИЯ**

*Вопросы безопасности в начале XXI в. обретают особую значимость для каждой страны, для каждого человека, для всего мирового сообщества. Так, например, в Хартии европейской безопасности, принятой 19 ноября 1999 г. в Стамбуле на саммите ОБСЕ, было провозглашено, что главы государств и правительств заявляют о своей твердой приверженности делу формирования свободного, демократического региона, где государства-участники сосуществуют в мире друг с другом в условиях свободы, процветания и безопасности. Безопасность не только в Европе, но и во всем мире стала главным критерием человеческого существования в самом широком смысле.*

Поскольку различные опасности планетарного характера могут привести человечество к той или иной катастрофе уже в ближайшие десятилетия, обеспечение безопасности во всех ее аспектах оказывается приоритетной задачей всей социальной деятельности. Проблема обеспечения безопасности обусловила необходимость в начале третьего тысячелетия смены курса (стратегии, формы, модели) развития, поскольку начавшееся во времена неолитической революции традиционное стихийное развитие уже не сопровождалось необходимым уровнем обеспечения безопасности человечества. Эта новая ситуация в мировом развитии, оказавшемся с синергетической точки зрения перед бифуркацией, нашла свое отражение и в современной науке, которая не только в силу внутренней логики, но главным образом под влиянием внешних факторов вынуждена начать изменять направление своего развития. Такое изменение необходимо не только для того, чтобы объяснить ход истории общества и его взаимодействие с природой, но главным образом для того, чтобы предсказать будущее и создать наиболее эффективные средства выживания человечества, наметить пути и принципы выхода из глубокого антропоэкологического кризиса, в котором цивилизация оказалась к концу XX и началу XXI в.

В духе реализации нового глобального мышления в 2002 г. состоялся Всемирный саммит по устойчивому развитию (ВСУР) в Йоханнесбурге (ЮАР), который принял важный политический документ «Йоханнесбургскую декларацию по устойчивому развитию». Демонстрируя приверженность стран-членов ООН устойчивому развитию, в Декларации особое внимание обращается на опасности, грозящие как нынешним, так и будущим поколениям.

ям. «Мы подтверждаем, - говорится в Декларации, - наше обязательство уделять особое и первоочередное внимание борьбе с такими мировыми условиями, которые создают серьезную угрозу устойчивому развитию наших народов и в число которых входят хронический голод; недоедание; иностранная оккупация; вооруженные конфликты; проблемы, связанные с незаконным распространением наркотиков; организованная преступность; коррупция; стихийные бедствия; незаконный оборот оружия; торговля людьми; терроризм; нетерпимость и подстрекательство к расовой, этнической, религиозной и другой ненависти; ксенофобия, а также эндемичные, заразные и хронические болезни, включая ВИЧ/СПИД, малярию и туберкулез».

Все эти угрозы, представляющиеся странам-членам ООН наиболее важными в современных условиях, свидетельствуют о необходимости развертывания глобальных процессов по устойчивому развитию.

Переход к новой форме цивилизационного развития (которая пока существует лишь в виде политических деклараций и рекомендательных документов ООН) вызван в основном причинами, связанными с экологией и обеспечением безопасности в самом широком смысле. Если мировому сообществу не удастся реализовать переход к устойчивому развитию, то уже в текущем столетии может разразиться социально-экологическая катастрофа планетарного масштаба либо иная, связанная с упомянутыми выше угрозами. XXI в. может стать веком перехода мирового сообщества к устойчивому развитию и тем самым выживания цивилизации и сохранения биосферы как естественного фундамента человеческой жизни либо самым трагическим столетием в истории цивилизации, приблизившим «конец света».

Ни одна, даже самая высокоразвитая, страна (а тем более развивающийся мир) не сможет перейти на путь устойчивого развития, не изменив кардинальным образом механизмы развития, не выбрав новые цели своего национального развития и обеспечения безопасности, которые были намечены в повестке дня на XXI в. (1992), в плане выполнения решений ВСУР в Йоханнесбурге в 2002 г. и в др. официальных документах ООН. И это требует от всех стран мирового сообщества перехода на новую стратегию развития – не модернизационно-догоняющую, а трансформационно-опережающую, благодаря которой можно будет обеспечить выживание и безопасность всего человечества, а не какой-то его части, стремящейся приватизировать будущее в ущерб остальной части населения планеты.

В Йоханнесбургской декларации по устойчивому развитию говорится: «Мы, представители народов мира, собравшиеся на Всемирную встречу на высшем уровне по устойчивому развитию в Йоханнесбурге, Южная Африка, со 2 по 4 сентября 2002 г., вновь подтверждаем нашу приверженность устойчивому развитию».

Приверженность идее перехода к устойчивому развитию подтверждается и детализируется во всех официальных документах (докладах и выступлениях) лидеров стран и глав делегаций 191 страны, с 2002 г. входящих в ООН. Этот тезис конкретизируется еще одним официальным документом ВСУР – Планом осуществления (выполнения) решений на высшем уровне.

Именно этот План в отличие от Повестки дня на XXI в. впервые устанавливает временные интервалы (сроки) движения мирового сообщества по пути устойчивого развития. Практическое осуществление перехода к устой-

чивому развитию предполагается начать с 2005 г. Именно к этому времени государства планеты (входящие в ООН) должны будут подготовиться в концептуально-стратегическом и организационно-управленческом плане к реализации новой цивилизационной парадигмы, т.е. создать концепции, планы действий, стратегии, программы, органы (службы, советы и т.п.), чтобы реализовать новый для мирового сообщества курс (форму) социально-экономического развития. А десятилетие (2005 – 2014 гг.) становится по решению ВСУР декадой начала перехода мирового сообщества к устойчивому развитию.

Рио-де-Жанейрская декларация (принятая представителями 179 стран) была адресована государствам планеты, а Йоханнесбургская политическая декларация адресована уже не только государствам, но и всем народам мира, к которым обращаются его представители, собравшиеся на ВСУР. И это не случайно: ведь и представленный на рубеже тысячелетий доклад Кофи Аннана тоже именовался «Мы, народы: роль Организации Объединенных Наций в XXI веке». И хотя государства, на наш взгляд, все же остаются главным управленческим «рычагом» перемены курса – перехода всего мирового сообщества к устойчивому развитию – тем не менее, все большую роль приобретает и складывающееся в результате глобализации гражданское общество в планетарном масштабе, а также бизнес в лице транснациональных корпораций (ТНК), всемирных и международных организаций и других агентов, содействующих обретению человечеством своего единства.

Глобализация, как подчеркивается в документах ВСУР, проявляющаяся, в частности, в быстрой интеграции рынков, движении капиталов и значительном расширении инвестиционных потоков по всему миру, обусловила появление новых проблем, возможностей и опасностей на пути перехода к устойчивому развитию. Однако блага и издержки глобализации, распределяются крайне неравномерно, а развивающиеся страны сталкиваются с особыми трудностями в ходе усилий по решению этих проблем.

Вся работа ВСУР, включая его итоговые документы, показывает, что экономический рост, социальное развитие и охрану окружающей среды на местном, национальном, региональном и планетарном уровнях необходимо ориентировать на реализацию целей нашего общего устойчивого будущего.

В отличие от саммита в Рио-де-Жанейро ВСУР не акцентировал свое внимание только на проблемах охраны окружающей среды, а сделал приоритетными социально-экономические вопросы. Встреча на высшем уровне в Йоханнесбурге показала, что в центре ее внимания достоинство, права и ответственность человека, и речь шла, прежде всего, о том, чтобы увеличить возможность удовлетворения элементарных потребностей человека: в чистой воде, в санитарии, энергии, охране здоровья, в продовольственной безопасности, сохранении биологического разнообразия.

У мирового сообщества есть средства и ресурсы для решения проблем, связанных с ликвидацией нищеты и обеспечением устойчивого развития. Поэтому, как отмечалось на ВСУР, важно, чтобы развитые страны предприняли конкретные усилия для достижения согласованных на международном уровне объемов официальной помощи. Лишь некоторые страны (в основном Скандинавские) показали в этом отношении пример, чего нельзя сказать о

США, которые заявили на саммите, о своих претензиях на лидерство не только в старой, но и в новой модели развития.

Саммит в Йоханнесбурге нельзя представлять как фиаско идей устойчивого развития, как считают многие авторы (называя его даже, как Рио минус десять). Он показал насколько противоречив и труден путь мирового сообщества к выживанию и устойчивому развитию. Если в Рио-де-Жанейро впервые был провозглашен новый курс в развитии цивилизации и была определена «новая повестка дня для устойчивого развития», выработано «общее видение ожидающего человечество будущего», то на ВСУР впервые была дана оценка готовности мирового сообщества строить это устойчивое грядущее. Эта оценка оказалась далеко не в пользу будущих поколений и сохранения для них экологических условий и природоресурсной базы планеты.

В этом противоречивость ожидаемой смены курса развития в начале нового тысячелетия. Одна (традиционная) модель развития, по которой мы движемся по инерции (уже не в направлении всеобщего прогресса), грозит планетарным омницидом. Вторая (Рио и Рио+10) существует пока на концептуально-теоретическом уровне и представляет собой в основном политические декларации и благие пожелания на глобальном, региональном, национальном и местном уровнях. Эта виртуальная и пока не претворенная в жизнь реальность создает массу трудностей и проблем для нынешнего поколения, подавляющее большинство которого не желает делиться благами с будущими поколениями. Стратегические цели изменения курса развития вступают в противоречие с политикой, тактикой и конкретным поведением ныне действующих властей и народов планеты: о будущем думает лишь узкий круг представителей (главным образом ученых). Устойчивое будущее не появится без борьбы с неустойчивым настоящим и прошлым. Мы пока интуитивно и на уровне здравого (политического) смысла лишь отчасти понимаем, что во многих отношениях человечеству развиваться так, как это было до сих пор, уже нельзя, иначе мы останемся без будущего. Все соображения относительно устойчивого будущего гораздо больше и чисто косметически «вплетены» в ныне функционирующую модель развития, чем в абстрактно желаемую, но пока виртуально-теоретическую «реальность» устойчивого будущего. Поэтому все наши сценарии грядущего оказываются «переходными» – это смесь модели неустойчивого развития и наших концептуальных устремлений в будущее, которое все же еще достаточно неопределенно и пока мало (особенно наукой) аргументировано. И только по мере выполнения Повестки дня на XXI в. и Плана выполнения решений ВСУР станет понятно, начинаем ли мы уходить от грозящей нашим потомкам глобальной катастрофы и приближаться к очередному «светлому будущему» (теперь уже устойчивому), либо все наши надежды окажутся такими же утопическими, как и ранее декларируемые варианты желаемого будущего.

Специфика перехода России к устойчивому развитию заключается в приравнивании приоритетов глобального и национального развития по тем целям и критериям, которые обеспечивают выживание всего мирового сообщества при сохранении окружающей природной среды. Появление приоритетов и целей устойчивого развития сдвигает национальные интересы в сторону глобальных, но отнюдь не ведет к нивелированию специфики, собственных интересов, целей, ценностей, идеалов и т.д. Эта ситуация типична не

только для России, но и для абсолютно всех стран мирового сообщества. Специфика перехода России к устойчивому развитию существенно отличается от таких же характеристик иных стран мира, как развитых, так и развивающихся.

Россия, включаясь в глобальный процесс перехода к устойчивому развитию, должна будет сделать акцент на решении своих внутренних проблем, согласовании своего развития с другими странами планеты, взяв курс на реализацию общецивилизационной стратегии. Реально лишь постепенное согласование национальных и глобальных интересов и целей, связанных с глобальным переходом к устойчивому развитию, ибо принесение в жертву собственных интересов в пользу общечеловеческим нереально как в объективном, так и в субъективном плане, и такую позицию официально демонстрирует не только Россия.

Особенностью данного подхода является не просто системно-концептуальное соединение таких кардинальных проблем современного и будущего развития, как глобализация, безопасность, устойчивое развитие и ноосферогенез. Здесь на приоритетное место выдвигаются идеи, связанные с устойчивым развитием, ведь это не просто одна из новых проблем (кстати, более новых, чем другие), а проблема, от решения которой зависит будущее всего человечества, его судьба в третьем тысячелетии. Это совершенно новая форма (модель) развития всего мирового сообщества, которое становится на путь своего выживания и решения глобальных проблем человечества.

Устойчивое развитие – это не просто ключевое слово, аналогичное терминам «глобализация», «безопасность», «ноосферогенез» и созвучное новой ментальности современной интеллектуальной элиты. Это также проблема и стратегия будущего цивилизационного развития, сквозь «призму» которого можно и нужно видеть абсолютно все проблемы современной цивилизации.



УДК 1

Канд. пед. наук ДЗЕРАНОВА А. Л.

## **АНАЛИЗ ФИЛОСОФСКИХ ВОПРОСОВ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ**

*Рассмотрены фундаментальные открытия явлений и законов физики с философских позиций. Естествознание подтверждает справедливость философских положений посредством формирования, развития и коренного изменения своих понятий и представлений, установления их объективного содержания. Философы сейчас не стремятся подменять естествоиспытателей в создании естественно-научной картины мира, а разрабатывают философию как методологическую основу конкретных наук (таких, как физика и др.).*

На современном этапе развития науки существуют весьма разнообразные связи философии и естествознания, в которых выражается влияние философии на развитие естественных наук и, наоборот, естественных наук – на

дальнейший прогресс философии. Развитие физики дает философии материал, который по своему значению выходит за пределы собственно физики и приобретает общий теоретико-познавательный характер. Это – фундаментальные открытия явлений и законов, формирование с целью их объяснения теорий и введение новых понятий и представлений, а также уточнение границ применимости или отказ от устаревших представлений и понятий. Подтверждая справедливость принципов материалистической философии и стимулируя их развитие, физика в свою очередь берет у философии на вооружение диалектический метод мышления, логику и теорию познания.

Под философскими вопросами современной физики понимают вопросы, которые возникают в недрах самой физической науки и решение которых осуществляется комплексным применением методов как собственно физических, так и других наук, в первую очередь философии. Таким образом, философские вопросы физики – это специфическое направление исследований, разрабатываемое общими усилиями специалистов – физиков, математиков, философов. Философы совместно с физиками и математиками обсуждают и решают (каждый своими средствами) те принципиальные вопросы философского характера, которые хоть и возникают в физике, однако не относятся исключительно к ее компетенции.

Диалектический материализм является философской основой современного естествознания. Он дает в руки естествоиспытателям метод научного познания, что помогает ученым, в частности физикам, в построении не только физических теорий, но и естественно-научной картины мира. Что такое «физическая картина мира» и какое отношение имеет к ней философия?

XX столетие характеризовалось уверенностью физиков в том, что знания, которыми обладает наука, являются абсолютно истинными. Эта уверенность основывалась на, казалось бы, абсолютных законах механики Ньютона. Классическую механику рассматривали как ключ к расшифровке явлений природы. Считалось, что понятия, которыми оперирует наука, совершенно точно отражают весь объективный мир, что совокупность системы философских категорий и важнейших физических понятий создает так называемую научную картину мира. Отсюда и мысль о том, что в основном все уже открыто. И хотя сам Ньютон говорил, что ему доступна лишь капля из бесконечного моря истины, его последователи, которые довели классическую механику до блестящего совершенства и законченности, придерживались иного мнения. Когда молодой физик Д. Керр сказал Г.Р. Кирхгофу, что он сделал открытие, известный ученый иронически спросил: «А осталось ли еще что-то неизвестное?».

Формирование и анализ картины мира, безусловно, относили к компетенции философии. Итак, главной задачей философии считали создание всеобъемлющей картины мира, построенной на основе механики Ньютона. Против такого понимания картины мира выступал Фридрих Энгельс. Он указывал, что мир много сложнее его любой, даже наиболее точной механической картины, что недопустимо абсолютизировать существующие знания, и лишь использование материалистической диалектики может спасти физику от возможных кризисов. Однако ученые не обратили внимания на вывод Ф. Энгельса о том, что для развития теоретического естествознания недостаточ-

но наивной веры в существование внешнего мира, как недостаточно и одного экспериментирования. Предупреждения Энгельса не были учтены в свое время естествоиспытателями, что привело в конце концов к кризису в физике на рубеже XIX – XX ст. Благодушные представители классической физики было поколеблено все новыми и новыми фактами, требовавшими пересмотра важнейших представлений о мире. Сначала выяснилось, что масса, в неизменность которой так верили, может изменяться: увеличиваться, уменьшаться и даже «исчезать». Потом, в результате открытий теории относительности, такими же относительными оказались интервал времени, длина и т. д. Назревала катастрофическая ситуация, из которой нужно было найти выход.

Возможны были три пути для выхода из создавшегося положения. Первый можно охарактеризовать словами Гегеля: если факты не укладываются в нашу схему, то тем хуже для фактов. Этот путь приводит в конце концов к отрицанию объективного источника наших знаний, к отрицанию лежащего в основе физики положения, согласно которому понятия теории являются отражением материального физического мира. Второй путь состоит в требовании втиснуть новые факты в рамки существующей естественно-научной картины мира. Наконец, можно было пойти третьим путем: признать новые факты, создать новые теории и новую картину мира, а также пересмотреть традиционное натурфилософское отношение к естествознанию.

Выбору одного из упомянутых путей предшествовали долгие размышления и дискуссии. Идеалисты говорили: поскольку стали известны факты, противоречащие понятиям и представлениям, которые считались абсолютно правильными, и в дальнейшем можно предвидеть открытие новых фактов, то где же уверенность в том, что и вновь создаваемые понятия и представления являются истинными? На это материалисты-диалектики отвечали, что состояние дел в физике можно понять, лишь исходя из основ диалектического материализма, признавая диалектическое единство объективной, абсолютной и относительной истин, а также относительность практики как критерия истинности. Физический эксперимент не дает сразу полной, исчерпывающей, абсолютной истины: на результатах одного и того же эксперимента может строиться несколько различных теорий. Этот путь ведет нас от элементов абсолютной истины, от относительных истин к получению абсолютной истины. Но это сложный и долгий путь, идущий в бесконечность. Однако нельзя преувеличивать значение эксперимента на каждом данном этапе развития физики. Итак, материалисты-диалектики предлагали физикам третий путь, который требовал создания новых теорий, установления объективного содержания новых понятий, новой картины мира.

В ходе борьбы между представителями механистической и диалектической точек зрения было установлено, что нельзя до опыта (априорно, как говорят философы) исходить из возможности формулирования лишь одной картины мира, разработанной Ньютоном и его последователями на основе классической механики. В основу этой картины были положены представления о существовании раз и навсегда данных (абсолютных) свойств и отношений, например массы, абсолютного неподвижного пространства (вместилища тел) и абсолютного мирового времени, которое течет независимо от каких бы то ни было факторов. Современная физика отказалась от ньютоновской картины мира и создала новую.



Как показал В. И. Ленин в произведении «Материализм и эмпириокритицизм», при анализе философских проблем в современной физике необходимо отделять вопрос о существовании материи вне сознания и независимо от него, то есть вопрос о первичности материи и вторичности сознания, ощущений, от тех вопросов, которые касаются характеристики структуры и закономерностей этой материи как объективной реальности.\*

Первый вопрос – об объективном существовании внешнего мира – является всеобщей посылкой всякой науки, в том числе и физической. Настоящее развитие научного знания без этой философской посылки невозможно. Остальные же вопросы решаются физическими и другими конкретными науками, которые опираются на указанное выше материалистическое понимание существующего мира.

Основная трудность, стоящая перед физикой XX в., заключалась в том, что ученые имели дело с объектами, непосредственно не воспринимаемыми органами чувств человека. Более того, современные естествоиспытатели изучают объекты, которые вообще нельзя представить наглядно. Физика углубляется в новые, непосредственно не наблюдаемые сферы природы, и все чаще наталкивается на проблему создания наглядных образов исследуемых объектов. Если построенная раньше схема мира основывалась на непосредственных наблюдениях, то теперь физик без сложных приборов не может следить за тем, что он изучает. Возрастает соответственно и роль математики: из вспомогательного орудия она превратилась в способ, дающий возможность предвидеть существование еще неизвестных науке физических явлений. Например, математические уравнения электромагнитного поля Максвелла позволили предсказать существование в природе электромагнитных волн. То же относится и к уравнениям Эйнштейна: благодаря им были обнаружены новые свойства пространства – времени и т. д.

Согласно современному пониманию, физическая картина мира есть совокупность наших знаний о наиболее характерных закономерностях и свойствах всего известного нам материального мира, в то время как физические теории объясняют поведение лишь весьма ограниченных совокупностей физических объектов, а также включают описание средств исследования закономерностей и свойств этих объектов. Формирование физической картины мира является одной из центральных задач современной физики. И какие бы споры теперь ни возникали по этому поводу, следует признать, что в наше время физическая картина мира формируется в недрах самой физики. И если раньше философия играла основную роль в ее создании, то теперь она уже не имеет к этому прямого отношения. Некоторые философы, не понимая этого, все же стремятся строить натурфилософские системы. Однако строить физическую картину мира – это значит давать содержательное объяснение тех или иных теорий. Принимать их или отбрасывать, а это входит в компетенцию не философии, а самих конкретных наук. Рассмотрим примеры.

Релятивистская физика не согласуется с ньютоновской картиной мира, которая считалась единственно возможной вплоть до конца XIX ст. Особенно это касается понимания таких фундаментальных представлений, как пространство и время. Отсюда возникает необходимость, с одной стороны,

---

\* В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм. Соч., т.18, изд. 5-е.

проанализировать содержание релятивистских теорий и сделать вывод об их обоснованности и, с другой, опираясь на материалистическую философию, построить на базе этих теорий новую картину мира. Ясно, что в наше время это компетенция физики, а не философии. И все же после появления теории относительности были попытки со стороны некоторых философов и физиков, которые ссылались на философию, отбросить это чудесное создание человеческой мысли. Аналогичная до некоторой степени история произошла впоследствии и с другой важной физической теорией – квантовой механикой. Были случаи, когда также «с философских позиций» отвергались некоторые принципы и выводы этой теории. Какова же роль философов в решении отмеченных вопросов? Ясно, что они должны отказаться от натурфилософских методов построения картины мира. В. И. Ленин, давая философский анализ ситуации, которая сложилась в естествознании на рубеже XIX – XX ст., отмечал, что естествоиспытатели нуждаются прежде всего в хорошо разработанных, с учетом достижений современной науки, наиболее общих понятиях – философских категориях и диалектико-материалистической теории познания. Эти вопросы необходимо в какой-то мере отделять от вопросов о физической картине мира и о строении материи, так как диалектический материализм не связывает себя однозначно с одной определенной картиной мира (то ли механической, электромагнитной, то ли какой-либо иной), поскольку создание их – задача конкретных наук. Диалектический материализм лишь настаивает на последовательном проведении материалистического решения основного вопроса философии (первичность материи и вторичность, производность сознания) на любом уровне научного познания – будь то понятие, теория, физическая картина мира. Последовательное же проведение линии материализма, как методологической основы естествознания, реализуется вообще лишь при помощи философской науки, которая включает систему категорий и законов диалектики, теорию познания, логику и т. д.

В свою очередь философия заимствует у естествознания обобщения, дающие основу для ее дальнейшего развития. Причем естествознание подтверждает справедливость философских положений посредством формирования, развития и коренного изменения своих понятий и представлений, установления их объективного содержания. Таким образом, философы сейчас не стремятся подменять естествоиспытателей в отношении создания естественно-научной картины мира, а разрабатывают философию как методологическую основу конкретных наук, обогащают содержание философских категорий на базе достижений современного знания, развивают новые философские категории, теорию познания и логику научного исследования, что диктуется нуждами научного прогресса.

Возьмем, к примеру, две категории – причинности и закономерности. На основании выводов современной науки нужно установить четкую границу между тем, что мы понимаем под причинностью, и тем, что мы понимаем под закономерностью. Разработка этих и других категорий нужна, поскольку философские категории – это, образно говоря, инструмент для **работы** учебного независимо от области его деятельности. К сожалению, не всегда в этом деле все обстоит благополучно.

Из вышесказанного можно сделать заключение о том, что формы связей философии и естествознания постоянно эволюционируют по мере развития научного знания.



УДК 1

*Канд. филос. наук, проф. БАДАЛЬЯН С. А.,  
ГЕТОЕВА А. С.*

## **О ТРАКТОВКЕ ПОНЯТИЯ «СЛУЧАЙНОСТЬ»**

*В статье прослеживается эволюция диалектической категории «случайность» и раскрывается ее современный смысл.*

Случайность – одна из важнейших категорий диалектики. Многие философы прошлого недооценивали ее, обходили при построении своих философских систем, а иногда просто-напросто игнорировали. Это обнаруживается у Спинозы, который обозначал случайностью то, что пока не изучено, у Демокрита, который просто ее отвергал. Такой же позиции придерживались многие другие мыслители. Можно смело утверждать, что ее право гражданства (как весьма значимой категории) на протяжении длительного времени всерьез не рассматривалось. Подобное отношение к понятию «случайность» со временем стало традиционным, само собой разумеющимся. Судя по всему в этом контексте можно заметить, что, хотя она бралась в сочетании с необходимостью, но все равно вовсе не диалектически, а как что-то рядоположенное и, более того, не имеющее самостоятельного значения. Обе категории противопоставлялись абсолютно друг другу, не анализировались в диалектическом единстве. То есть такие, которые одновременно исключают друг друга, но в то же время одно полагает другое.

При определении этого понятия необходимость выводилась из глубинных внутренних связей, и как нечто, которое при наличии соответствующих условий проявляло себя в обязательном порядке. Противоположной была судьба «случайности». Она ассоциировалась с качественными иными связями, вычленилась из внешних мимолетных связей, которые могли как произойти, так и не состояться.

При этом философы-метафизики настолько ограничивали их друг от друга, что не видели того, что элементы случайного и необходимого могли присутствовать в одном и том же явлении. И к тому же проникать одно в другое. При известных условиях и то и другое способны были переходить в свою противоположность. И все же ведущей мыслью в их соотношении служит то, что необходимости отводилась ключевая роль, а случайности придавалось вторичное значение.

Однако развитие современной науки вызвало необходимость внести существенные коррективы в эти традиционные представления. Выяснилось, что ограничение роли случайного в реальных процессах как природного, так и социального бытия, мягко говоря, не совсем корректно. Это наиболее заметно раскрыла синергетика: оказалось, что в открытых нелинейных системах при

их взаимодействии с внешней средой непрерывно совершаются процессы, связанные с изменениями в структуре системы. Это в итоге приводит к состоянию так называемой бифуркации (раздвоения). Достижение этой точки развития может пойти через множество вариантов, но по какому из них оно реально продолжится практически предсказать невозможно. Вот тут то как раз решающую роль перехватывает случайность. Именно ей дано «право» сделать в этот критический момент окончательный выбор пути предстоящего изменения. Это, естественно, непомерно возвышает статус случайности, несколько неожиданно меняет ее амплуа. Постоянно пребывая до сих пор в тени, играя более чем скромную миссию быть формой проявления и дополнением необходимости, она вдруг приобретает самостоятельность и влияет на ход событий, по меньшей мере, в такой же степени, как ее вечный оппонент – необходимость. Не говорит ли это о совпадении противоположностей?



УДК 1

*Канд. филос. наук, проф. БАДАЛЬЯН С. А.*

### **К СООТНОШЕНИЮ ПОНЯТИЙ «РЕФОРМИРОВАНИЕ» И «МОДЕРНИЗАЦИЯ»**

*В статье речь идет о соотношении этих близких по содержанию понятий, раскрываются как их общие характеристики, так и специфические черты.*

В условиях социальной трансформации во всех сферах жизни общества происходят разительные изменения. Эти преобразования в научной и политической литературе отражаются целой гаммой терминов. В их числе фигурируют такие, как реформирование, модернизация, трансформация, модификация и другие. Уже само по себе их большое число вводит в некоторое заблуждение, создает излишнее напряжение. Но, кроме того, волей-неволей складывается впечатление, что мы имеем дело с терминами-синонимами, практически полностью тождественными по смыслу. Но на самом деле истинная картина выглядит несколько по-иному. У каждого из приведенных понятий имеется своя специфика, которая, прежде всего, обозначает то, что в ней находят выражение какие-то особые моменты, рассматриваемого феномена, имеются свои неповторимые акценты.

Таким образом, идентификация значения указанных категорий может привести к ошибочным представлениям о предмете рассуждения, о каком-то разночтении.

Чтобы не быть голословным, остановимся на более детальном разборе. Возьмем, к примеру, два наиболее употребляемых понятия: реформирование и модернизация. Оба термина по своему генезису связаны со словами иностранного происхождения. Их этимологическое (изначальное) значение однопланово. Но, при всем этом, важно иметь в виду и достаточно серьезное различие. Так, термин «реформирование» в любой области социальной реальности означает такое преобразование, которое связано с улучшением,

изменением прогрессивного порядка. Именно этот аспект выделяет его среди других родственных понятий. Следовательно, его употребление должно быть аккуратным, не нарушать правил логики, не допускать экстраполирования его коренного смысла на смежные понятия.

В принципе, также обстоит дело и с термином «модернизация». Это понятие имеет свою нишу в обойме указанных категорий. В отличие от них оно акцентирует внимание в процессе эволюции на таком моменте, как осовременение. Другими словами, доведение того или иного явления до высоких кондиций, достижение уровня новейших форм, образцового вида.

Думается, что сказанного достаточно, чтобы понять, что речь идет не о каких-то частностях, которыми можно пренебречь, а о чем-то куда более существенном. На самом деле все значительно сложнее. От верного словоупотребления, точной интерпретации значения термина не так уж мало зависит, и не только в теоретическом плане, но не в меньшей мере и в практическом отношении. От этого в не малой степени зависит цель какого-либо действия, его направленность, методы и формы реализации.



УДК 7.01

*Асс. КУЛАЕВА З. С.*

### **ЗНАЧЕНИЕ ЭСТЕТИЧЕСКОГО ВОСПРИЯТИЯ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ У СТУДЕНТОВ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА**

*Рассмотрены проблемы формирования у студентов художественного образа, а также значение эстетического восприятия в этом процессе.*

Формирование у студентов художественного образа немислимо без эстетического восприятия предметов и явлений окружающей действительности, а также произведений изобразительного искусства. Художественность произведения предполагает учет эстетических принципов не только художника, но и определенной исторической эпохи. Эстетическая оценка сопутствует всему художественному строю произведения, включая в себя различные уровни эстетического восприятия содержания и формы.

Эстетическая наука, признавая художественный образ в основном как идеальное явление, несколько теоретизирует процесс, рассматривая его как духовное явление. В практике преподавания изобразительного искусства известны случаи, когда под эстетическим восприятием рисующими подразумевается абстрактное восприятие красоты предмета, не связанное с процессом познания и художественной формой его отражения. При этом заметим, что одностороннее понимание студентами природы творчества и специфики образного мышления может привести к субъективистской позиции в процессе анализа и отображения объективной действительности.

Студенты довольно часто неправильно понимают творческий процесс. Например, распространено мнение, что истинное творчество призвано раз-

рушать устоявшиеся правила изображения и что всё творчество должно сводиться к субъективной трактовке воспринимаемого, но не к его познанию. Этого нельзя допускать, ибо отрицание познания как процесса отражения означает выхолащивание объективного, предметного содержания изображения. Познание осуществляется как процесс перехода от незнания к знанию, от знания менее глубокого к знанию более глубокому. Именно в этом и заключается источник творчества, а не в способности нарушать объективные правила изображения.

С эстетической точки зрения художественный образ представляет собой своеобразную переработку впечатлений студента от действительности. Здесь выделяется главное, существенное в явлениях, даётся идейно-эстетическая оценка. При постановке модели для рисования важно учитывать эмоциональное воздействие процесса формирования образа. Изображаемый объект должен вызывать нужную эмоциональную реакцию. Например, чтобы модель воспринималась как лирическая, комическая, торжественная и т.д., необходимо продумать связь тематической направленности постановки с характером образа, освещённостью, тональными и цветовыми контрастами.

В процессе поиска решения сложных мыслительных задач эмоциональное решение значительно опережает интеллектуальный подход и представляет собой момент, когда у молодого человека возникает ощущение, что им уже найден исходный принцип художественно-изобразительного творчества. Это мы постоянно наблюдаем на занятиях по академическому рисунку. Эмоциональная окраска натурной постановки настолько сильно воздействует на восприятие, что студент не в состоянии представить себе всю сложную структуру образа, а потому сразу стремится к изобразительным действиям. И здесь нужно своевременно направить его эмоции в нужное русло. Предмет, воспринимаемый не только рационально, но и эмоционально, становится уже объектом художественного обобщения.

Искусство не может изображать мир и его явления, не выражая своего отношения к ним, не оценивая их. Поэтому, например, рисунки в ботаническом атласе не представляют художественной ценности, несмотря на то, что выполнены тщательно, скрупулёзно и научно грамотно. Иными словами, совершенно очевидна зависимость формирования художественного образа и способности начинающего художника осознавать свои эмоциональные впечатления, выделять из них то, что имеет объективную значимость.

Для формирования у студентов художественного образа первостепенное значение имеют: эстетическое восприятие предметов изображения; эстетическое восприятие возникающего изображения; эстетическое восприятие художественного образа в произведениях изобразительного искусства.

Эстетическое восприятие молодым человеком действительности заключается в нахождении характерных особенностей красоты изображаемого мира. Ведь художник познаёт объективную действительность не только в процессе личного контакта с её объектами, но и путем постоянного изучения классического наследия прошлого, знакомства с произведениями искусства современников, изучения теоретических основ рисунка, живописи и т.д.

Прекрасное проявляется для студента не только в процессе индивидуального восприятия предметов, но и тогда, когда в своей художественной деятельности он опирается на уже выработанные до него эстетические взгляды.

ды. Художественная ценность воспринимаемых предметов, явлений проявляется в зависимости от сформированности эстетического вкуса студента.

Художественная культура студента не может повышаться при кратковременном общении с произведениями искусства. Только в результате многократного повторения эмоциональная реакция закрепляется, становится личностным эмоциональным содержанием при восприятии предметов для изображения.

Эстетическая информация, содержащаяся в объекте, воспринимается студентом неполностью, поскольку воспринимается только то, что осознается лично воспринимающим. Образ, формирующийся при восприятии предмета, зависит не только от объективного содержания самого предмета, но и от способности студента воспринимать наибольшую эстетическую ценность. Постигая сущность красоты предметов и явлений природы, студент использует технические средства рисования и тем самым как бы оформляет умообразный образ в соответствующую материальную форму. Здесь студент одновременно получает эмоциональный заряд от познания самой натуры и процесса отображения ее средствами рисунка.

В изобразительном искусстве содержание и форма существуют нераздельно в едином процессе творчества. Обусловленность формы содержанием прослеживается на уровне создания художественного образа, целью которого является воплощение содержательного замысла с помощью определенных изобразительных и выразительных средств. В художественном образе форма существует для того, чтобы выразить содержание, образный смысл и значение.

Формирование правильного восприятия произведений изобразительного искусства, их идейно-эстетических принципов, специфики художественного отражения действительности посредством художественного образа является важнейшим условием развития эстетического восприятия студентов. Часто, анализируя художественные произведения, студенты дают правильное описание сюжета картины, излагают традиционные схемы композиционного построения, приводят интересные данные из биографии художников. Однако закономерности существования и развития художественного образа в связи с эстетическими идеалами конкретной художественной эпохи остаются вне анализа. В то же время именно проникновение студентов в суть этих взаимоотношений и формирует эстетическую направленность их восприятия.

Со сменой эстетических идеалов меняются представления о красоте, а также выразительные и изобразительные формы художественного образа. Изучение этих формальных качеств художественного образа позволяет студентам проникнуть в эстетический смысл изображаемых предметов, увидеть в единичном типичное для искусства целой эпохи. Следовательно, восприятие художественного образа в соответствии с конкретными изобразительными тенденциями определенного исторического периода, знание своеобразия художественного языка и способов отображения действительности формируют вкус, развивают эстетическое восприятие изображаемых предметов и явлений, способствуют творческому становлению студентов.

Основой создания художественного образа является формирование образного замысла – представления. Характерной его чертой является синтез эмоциональных и рациональных начал. Непосредственное рождение художественного образа происходит в процессе материализации художественно-

образного замысла в конкретную чувственно воспринимаемую форму. Художественно-образное мышление предполагает: эстетическое восприятие и оценочное суждение об изображаемом; наличие выразительных образных сопоставлений с достаточной степенью утонченности; ясное представление об изображаемом объекте и хорошем законченном рисунке; способность к синтезу о представлении, в результате которого формируется художественный образ.

При оценке результатов работы, кроме прямого показателя успеха или неуспеха в решении основных изобразительных задач определенной трудности, должны приниматься и особенности изобразительных действий.

Для реализации каждого художественного образа, требуются: а) необходимые художественно-технические материалы, а также различные сочетания материалов в одном рисунке; б) усиление в рисунке тех деталей и пластических моментов натуры, которые помогают выражению ее образа; в) определенные художественные приемы. Таким образом, художественный образ, созданный на основе познания натуры, отображает не только непосредственно воспринимаемую во время рисования модель, но и целый комплекс представлений, накопленных художником в предшествующем изобразительном опыте.

Творческая деятельность студентов предполагает наличие определенного материала, его накопление в процессе разнообразных форм познания объективного мира. Формирование художественного образа немислимо без познания реальной действительности, что связано с процессом мышления, активным изучением изобразительных и выразительных возможностей художественных материалов. Необходимо помнить о том, что творческие способности студентов могут существовать только в движении, в развитии. Они не могут возникнуть без целенаправленной деятельности молодого человека. Всякий талант гибнет, если он не находится в самодвижении, саморазвитии. Поэтому умение творчески работать над созданием художественного образа – это не только умение хорошо рисовать или писать с натуры. Чтобы быть творческим человеком, надо, прежде всего, уметь размышлять, быть на уровне передовых идей своего времени.



УДК 7.01

*Асс. КУЛАЕВА З. С.*

### **ФОРМИРОВАНИЕ ЭСТЕТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ**

*Рассмотрены вопросы формирования эстетической культуры студентов, без которой трудно решать задачи реформирования современного общества.*

Сложные и противоречивые процессы обновления, происходящие в современном обществе, приводят ко все большему взаимопроникновению материального и духовного производства, науки, культуры, изменению сознания людей. В успешном преодолении негативных последствий этих про-



цессов большое значение имеет эстетическое воспитание молодежи. Актуальность данной проблемы продиктована тем, что без эстетического воспитания подрастающих поколений, без роста культуры молодежи трудно решить другие задачи реформирования общества.

Сейчас эстетическая культура студенческой молодежи находится в кризисе. Это связано с тем, что существовавшая в нашей стране политическая система, осуществляя контроль за инициативой и творчеством личности, сужала рамки возможности развития студенческой молодежи.

Студенчество характеризуется, прежде всего, своей нацеленностью на будущее. При отсутствии этого целеполагания студенчество перестает быть прогрессивной общественной группой.

Усиление негативных тенденций не только в экономике страны, но и в других сферах духовной жизни общества сопровождается ослаблением культурно-просветительной работы, приводит к потере духовных ориентиров у студентов, к обесцениванию важнейших человеческих ценностей.

В современных условиях назрела необходимость выработки новой системы эстетической культуры студентов. Новая система должна базироваться на общечеловеческих, гуманистических началах.

Игнорирование общечеловеческих ценностей нанесло непоправимый урон культуре в целом. Теперь важно и актуально переосмыслить пройденное и на этих гуманистических ценностях пересмотреть традиционные подходы к изучению происходящих в обществе культурно-эстетических процессов.

В исследовании проблем современного образования одной из главных оказывается проблема формирования эстетической культуры.

Изучая понятие «эстетической культуры» именно в данном ракурсе, необходимо рассмотреть ценности искусства, эстетические стороны всех созданных людьми материальных и духовных ценностей, эстетические аспекты самой материальной и духовной деятельности людей.

Основой искусства является непосредственное отражение чувственного опыта художника. В ходе данного процесса социальная жизнь переплавляется в художественно-образную ткань произведения. Искусство имеет двойную функцию: с одной стороны, оно отражает с помощью своих законов окружающую нас жизнь, а с другой – без него невозможно развить воображение, фантазию, так необходимую для материальной и духовной деятельности.

Эстетическая культура формируется в активном и действенном общении с искусством. Нельзя не учитывать и индивидуальные факторы: тип личности, накладывающий свой отпечаток на способности человека, что в конечном счете влияет на качество формируемых эстетических суждений.

Воспитание у личности эстетической культуры, как составной части процесса формирования ее духовного мира, преследует ту же цель, что и система воспитания и образования в целом: формирование гражданина нового обновленного общества. Кроме того, эстетическая культура постоянно развивается в силу действия объективных закономерностей эстетизации всех сфер социального бытия. Освоение эстетической культуры имеет принципиальное значение для формирования творческой социальной активности личности, творческих возможностей, проявляющихся в материальной и духовной сферах. Эстетическая культура личности – это реализация способности человека выражать свое отношение к действительности в процессе своей

практической, предметно-преобразующей деятельности. Формирование данной способности является основной целью эстетического воспитания.

Сегодня, когда практически решаются сложные и многообразные проблемы обновления общества, в том числе и в области эстетической культуры, эстетического воспитания, наряду с решением собственно теоретических вопросов, важна также и их практическая постановка.

Вопрос о соотношении эстетической культуры и эстетического воспитания является весьма актуальным своими социально-эстетическими аспектами.

Чтобы выявить и представить соотношение между эстетической культурой и эстетическим воспитанием, необходимо иметь в виду следующее:

- эстетическое воспитание есть целенаправленный процесс формирования в личности тех основных компонентов, которые составляют эстетическую культуру этой личности;
- эстетическая культура личности выступает как результат этого процесса, результат первоначального этапа социализации индивида, где процесс воспитания связан с образованием и обучением.

Соотношения эстетической культуры и эстетического воспитания составляют единое целое, так что их необходимо рассматривать в единстве, которое коренится в единстве эстетической культуры общества. Эстетическая культура в соотношении с эстетическим воспитанием выступает как обобщенная цель. Целью эстетического воспитания является формирование и развитие у человека эстетической культуры. Эту общую цель необходимо детализировать и конкретизировать, чтобы было понятно на что должно быть направлено эстетическое воспитание, что следует прежде сформировать в человеке конкретно в плане его культурно-эстетического развития.

На протяжении длительного периода эстетическое воспитание рассматривалось в нашей стране как часть коммунистического воспитания, что привело его к состоянию кризиса. Эстетическое воспитание у нас сводилось к формированию в людях необходимых обществу качеств – эстетических знаний, взглядов, убеждений.

Качества, которые необходимо формировать посредством эстетического воспитания, необходимы были не только социализму, это – общечеловеческие эстетические качества. Эстетическое воспитание есть в принципе важнейшая сторона формирования целостной человеческой личности, в какой бы системе это не происходило. Именно такую постановку вопроса выработала мировая эстетическая мысль.

Эстетическое воспитание есть относительно самостоятельная сфера жизнедеятельности общества, имеющая специфику, определяемую спецификой эстетической культуры в целом. Главная и стержневая задача формирования эстетической культуры состоит в формировании и развитии в каждом человеке его эстетически-деятельного начала: стремление к красоте, способности практически реализовать данное стремление в процессе своей жизнедеятельности. Формирование эстетического чувства, эстетического вкуса – все это важно и необходимо.

Важнейший критерий эстетического воспитания – эстетический идеал. И чувство, и вкус определяются этим идеалом. Без формирования системы абсолютных, непреходящих систем ценностей навряд ли мы сможем развиваться дальше.

Большое значение в процессе формирования эстетической культуры имеет взаимозависимость таких высших форм общественного сознания, как нравственный и эстетический идеал. Целью нравственного и эстетического воспитания в обществе является формирование сознания и деятельности людей в духе высоких, непрерывно творчески развивающихся нравственных и эстетических идеалов.

Нравственный идеал абстрактен по форме, так как моральные нормы и принципы существуют в форме понятий и категорий, служащих основой для оценочных суждений. Эстетический идеал, несмотря на то, что высшая форма абстракции, имеет конкретно-чувственный облик. Основа нравственного идеала – понятийная нравственная норма и категориально выраженный моральный принцип. Основа эстетического идеала – конкретно-чувственное эстетическое восприятие – оценка и художественный образ. Это своеобразие форм отражения имеет большое значение при анализе взаимодействия и взаимовлияния нравственных и эстетических идеалов в комплексном процессе воспитания личности.

Нравственный идеал «привязан» только к личности. Это – понятийное представление о всесовершенной в нравственном отношении личности на современном этапе развития общества. Эстетический же идеал – это всегда конкретно-чувственный образ прекрасного человека в прекрасном обществе.

Таким образом, нравственный и эстетический идеалы общества как бы взаимно дополняют образ духовно развитой личности. Нравственный идеал в систематизированной и теоретической формах подробно объясняет, что должен и не должен делать человек, какими принципами ему следует руководствоваться во взаимоотношении с людьми и обществом в целом. Эстетический же идеал многогранно, целостно и конкретно чувственно показывает эту гармонически развитую личность в ее связях с обществом в реальных жизненных ситуациях.

Эстетический идеал во многом складывается из совокупности положительных художественных образов и разнообразных жизненных ситуаций, воплощенных в произведении искусства. Поэтому воздействие эстетического идеала на нравственный лучше всего проследить в процессе влияния художественных произведений на нравственное развитие личности.

Ошибочно мнение, что искусству принадлежит подчиненная роль в деле нравственного воспитания личности.

Формирование и развитие у студентов потребностей в красоте, желания и умения реализовать это стремление в своей жизни должно быть признано стержневой задачей эстетического воспитания, всего процесса формирования и развития эстетической культуры молодого человека. Только при таком подходе к пониманию целей и задач формирования эстетической культуры можно будет восстановить общечеловеческие прогрессивные эстетические традиции, заключающиеся, главным образом, в формировании людей творчески активных, способных к разносторонней преобразовательной деятельности. И на этой основе эстетически развивать личность, создать соответствующую эстетическую культуру.



## **ФОРМИРОВАНИЕ ДУХОВНО-РЕЛИГИОЗНОЙ КУЛЬТУРЫ СОВРЕМЕННОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ**

Произошедшие за последние десятилетия глобальные изменения в российском обществе затронули все сферы жизни: экономику, политику, социальные институты и духовно-нравственные отношения. Молодежь как субъект социальных и духовно-нравственных отношений на современном этапе переосмысления религиозно-культурных ценностей имеет свою специфику и особенности. Среди них наиболее важной и сущностной является религиозно-культурологическое образование, культурная социализация, профессиональное и гражданское становление. Формирование духовно-религиозной культуры российской молодежи имеет решающее значение для жизни не только молодого поколения, но и всего общества в целом [1]. Стойкие жизненные ориентации – это необходимое условие адаптации юношества в сложном современном мире и выработки собственной жизненной стратегии. Духовно-религиозная культура определяет возможности осознания происходящего, диалогового общения социальных групп, снижение вероятности манипулирования молодежью деструктивными силами.

Молодежь – основной стратегический ресурс обновляемой Северной Осетии-Алании. Сегодняшняя осетинская молодежь участвует в модернизации республики, в проведении реформ. Постоянно меняющиеся условия жизни вынуждают молодых людей приспосабливаться к новым реалиям, вести постоянный поиск новых форм идентичности, вырабатывать свою жизненную позицию, созидать свой духовный мир. Позитивное духовно-религиозное развитие молодежи невозможно без эффективной политики в этой сфере. Республика Северная Осетия-Алания представляет собой один из многонациональных и многоконфессиональных российских регионов. Здесь живут представители почти всех национальностей, проживавших в России. Конфессиональная картина разнообразна: православные, мусульмане, баптисты, адвентисты, пятидесятники, свидетели Иеговы, католики, представители армянской апостольской церкви, кришнаиты и другие. В Северной Осетии, как и во всех регионах России, в настоящее время наблюдается усиление роли религии, рост ее влияния на все сферы жизни и одновременно развитие мировоззренческого многообразия. Эти процессы широко обсуждаются в обществе и все чаще высказываются соображения о необходимости массового религиозного образования. Внимание ученых и общества в целом к этим проблемам не случайно и обусловлено целым рядом причин. Одна из них – ощущение потери твердой почвы под ногами и потребность обретения высшего смысла жизни.

Формирование нравственных основ, воспитание у подрастающего поколения интереса к истории религии и культу, развитие духовного потенциала юношества должно быть осознано как приоритет в сфере образования и культуры. Государственная политика в формировании ценностных мировоззренческих основ молодых людей выделяет следующие компоненты: духов-

но-нравственные и правовые нормы, гражданственность, патриотизм, установка на саморазвитие, толерантность, экологическое сознание. В формировании духовно-религиозной культуры молодежи определяющую роль продолжают играть институты образования, которые претерпели и претерпевают значительные изменения в современной ситуации. Передача традиционного религиозно-культурологического и духовного опыта предыдущих поколений и выработка молодежью своих жизненных ценностей, убеждений и осознание своих интересов происходит во многом в процессе обучения. Высшая школа как итоговая ступень всей системы образования должна иметь определяющее значение в формировании духовно-религиозной культуры [2]. Отличительной особенностью студенчества можно считать ее инновационный потенциал. Противоречие между универсализмом и специализацией, как глобальными векторами развития социального института высшего образования определяет динамику образовательно-профессиональных мотиваций, ориентации и установок молодых людей. Поэтому сегодня складывается принципиально новый подход к взаимовлиянию процессов формирования духовно-религиозной культуры и процессов в сфере высшего образования. Он ставит в центр проблему личности с ее постоянным стремлением к самопознанию, саморазвитию в целях осознанного выбора индивидуальной жизненной стратегии и стиля жизнедеятельности. Переход от индустриального к информационному обществу и связанные с этим процессы индивидуализации обуславливают требование – изучение влияния высшего образования на воспроизводство типа личности.

Проблематика формирования духовно-религиозной культуры студенческой молодежи вызвана тремя основными обстоятельствами. Во-первых, необходимостью изучения происходящих в обществе сдвигов и изменений в механизме формирования духовно-религиозной культуры студенческой молодежи. Иерархия ценностей и духовная деятельность новых поколений студентов существенно отличаются от ценностно-нормативной системы предыдущих поколений [3]. Во-вторых, инновационной ролью студенчества в молодежной культуре и особым местом высшего образования как фактора формирования духовной культуры студенчества. В-третьих, учитывая специфические качества и характеристики студенчества как особой социальной группы, исследование молодежной духовной культуры может определить параметры перспектив духовного развития общества. Проблематика формирования духовно-религиозной культуры студенческой молодежи находится на стыке смежных областей гуманитарного знания (философии, теологии, религиоведения, культурологии, психологии) и различных направлений социологии (молодежи, культуры, образования и религии). Разработка различных аспектов общесоциологических теорий культуры, взаимовлияния культуры и социума, проблем смены поколений имеет давнюю традицию в философии, социологии, и психологии, которые представлены в трудах А. Вебера [4], М. Вебера [5], Э. Дюркгейма, К. Мангейм, М. Мид, А. Моля, Э. Фромм и других ученых. Проблемы, касающиеся формирования духовно-религиозной культуры, рассматривались этими и другими авторами с различных мировоззренческих позиций, культурно-исторических традиций и школ, методологических и концептуальных оснований. Особую роль, во многом противоположную социологическому подходу, в философском осмыслении

духовности сыграла русская религиозная философская школа. Так, идеи самопознания и самоутверждения личности, формирования духовно-религиозной культуры были предметом рассмотрения и анализа Н. Федорова, В. Соловьева, Н. Бердяева. Содержание и принципы духовной деятельности как важного компонента социальной регуляции становились предметом изучения таких авторов, как Гуревич П.С., Ерасов Б.С., Ионин Л.Г., Лотман Ю.М., Муравьев Ю.А., Уледов А.К., Шендрик А.И., обобщающих философские, культурологические и социологические подходы в изучении социального функционирования культуры.

Резкое снижение жизненного уровня подавляющего большинства населения, невиданное и все более углубляющиеся социальное расслоение, деление на непривычные для нашего общества социальные группы, утрата смысла жизни у большей части людей привели к росту социальной напряженности. В обществе не прекращаются межэтнические и межконфессиональные конфликты, растет сепаратизм и национальный экстремизм. Ситуация усугубляется также и дискредитацией «новых» идей и отсутствием культуры мировоззренческой рефлексии, позволяющей прийти к собственному уникальному смыслу своим путем. Вполне обоснованно многие оценивают нынешнюю ситуацию и в духовной, и в материальной сфере в стране как катастрофическую, а религиозно ориентированные мыслители – как новое и тяжелейшее испытание, ниспосланное свыше.

Возможность выхода из этой кризисной ситуации находится в направлении поиска путей, посредством которых человек может сделать свою жизнь осмысленной: с помощью того, что мы даем жизни (в смысле нашей творческой работы); с помощью того, что мы берем от мира (в смысле переживания ценностей) и посредством позиции, которую мы занимаем по отношению к судьбе, и которую мы не в состоянии изменить. В этот процесс поиска активно включается религия, предлагая свое видение и свои подходы в решение важнейших жизненных задач. Религия дает возможность посмотреть на проблемы бытия, культуры, взаимоотношений и общения людей, обучения и воспитания с новых, необычных сторон и точек зрения, т.е. открывает новые подходы к решению жизненных проблем.

В исследовании формирования духовной культуры современной молодежи и динамики духовных ценностей в обществе в связи с процессами смены поколений определенное место занимают теории модерна и постмодерна в социологии. Новые ценности, соответствующие социальным изменениям, переживаемые вследствие процессов глобализации всем человечеством, как правило, органично воспринимаются молодыми и являются моделирующими по отношению ко всему социуму. Существует противоречие между объективной потребностью общества в высокоразвитой духовной культуре студенческой молодежи как активного носителя культурного потенциала социума и реальным духовным уровнем студенческой молодежи, не отвечающим потребностям современного общества [7].

Определенное возрождение религии – это реальный процесс, происходящий в нашем обществе. В новых социальных условиях облегчается процесс привлечения культурных богатств, накопленных религией, для использования в средней и высшей школе. Это должно способствовать расширению кругозора учащихся, формированию у них научного мировоззрения. образо-

вание не сводится к усвоению знаний. Это, скорее, изменение всего духовного мира личности, а не только социально-познавательного статуса.

Одним из положительных моментов общественных дискуссий о религиозном образовании является привлечение граждан к участию в деятельности различных государственных органов, развитие публичности и социальной самоорганизации, без чего не может сформироваться гражданское общество. Результатом совместного для государственных органов и общественности поиска путей в развитии религиозного образования в нашем многонациональном и многоконфессиональном регионе явились изменения в программах общеобразовательных школ и вузов. Для этого вырабатываются предложения правительству РФ и РСО-А по введению в общеобразовательных школах предмета «Религиоведение», поскольку у молодежи должно быть адекватное представление о традиционных религиях. Деятельность радикальных организаций на Северном Кавказе является результатом невежества молодежи в вопросах истории и основ вероучения.

Принимая во внимание особую роль высшего образования, обуславливающую тенденции и перспективы социально-культурного развития общества, можно оценить степень влияния конкретных факторов на формирование тех или иных компонентов духовно-религиозной культуры, сделать прогноз о возможных социокультурных переменах, которые могут произойти в процессе смены поколений и выявить основные тенденции формирования духовно-религиозной культуры современной студенческой молодежи, ее оценку как носителя культурных и духовных ценностей современного общества, а также разработать практические рекомендации по совершенствованию регулирующей роли духовно-религиозной культуры студенческой молодежи, обеспечивающей преодоление негативных явлений в ее образе жизни и поведении. Решение проблемы предполагает постановку и решение следующих задач:

1. Рассмотрение теоретико-методологических аспектов изучения молодежной субкультуры в рамках подходов социологии культуры и социологии молодежи.

2. Проанализировать социокультурные особенности студенчества как специфической социальной группы, как носителя культурного потенциала общества.

3. Выявить социальные факторы формирования духовно-религиозной культуры студенческой молодежи.

4. Изучить основные составляющие современной культуры студенческой молодежи, в том числе – жизненные и образовательные ценности студенческой молодежи; процессы индивидуализации в студенческой среде; феномены досуга студенческой молодежи; тенденции развития политического мировоззрения и поведения.

5. Разработать теоретические и практические рекомендации по формированию духовно-религиозной культуры студенческой молодежи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Религиозная культура в светской школе: Сборник материалов /Авт. кол. : Л.С. Гармаш, И.В. Понкин, И.В. Метлик А.Ю. Соловьев. М., Институт государственно-конфессиональных отношений и права, 2007.

2. О проблемах формирования духовного мира подрастающего поколения. Решение коллегий Министерства РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций, Министерства образования РФ и Министерства культуры РФ 25.06.2002 № 5-15/4-13 // Официальные документы в образовании, 2002, № 26, с. 49-51.

3. Понкин И.В. Религия, образование и право / Институт государственно-конфессиональных отношений и права. М., 2002.

4. Вебер А. Принципиальные замечания к социологии культуры. Идеи к проблемам социологии государства и культуры // Избранное: Кризис европейской культуры. Санкт-Петербург: Университетская книга, 1999.

5. Вебер М. Христианская этика. Сборник статей. М.: ИНИОН, 1972.



УДК 1

Ст. преп. АЛБОРОВ Н. М.,  
канд. пед. наук, асс. ДЗЕРАНОВА А. Л.

### **НЕКОТОРЫЕ СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В ПОСЛОВИЧНОМ ЖАНРЕ ОСЕТИН**

*Пословичный жанр рассматривается как форма социально-философского познания на уровне обыденно-практического сознания, формируемого в процессе повседневно-жизнейского опыта народных масс. Анализ пословиц показал, что народная мудрость к явлениям общественной жизни подходит всесторонне – диалектически.*

Фольклор возникает в обществе и отражает его сущность специфическими средствами. Пословицы и поговорки составляют один из жанров фольклора. Пословичный жанр как продукт устно-поэтического творчества народа использует различные художественно-выразительные средства, тропы: метафору, метонимию, сравнение, эпитет [1].

Известные исследователи фольклора Н.И. Кравцов и С.Г. Лазутин пословицу определяют так: «Пословица - самый малый жанр народного устного творчества, вошедшего в речевой оборот форма изречения, укладываемая в одно грамматически и логически законченное предложение, нередко ритмизованное и подкрепленное рифмой» [2].

Пословица рассматривается как явление языка, как явление фольклора и как явление мысли. Следовательно, она одновременно является грамматически завершенным предложением, художественной миниатюрой и определенной логической единицей, выражающей то или иное суждение [3].

Ученые пословичный жанр относят к философским жанрам фольклора, подчеркивая его важную роль в становлении философии как особой формы общественного сознания [2 – 4].

В пословице главной является выраженная в ней мысль [4]. Она и интересует нас как явление мысли. Пословичный жанр как форма мысли отразил многообразные явления, стороны и отношения общественной жизни в процессе ее функционирования и развития. Но общество является динамически



развивающейся системой с присущими ей противоречиями. Следовательно, форма мысли, отражающая эту систему, должна быть диалектической, чтобы отражать и выражать в мыслях противоречия этой системы.

Диалектическое мышление человека возникло вместе с возникновением человеческого общества [5]. Вначале оно носило стихийный характер, являясь донаучной формой сознания.

Сознательная разработка диалектического понимания объективной реальности стала возможной лишь с отделением умственного труда от физического, возникновением философии как особой формы общественного сознания. Пословичный жанр как явление мысли основан на обыденно-практическом сознании, которое достигает высшего развития именно в этом жанре.

Стихийной диалектике, нашедшей воплощение в пословичном жанре осетин, доступно достаточно глубокое проникновение в суть общественных явлений и процессов. На это обратил внимание А.К. Хачирти: «Ясно осознается единство противоположных начал действительности, которые друг без друга не могут, как близнецы-братья...» [6].

Народная мудрость в пословицах отразила, в частности, противоречия, возникающие на основе материально-вещных, товарно-денежных отношений. Стоя на позициях реализма и гуманизма, она далека от мелочных оценок человеческого бытия, акцентирования всего преходящего, случайного, событийного.

На необходимую роль материального благополучия в жизни человека и общества народная философия указывает диалектически в пословице «Ис æгъдау амонь, нæй æгъдау сафы» [7] («Достаток æгъдау направляет, его отсутствие æгъдау уничтожает»).

Общественно-историческая практика постоянно подтверждает эту простую, но верную мысль. Без определенного материального благополучия человек попросту не может существовать, воспроизводить себя как социальное существо, а тем более творить по законам творчества, развивать свои универсальные способности. Лишенный элементарных жизненных средств существования, человек может опуститься на дно общества, о чем красноречиво говорит нам современная действительность.

Народная философия, отражая жизнь в ее целостности, движении и развитии, раскрывает противоречивую суть богатства и денег в пословице «Ис лæг сафæг» [7] («Богатство - губитель человека»). Для подобного вывода о богатстве у нее были более чем веские основания. Всемирно-историческая практика тысячелетий с ее межличностными, межродовыми и межгосударственными столкновениями и войнами давала право народной философии прийти к такому выводу.

Раскрывая многогранную роль богатства, она приходит, на первый взгляд, к парадоксальному выводу в афоризме «Ис хæйрæджы холлаг у» [7] («Богатство есть корм чёрта»). Как видим, обыденное сознание содержание богатства раскрывает и путем использования образа чёрта, который в системе мифо-религиозных воззрений осетин является символом тьмы, зла и нечистой силы. Вселение черта в тело человека, согласно народным представлениям осетин, приводит к умственным расстройствам [8], следовательно, и бо-

гатство, подобно чёрту, своего обладателя может приводить в патологическое состояние.

Народная философия осознает универсальную роль денег в обществе и выражает это в высказываниях «Æхца дæм куы уа, уæд дуне дæр дæу у» [7] («Если у тебя будут деньги, то и мир будет твоим»).

Фольклорное сознание не занимается анализом происхождения и сущности денег, но оно, как бы интуитивно, раскрывает фетишистское свойство денег, их всеисилие и могущество. На такой вывод, на наш взгляд, наводит мысль пословицы «Æца хæйрæджи фæлдыст у» [7] («Деньги являются творением дьявола»). Творение же дьявола не может не быть носителем качеств своего творца. Подобно дьяволу, деньги могут сводить человека с ума, вести его к антисоциальному поведению. Далее, согласно народной философии, обладание деньгами не является лишь благом. Денежный человек вынужден заботиться как о собственной, так и о безопасности своих детей, которых могут выкрасть и под угрозой казни заставить выплатить многомиллионный выкуп. Так можно, на наш взгляд, понимать частично содержание мысли пословицы «Бирæ æхца бирæ мæт у» [7] («Много денег – много забот»).

Народная философия обобщила и товарно-денежные отношения, возникающие вместе с возникновением классовых обществ и государственных образований. В ряде пословиц раскрывается влияние коммерции на духовно-нравственный мир человека. В них подчеркивается объективный характер противоречий, которые возникают между субъектами рынка. Так в пословице «Уæйгæнæг æмæ æлхæнæг кæрæдзи сайынц» [7] («Продавец и покупатель друг друга обманывают») утверждается, что обман между вступающими в товарно-денежные отношения людьми, является не случайным, а необходимым социальным отношениям. Она отразила реальное противоречие, объективно возникающее между продавцом и покупателем, основой чего становится личный интерес, так каждый из них думает о своей выгоде. Продавец стремится свой товар продает подороже, а покупатель желает приобрести его подешевле.

Согласно народной афористике коммерция преобразовывает человека, и в стороне могут оказаться семейные и иные отношения. Этот вывод утверждается в пословице «Базаргæнæг йæ мад æмæ йæ фыды дæр сайы» [7] Устойчивую, необходимую связь между коммерцией и мошенничеством обыденное сознание устанавливает и в более обобщенной форме в пословице «Сæудæджер лæгæй пайда 'нхæл ма у – фæсайдзæн дæ» (7) («Не жди пользы от торговца – обманет»).

Народная мудрость, с определенной долей иронии, выявила количественную меру случаев обмана самого торговца, для того, чтобы он сам научился обманывать: «Базаргæнæгыл цалынмæ авд сайды не рцæуа, уæдмæ сайын нæ зоны» (7) («Торговец, пока не будет семь раз обманут, до тех пор не умеет обманывать»). Пословица исходит из практики и обобщает ее. Следовательно, связь торговли с обманом была настолько тесной, что общественное сознание с необходимостью приходило к подобным выводам.

Возникновение государства с его чиновничьим аппаратом приводит к появлению такого социального явления как взяточничество, универсальную силу которого отразила народная философия. Она выявила его огромное влияние на судьбы людей и общества. Взятка способна избавить от наказа-

ния конченого преступника-убийцу, предателя отечества, деяния которого привели к неисчислимым материальным, людским и духовно-нравственным потерям. Эту ее способность народная мудрость выразила в пословице «Гæртам ауындзæнæй ыздахы». (7) («Взятка с виселицы возвращает»).

Народная мудрость взяточнику дает крайне негативную оценку и в пословице «Гæртамхорæн дзæнæты дуар æхгæд у» (7) («Перед взяточником дверь рая закрыта»). Эта мысль, более отвлеченно и художественно выразительнее высказана в афоризме «Гæртамхорæн удыбæстæ нæй» (7) («Душа взяточника не имеет покоя»), так как душа человека обретает покой только в раю. Эти пословицы утверждают, что взяточничество является абсолютным социальным злом. Следовательно, какие бы добрые дела не совершал человек-взяточник, ему не избежать возмездия. Подобное, резко отрицательное отношение к взяточнику объясняется, на наш взгляд тем, что во времена появления этих пословиц взяточничество в обществе заняло прочное место, от чего в первую очередь страдали низы народа. В нашу эпоху оно охватило все стороны общественной жизни. Оно расцвело так, как летом цветет амброзия, а после дождя растут грибы. Взятка «открыла» настежь двери образовательных, лечебных и правоохранительных учреждений. Перед ней встали на колени государственные институты. Ее сила всемогуща, с ее помощью можно творить чудеса, стать депутатом, занять соответствующий государственный пост. Поступь ее настолько широка, что люди потеряли всякую надежду на то, что с нею можно бороться.

Вершиной диалектического понимания человеческого существования является мысль, выраженная в пословице «Знаг лæггæнаг у» (7) («Враг-созидатель мужчины»), в которой выражено антагонистическое противоречие между людьми. Она интересна глубиной проникновения в суть межличностных взаимоотношений. На первый взгляд, при поверхностном ее осмыслении, создается впечатление, что она противоречит даже здравому смыслу, так как враг, относясь враждебно к человеку, готов лишить его даже жизни. Тогда каким образом враг является творцом мужчины? Враг потому творит человека, что он вынуждает его развивать свои физические и духовно-нравственные качества. Враг не дремлет, он может предстать перед человеком вдруг и неожиданно, когда и где угодно, и надо быть готовым всегда защитить свою жизнь, честь и достоинство. Противостояние с врагом заставляет владеть оружием, быть физически развитым, уметь переносить определенные лишения, быть разумным, умея предотвращать провокации врага, владеть своими эмоциями.

Это высказывание, рассматривая роль врага в жизни человека, диалектически отразило один из моментов человеческого существования. Сознвая, что у человека имеется враг, он творит себя всесторонне, чтобы быть на уровне насущных требований времени – жизни.

Проанализированные пословицы показывают, что уже на уровне обыденно-практического сознания человеческое мышление раскрыло диалектику добра и зла, чести и бесчестия, совести и стыда в человеческих взаимоотношениях. Подводя итог, можно утверждать, что народная философия отражает социальные явления и процессы адекватно-диалектически.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Цаллагова З.Б.* Афористические жанры осетинского фольклора. Владикавказ, 1993.
2. *Кравцов Н.И., Лазутин С.Г.* Русское народное творчество. М., 1977.
3. *Пермяков Г.Л.* Пословицы и поговорки народов Востока. М., 1972.
4. *Давлетов К.С.* Фольклор, как вид искусства. Л., 1977.
5. *Лосев А.Ф., Спиркин А.Г.* Диалектика. В кн.: «Философский энциклопедический словарь». М., 1983.
6. *Хачирти А.К.* Аланика. Мудрость народа. Владикавказ, 1999.
7. *Ирон æмбисæндтæ.* Сост. Гутиев К. Орджоникидзе, 1976.
8. *Абаев В.И.* Историко-этимологический словарь осетинского языка. Т. 1. М.-Л., 1958.



### СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

*На основе анализа современной кризисной социо-культурной ситуации обосновывается концепция возведения системы образования в ранг приоритетного направления государственной политики, способного вывести Россию из нынешнего исторического тупика на уровень индустриально развитых стран.*

Содержание социальных процессов, происходящих сегодня в нашем обществе, требуют разработки новых подходов к теории и практике образования и воспитания. Концептуальная неопределенность в этой сфере пагубна для общества на любом этапе его развития, для сегодняшней же России – в особенности. На протяжении последнего десятилетия под видом реформ разрушена одна из лучших в мире система образования и подготовки специалистов. Снижение человеческого потенциала нашей страны уже в детском возрасте содержит в себе прямую угрозу национальной безопасности России, связанный как с утерей образовательного потенциала, так и с духовной регрессией общества. И если отечественные горе-реформаторы наотрез отказываются признать крах своих образовательных манипуляций, объясняя это «переходом к вариативному образованию» (проф. А.Асмалов, бывший зам. Министра образования), то проф. Гарвардского университета, видный экономист Корнай Я. более объективен в этом вопросе, когда пишет, что «еще три – пять лет такой политики, и Россия на десятилетия, если не на поколения вперед, потеряет то, что пока позволяет ей быть в числе ведущих держав мира – свой научно-технический, образовательный и культурный потенциал». Этой тревогой пронизаны и рекомендации, принятые на парламентских слушаниях Государственной Думы по вопросу «Образования и национальная безопасность России»: «Пренебрежение нуждами образования со стороны государственной власти подрывает научно-технический прогресс, производственный и оборонительный потенциал страны, угрожает превратить ее в державу «третьего мира», ослабляет национальную безопасность в целом». И что самое тревожное – главная и первейшая опасность перехода все новых и новых когорт россиян в разряд «потерянных поколений» исходит из государственной политики по отношению к школьному образованию и ее роли в воспитании и социализации детей и подростков. ***Эта политика передаётся затем в наши школы в виде бесконтрольной свободы в выборе концепции образования и воспитания.***

В настоящее время в учебном процессе, по настоящему эффективного контроля нет, поэтому точного представления о содержании учебно-воспитательной работы нет ни у одного заинтересованного государственного

и общественного органа. Под флагом «свободы образовательного выбора» нередко допускается отход от требований, как государственного образовательного стандарта, так и нарушения прав граждан на бесплатное образование.

В сегодняшних наших реальностях ничто не говорит о том, что нам нужен контроль за учебными планами, содержанием преподавания и воспитания учащихся в духе тех социальных и моральных ценностей, которые напрямую служат интересам развития общества. Сегодня для всех очевидна необходимость идеологического контроля, разумеется, в несколько иных формах, чем это практиковалось при унифицированной идеологии. Сегодняшняя школа по своим материальным и *социотворческим* возможностям ничего действенного не может противопоставить пропаганде жестокости, насилия, сексуальных извращений, аморализма, которую повседневно ведет телевидение и другие средства массовой информации, особенно молодежные. Не отстают от них в растлении детских душ и всевозможные религиозные секты, проповедующие с не меньшим фанатизмом насилие и мракобесие, умело воздействуя на «подкорку» и зомбируя детей и подростков – «АУМ синрикё» или «Белое братство» и др. Объявленная еще Б.Н.Ельциным «тотальная *деидеологизация*» общества вовсе разоружает органы управления образования и учительство перед опасностями безграничной «свободы» втолковать в умы и чувства детей антиобщественную мораль разного образца.

Ответная реакция наших детей и подростков на подобные манипуляции в системе образования не заставила себя долго ждать и проявилась в виде *девиантного* (отклоняющегося) поведения: 90 % несовершеннолетних правонарушителей – это школьники. Причем отклоняющееся поведение несовершеннолетних нарастает такими темпами, которые являются прямой угрозой безопасности общества, о чем свидетельствуют соответствующие данные по РСО-Алании.

Почти по всем видам преступлений наблюдается рост из года в год.

Такому положению способствуют некоторые положения Федерального закона «Об образовании», создавая условия для чистки школ от так называемых «трудных подростков», когда по конституционному праву школы освобождаются после 9 класса от наиболее неблагополучных учащихся, которые чаще всего и пополняют ряды беспризорных и несовершеннолетних правонарушителей.

Однако образование само по себе продолжает служить основой развития общества, о чем свидетельствует современный опыт индустриального развития стран Запада, получающих за счет совершенствования образования более 40 % прироста национального дохода. Можно с уверенностью говорить, что и в наши дни не потерял своей актуальности принцип нерасторжимого единства образования и воспитания, при котором каждый ребенок, получая доступ к интеллектуальным ресурсам человечества, одновременно приобщается к тем социальным и моральным ценностям, без которых невозможно становление полноценной личности. Хорошо отлаженная система образования с четко расставленными акцентами ее нацеленности на насущные социальные и национальные интересы и потребности содержит мощный воспитательный заряд.

**Динамика преступности среди несовершеннолетних по РСО-Алания  
за 2003 – 2006 гг.**

Характер и структура преступности		Год			
		2003	2004	2005	2006
Всего выявлено лиц, совершивших преступления		228	255	256	273
Из них привлечено к уголовной ответственности		218	246	242	258
Освобождено от уголовной ответственности		-	9	14	14
Женщин		14	5	6	18
14-15 лет		52	57	60	72
16-17 лет		176	198	196	201
Ранее совершившие преступления		27	24	35	48
Совершившие преступления в группе		140	167	154	165
Из них	с взрослыми	58	60	81	69
	только несовершеннолетние	82	107	73	95
В состоянии опьянение		28	18	15	12
В состоянии наркотического возбуждения		-	-	-	-
Социальное положение	рабочие	30	10	-	9
	учащиеся	30	37	79	74
	студенты	20	30	-	14
	лица без постоянного источника дохода	132	143	140	150
Тяжкие и особо тяжкие преступления		188	22	198	214
Убийства и покушения		7	2	6	3
Умышленное причинение тяжкого вреда здоровью		-	1	-	3
Изнасилования и покушение		-	-	3	2
Разбой		19	12	3	8
Грабежи		29	52	44	50
Кражи		113	136	127	139
Из них	транспортных средств	13	17	10	8
	квартир	20	13	26	23
Хулиганство		9	11	15	17
Неправомерное завладение транспортным средством		-	5	4	-
Незаконное ношение, хранение оружия		4	6	7	10
Изготовление, хранение, сбыт наркотических веществ		11	17	22	14

Дальнейшее развитие образования должно строиться в целях удовлетворения потребностей граждан республики в образовании, гармоничном развитии личности и творческих способностей человека, повышении культурного и интеллектуального потенциала республики, с соблюдением принципов равных стартовых условий для каждого, независимо от социальной и национальной принадлежности.

Для достижения этой цели предстоит решить следующие задачи:

- обеспечить общедоступное, в том числе гарантированное бесплатное образование в пределах государственных образовательных стандартов на

всех ступенях и уровнях системы в соответствии с законодательства Российской Федерации;

- создать экономическую базу для выполнения федеральных законов «Об образовании», «О высшем и послевузовском профессиональном образовании», «Развитие образования в России», «Дети России», в том числе путем стимулирования привлечения внебюджетных средств и инвестиций в образование;

- обеспечить единое образовательное, культурное и информационное пространство, создать систему законов и других нормативно-правовых актов в области образования, которая бы органически объединила федеральное законодательство и законодательство РСО-Алания;

- содействовать семье в воспитании детей дошкольного и школьного возраста;

- принять действенные меры по сохранению государственной сети общеобразовательных учреждений и привести ее в соответствие с потребностями городского и сельского населения с учетом полиэтничности и поликонфессиональности населения республики;

- содействовать образованию одаренных детей и детей, имеющих отклонения в своем развитии;

- создать условия для реализации равноправного доступа граждан республики к высшему и послевузовскому профессиональному образованию;

- содействовать всемерному развитию интеллектуального, духовного и экономического потенциала общества через поддержку студенчества и образовательных учреждений высшего профессионального образования;

- совершенствовать систему финансирования образования на основе консолидации бюджетных средств всех уровней, внебюджетных источников и средств населения с использованием федерального финансирования для обеспечения минимальных нормативов.



УДК 378

*Асс. УМАХАНОВА И. М.*

## **СИСТЕМА ВОСПИТАНИЯ КАК УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ**

*Рассмотрены основные аспекты воспитания развития личности в современном обществе.*

Воспитание растущего человека как развитой личности составляет одну из главных задач современного общества. Преодоление отчуждения человека от его подлинной сущности и формирование духовно развитой личности в процессе исторического развития общества не совершается автоматически. Оно требует усилий со стороны людей, и эти усилия направляются как на создание материальных возможностей, объективных социальных условий, так и на реализацию открывающихся на каждом историческом этапе новых возможностей для духовно-нравственного совершенствования человека.



В этом двуедином процессе реальная возможность развития человека как личности обеспечивается всей совокупностью материальных и духовных ресурсов общества.

Однако наличие объективных условий само по себе еще не решает задачу формирования развитой личности. Необходима организация систематического базирующегося на знании и учете объективных закономерностей развития личности процесса воспитания, который служит необходимой и всеобщей формой этого развития. Целевая установка воспитательного процесса состоит в том, чтобы каждого растущего человека сделать борцом за человечность, что требует не только умственного развития детей, не только развития их творческих потенций, умения самостоятельно мыслить, обновлять и расширять свои знания, но и развития образа мышления, развития отношений, взглядов, чувств, готовности к участию в экономической, социальной, культурной и политической жизни.

Исторически сформировавшаяся система воспитания обеспечивает присвоение детьми определенного круга способностей, нравственных норм и духовных ориентиров соответствующих требованиям конкретного общества, но постепенно средства и способы организации становятся непродуктивными. Если данному обществу требуется формирование новых форм производящей деятельности, способностей и потребностей, то для этого необходимо преобразование системы воспитания. Развивающая роль системы воспитания при этом выступает открыто, являясь объектом специального обсуждения, анализа и целенаправленной организации.

Формирование человека как личности требует от общества постоянного и сознательно организуемого совершенствования системы общественного воспитания, преодоления застойных, традиционных, стихийно сложившихся форм. Такая практика преобразования сложившихся форм воспитания немислима без опоры на научно-теоретическое знание закономерностей развития ребенка в процессе онтогенеза, ибо без такой опоры существует опасность возникновения волюнтаристского манипулятивного воздействия на процесс развития, искажения его подлинной человеческой природы, техницизм в подходе к человеку.

Суть подлинно гуманистического отношения к воспитанию ребенка выражена в тезисе его активности как полноправного субъекта, а не объекта процесса воспитания. Собственная активность ребенка есть необходимое условие воспитательного процесса, но сама эта активность, формы ее проявления – главное. Уровень осуществления, определяющий ее результативность, должен быть сформирован, создан у ребенка на основе исторически сложившихся образцов, однако не слепого их воспроизведения, а творческого использования. Следовательно, важно так строить педагогический процесс, чтобы воспитатель руководил деятельностью ребенка, организуя его активное самовоспитание путем совершения самостоятельных и общественных поступков. Педагог-воспитатель может и обязан помочь растущему человеку пройти этот, всегда уникальный и самостоятельный путь морально-нравственного и социального развития. Воспитание представляет собой не приспособление детей, подростков, юношества к существующим формам социального бытия, не подгонку под определенный стандарт. В результате присвоения общественно выработанных форм и способов деятельности

происходит дальнейшее развитие – формирование ориентации детей на определенные ценности, самостоятельности в решении сложных нравственных проблем. Условие эффективности воспитания – самостоятельный выбор или осознанное принятие детьми содержания и целей деятельности.

Под воспитанием понимается целенаправленное развитие каждого растущего человека как неповторимой человеческой индивидуальности, обеспечение роста и совершенствования его нравственных и творческих сил через построение такой общественной практики, при которой то, что у ребенка находится в зачаточном состоянии или пока только составляет возможность, превращается в действительность. Воспитывать – это значит направлять развитие субъективного мира человека, с одной стороны, действуя в соответствии с тем нравственным образцом идеала, который воплощает требование общества к растущему человеку, а с другой – преследуя цель максимального развития индивидуальных способностей каждого ребенка.

Особое значение приобретает учет внутренних побудительных сил, потребностей человека, его сознательных стремлений. Именно на этой базе появляется возможность правильно оценить личность и построить эффективную систему ее воспитания через специально задаваемую деятельность. Включение ребенка в организованную взрослыми деятельность, в процессе которой разворачиваются многоплановые отношения, закрепляет формы общественного поведения, формирует потребность действовать в соответствии с нравственными образцами, которые выступают в качестве мотивов, побуждающих деятельность и регулирующих взаимоотношения детей.



УДК 378

Асс. УМАХАНОВА И. М.

## **ОБЩЕНИЕ КАК ВОЗМОЖНОСТЬ СОВМЕСТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Рассмотрены трактовки понятий общение, социальные отношения, межличностные отношения и психические особенности взаимодействия людей.*

В современной психологии общение часто рассматривается как синоним понятия *взаимодействие*, которое используется для характеристики всего многообразия природных и социальных явлений. Согласно словарю С. И. Ожегова, взаимодействие – это взаимная (т.е. обоюдная, касающаяся обеих сторон) связь двух явлений. В философском словаре *взаимодействие* трактуется как "процесс взаимного влияния", "всякая связь и отношение между материальными объектами и явлениями". Иногда появляется тенденция к отождествлению понятий "общение", "социальные отношения", "межличностные отношения". Однако эти понятия, будучи взаимосвязанными, не являются тождественными, поскольку имеют свою специфику. Понятие *общение* имеет более широкий смысл. Общение объективно порождается совместной

жизнедеятельностью людей в системах их внешних отношений с социальной средой и внутригрупповых межличностных отношений.

*Социальные отношения* – безличностные – проявляются в общении людей не как личностей, а как представителей социальных классов (работодателя и работника), экономических структур (продавец и покупатель товара), иерархических формальных организаций (областные и районные отделы образования) и т.п.

*Межличностные отношения* строятся на основе деловых и эмоциональных оценок, а также предпочтений людьми друг друга. Таким образом, отношения между людьми как безличностные, так и межличностные всегда вовлечены в общение и могут быть реализованы только в нем. Вне общения немислимо человеческое общество. Общение выступает в нем как способ объединения индивидов и вместе с тем как способ их развития в личностном и профессиональном планах. Отсюда вытекает существование общения и как реальности общественных отношений, и как реальности отношений межличностных. Общение с необходимостью осуществляется при самых разнообразных человеческих отношениях, т.е. имеет место как при положительных, так и при отрицательных социальных и межличностных отношениях.

Межличностное взаимодействие предполагает совместимость и сработаемость партнеров, что, в свою очередь, и определяет характер межличностных отношений. Совместимость как удовлетворенность партнеров друг другом и сработанность, проявляющаяся в успешности выполнения совместных задач, свидетельствует о наличии реального межличностного контакта. Контакт считают промежуточной формой взаимодействия, посредством которой оно может перейти или не перейти в общение. Понятие "контакт" употребляется в нескольких значениях. "Контакт" может означать прикосновение (от лат. *contactus, con-tingo* – трогать, прикасаться, захватывать, доставать, достигать, иметь отношения с кем-либо). В психологии *контактом* называют *сближение субъектов во времени и пространстве, а также некую меру близости в отношениях*. В связи с этим в одних случаях говорят о хорошем и тесном, непосредственном или, наоборот, о слабом, неустойчивом, неустоявшемся, опосредованном контакте; в других случаях – о контакте, как о необходимом условии правильного взаимодействия. Наличие контакта, т.е. известной стадии близости, всегда рассматривается как желательная основа эффективного взаимодействия.

В условиях реализации непосредственных влияний людей и их взаимодействия в регуляцию психической деятельности включаются такие механизмы, как подражание, внушение, конформизм. Наивысший уровень взаимосвязанности, имеющий место там, где деятельность одного человека невозможна без деятельности другого, а общение пронизывает все стороны совместной деятельности, характеризуется максимальным уровнем влияния общения на психические проявления индивидов. Наблюдая процесс общения, можно выделить целый ряд причин или, как говорят психологи, мотивов, побуждающих человека взаимодействовать с окружающими. Чаще всего люди объединяются ради улучшения, облегчения или повышения эффективности совместной деятельности. Достаточно вспомнить случай, когда вам приходилось нести что-нибудь тяжелое. Любой человек, решивший помочь, был вам в радость. Этот мотив можно назвать мотивом кооперации. Ребята

могут помогать пожилым людям: перейти дорогу, сходить в аптеку, вынести мусор и т.д. Этот мотив называют альтруистическим. Ну, а что можно сказать о спортивных состязаниях? Здесь также есть взаимодействие, но мотивы его другие. Среди них наиболее ярко выражены конкуренция (скажем, при игре в футбол) или агрессия (в борьбе, боксе).

Взаимодействуя с окружающими по разным поводам, мы выбираем, как правило, формы поведения, соответствующие ситуации. Чаще всего встречаются следующие *типы поведения* по отношению к партнерам по взаимодействию.

- *сотрудничество* – партнеры по взаимодействию помогают, содействуют друг другу, активно способствуют достижению общих целей. Таким образом команда спортсменов стремится добиться победы;

- *противоборство* – партнеры противодействуют, мешают друг другу и препятствуют достижению индивидуальных целей каждого. Примеров этому достаточно в мире спорта. Например, шахматисты прилагают максимум усилий, чтобы помешать выиграть сопернику;

- *уклонение* от взаимодействия наблюдается тогда, когда партнеры сознательно стараются избегать его. Поссорившись с кем-либо, мы будем стараться меньше встречаться с ним;

- *контрастное взаимодействие*. С ним мы сталкиваемся, когда врач хочет нам помочь и назначает прием лекарств, а мы вместо того, чтобы выпить эти лекарства, прячем или выбрасываем их. Таким образом, получается противоречие – один из участников старается содействовать другому, а второй – активно ему противодействует;

- *компромиссное взаимодействие*, когда оба партнера проявляют отдельные элементы как содействия, так и противодействия.



УДК 378.1

*Д-р биол. наук, проф. ВАСИЛИАДИ Г. К.*

## **ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА**

*Самостоятельная работа студентов требует комплексного подхода, высокой ответственности как студента, так и преподавателя. Выносимые вопросы на самостоятельную работу студентам должны входить в изучаемые разделы. Они могут носить практический или теоретический характер, или и то и другое.*

Задача воспитательной работы в вузах является требованием времени не только для России, но и для мировой педагогики. Общеизвестно, что качество образования складывается из качества воспитания.

Демократизация в вузе вносит свои коррективы по проблеме воспитания студентов. Многие авторы научных статей по этой проблеме указывают на специфические сложности:

- низкая степень сформированности единого воспитательного пространства;
- ограниченность кадрового обеспечения в сфере воспитания;
- низкий уровень или отсутствие специалистов профессиональной квалификации и большинства специалистов-воспитателей.

Я склонен считать, что воспитательная работа со студентами начинается с уважения к ним, и она большей частью должна проводиться индивидуально. Я неоднократно был свидетелем, когда студента вызывают на заседание кафедры или к декану, но сеть не предлагают. Студент переминается с ноги на ногу как подсудимый. Тут нельзя не вспомнить слова Пушкина, обращенные к своему учителю:

Куницыну дань чести и вина.  
Он создал нас, он воспитал наш пламень.  
Поставлен им краеугольный камень.  
Им чистая лампада возжена.

А мы воспитанием студентов занимаемся в аудитории, во время лекции и выполнения лабораторных и семинарских занятий. Существенное влияние оказывает эффективное проведение практики и объективная оценка деятельности студента. В научной литературе ставится вопрос: «Почему самостоятельная работа студента (СРС) считается “камнем преткновения” в организации учебного процесса?»

Собственно единого мнения в организации СРС нет, хотя по многим проблемным вопросам мысли совпадают.

Предлагаются игровые варианты проведения СРС. С этой методикой трудно согласиться, поскольку в игре кто-то должен проигрывать. Мы же ставим задачу, при которой выигрывает и студент, и преподаватель.

СРС является неотъемлемой составляющей образовательного процесса, и для её успешного выполнения необходимы планирование и контроль со стороны преподавателя. С этим нельзя не согласиться. СРС, как указывается далее, отличается от других учебных занятий тем, что студент сам ставит себе цель, для достижения которой выбирает себе задание и вид работы. Но есть другое мнение – СРС это планируемая учебная и научная работа, выполняемая по заданию преподавателя под его методическим и научным руководством. Скорее необходимо согласиться с этой методикой. Далее, исходя из директивных данных, учебное время студента делят на две равные части: 50 % – аудиторские занятия и 50 % – самостоятельная работа. С этим вряд ли можно согласиться, так как аудиторная работа студента (лабораторные занятия) должны быть в какой-то степени самостоятельны, она должна носить эвристический – поисковый характер. «Отсутствие поиска является признаком умственной спячки», – сказал Сократ. Но для этого необходимо учесть обеспеченность учебного процесса оборудованием. СРС – это единство учебно-воспитательной и научно-производственной работы. При этом первая скрипка за преподавателем. Мы склонны считать, что СРС может быть как аудиторной, т.е. выполнение в ходе аудиторных занятий по расписанию (нами такая работа запланирована) и внеаудиторной, т.е. во время дежурства преподавательского состава (в виде отчета и консультаций). Здесь я бы хотел

внести некоторое пояснение. СРС тесно связана или обусловлена ответственностью студента за свое время и за свое повседневное поведение.

«Истинно велик тот человек, который сумел овладеть своим временем» - сказал философ. Мы авансируем студенту определенное количество часов, которое он может пропустить, и по мере их накопления ставим вопрос об его отчислении. Каждый студент знает сколько часов он может пропустить. А пропущенные занятия ему необходимо отработать за две недели до сессии.

Лабораторное занятие – святая святых. И если он его сегодня пропустил, то до следующего занятия он должен его отработать у дежурного преподавателя с отметкой в журнале.

Возникает вопрос, как организовать дежурство? Каждый преподаватель, независимо от занимаемой должности, должен дежурить на кафедре один раз в неделю, не нарушая пункта трудового законодательства. Если занятия начинаются с третьей пары, то ему нужно придти на работу в 12 часов и отработать свое рабочее время. Этот график утверждает заведующий кафедрой и передает в деканат.

Кафедра – первичная ячейка в учебном процессе. Поведение студента, в том числе и пропуски занятий, обсуждают на заседании кафедры, и результаты передают в деканат.

Ответственность студента – это лицо и характер будущего специалиста, но мы этой проблеме мало уделяем внимание. Частые родительские собрания снимают ответственность самих студентов, порой можно заметить как студент приходит на экзамен или зачет вместе с мамой, при этом зачетка может быть в сумке у мамы или в кармане отца.

Другая проблема, назначение социальной стипендии. Вопрос поднимался на заседании общественного совета. Я спросил декана, кто назначает социальную стипендию и он ответил: «Декан, зам декана, кураторы и староста». А кто лучше знает студентов в группе? Конечно сами студенты. Пятеро студентов без декана и всех остальных намного ответственнее решат эту задачу. Если они ошибутся, то ответственность падает на них. В данном случае проявляется система групповой психологии, при которой студента интересует справедливое решение. Решение в протокольной записи, затем с подписями всех членов комиссии передается в ректорат. При этом исключается возможность воздействия на декана заинтересованных лиц.

Я с большим вниманием читаю нашу газету, она освещает все стороны жизни студенчества. Но если бы на страницах газеты подводился бы ежемесячный итог пропущенных занятий пофакультетно, то обстановка бы улучшилась. Ведь сказал философ: «Критика необходимое зло, а критика злая – необходимость». В этом плане можно было бы вести и работу радиоузла.

Считается аксиомой, что без НИР не может быть учебного процесса. Мы проводим научно-технические конференции (НСК), но ограничиваемся их пленарным заседанием.

Будет полезнее, если на каждом факультете проводить научно-практические конференции с приглашением студентов. Важным разделом в СРС является умение работать с научной литературой.

Могут ли выпущенные нами курсы лекций ограничить студентов в использовании научной литературы, думаю, не исключена такая возможность. Это намного легче, чем копаться в литературе. И.П. Павлов выпустил курс

своих лекций, но в то далекое время не хватало ни учебников, ни научной литературы.

С учетом вышеизложенного можно сделать вывод о том, что самостоятельная работа студентов требует комплексного подхода, высокой ответственности как студента, так и преподавателя.

Вопросы, которые выносятся на СРС, должны входить в изучаемые разделы, их должны составлять сами преподаватели с учетом возможностей выполнения их в условиях лаборатории. Они могут носить практический или теоретический характер, или то и другое.

Важным моментом в СРС является индивидуализация учебного процесса, то есть задачи подбирают по уровню знаний студентов. СРС дисциплинирует студента, повышает его ответственность.

Ошибочно мнение о том, что СРС во времени и пространстве отделены от учебного процесса. СРС – это важная форма учебного процесса под руководством и контролем преподавателя.



УДК 316

*Канд. социол. наук, асс. ГАСИЕВ В. И.*

### **ЧИСЛЕННОСТЬ И ГРАНИЦЫ РОССИЙСКОГО СРЕДНЕГО КЛАССА**

*Рассмотрены основные признаки, характеризующие средний класс. Определен российский аналог западного среднего класса.*

Стабильное развитие современного общества в значительной мере зависит от удельного веса и роли среднего слоя или «среднего класса». Понятие "средний класс" – одно из наиболее распространенных понятий в социологической литературе и публицистике последнего десятилетия. Вокруг него идет постоянная дискуссия, в ходе которой выделено немало проблем.

Сложности с определением среднего класса вполне объяснимы: во-первых, само понятие среднего класса стало сравнительно недавно употребляться в отечественной социологии. Во-вторых, состав среднего класса на протяжении последнего десятилетия не оставался неизменным, он еще не представляет законченной, сформировавшейся группы. Динамичность и изменчивость этой группы вызывает дополнительные сложности в ее изучении. Кроме того, и это очень важное обстоятельство, среди самих исследователей, изучающих формирование среднего класса в России, отсутствует консенсус по поводу того, какие показатели являются наиболее важными для определения принадлежности к среднему классу и как эти показатели должны фиксироваться в ходе массовых социологических опросов или в исследованиях иного типа.

При изложении проблематики среднего класса обычно начинают с Аристотеля. В классическом произведении "Политика" выдающийся мыслитель древности высказал ряд идей, оказавшихся весьма актуальными и в наше время.

Рассматривая причины раздоров и распрей в государстве, Аристотель обратил внимание на то, что наиболее устойчивыми политическими режимами оказываются те, которые "стремятся к середине". "В каждом государстве, – пишет он, – есть три части: очень состоятельные, крайне неимущие и третьи, стоящие посередине между теми и другими" [1]. Аристотель считал, что государство не должно опираться в своей деятельности ни на крайне богатых, ни на крайне бедных, так как ни те, ни другие не склонны повиноваться доводам разума. "Люди первого типа становятся по преимуществу наглецами и крупными мерзавцами. Люди второго типа часто делаются злодеями и мелкими мерзавцами" [2]. Первые – не умеют подчиняться (а без умения подчиняться, по Аристотелю, нельзя научиться властвовать). Вторые чрезвычайно унижены в своем положении и чаще всего руководствуются завистью к чужому богатству. "Величайшим благополучием для государства является то, чтобы его граждане обладали собственностью средней, но достаточной" [1].

Можно сказать, что идеи Аристотеля сыграли определенную роль в формировании теории среднего класса в современной социологической литературе, прежде всего в странах с устойчивым экономическим развитием.

Но для того, чтобы всесторонне подойти к понятию "средний класс" применительно к российским условиям, необходимо привлечь не только те определения, которые давались ему еще в древности. Понятие "средний класс", близкое к понятию "средний слой", своими корнями уходит в западную социологическую теорию. М. Вебер, Н. Элиас, Л. Уорнер, Д. Голдторп использовали понятие среднего класса и изучали соответствующую проблематику. Обобщая сказанное этими исследователями, мы можем прийти к выводу о том, что западный средний класс, прежде всего, неоднороден, он делится на высшую, среднюю и низшую части. Естественно, численные оценки среднего класса у западных исследователей бывают различными, но, как правило, средний класс составляет около 60 %, а его средняя часть около 20 % [2, с. 84 – 86].

Современных российских исследователей, изучающих эту проблему, можно отнести к двум категориям. Первые утверждают, что среднего класса в России нет. Вторые признают его существование, единодушно отмечая незавершенность формирования или начальный этап его становления. В силу этого они часто употребляют понятие "средний слой", имея в виду достаточно аморфную и не вполне устойчивую еще общность, занимающую срединное положение.

В ряде публикаций Т.И. Заславской исходной посылкой выступает проблема устойчивости общества в целом. Опыт стран Запада показывает, что устойчивость их развития во многом определяется тем, что в этих странах сложился средний класс. Возникает вопрос: может ли Россия пойти именно этим путем, или же она вновь и вновь будет переживать катаклизмы? Отвечая на этот вопрос, Т.И. Заславская предлагает аналитическую схему структурирования российского общества, которая основывается на исследованиях, проведенных в режиме мониторинга ВЦИОМ, начатого в марте 1993 г. За семь лет регулярного отслеживания структурных сдвигов российского общества была создана база данных, насчитывающая около 50 000 анкет. На первом этапе были выделены 14 достаточно гомогенных социальных групп,



которые далее были укрупнены, в результате сформировано 4 слоя, получившие названия верхнего, срединного, базового и нижнего.

По мнению авторов данной работы, основным претендентом на то, чтобы называться российским средним классом, является – срединный слой российского общества, который охватывает 18 % генеральной совокупности. Авторы называют его "средним протоклассом". И действительно – он выполняет почти все функции, которые должен выполнять средний класс: занимает срединное положение, обладает высоким квалификационным потенциалом, характеризуется общей удовлетворенностью жизнью. Однако в отличие от западно-европейских аналогов, он не является достаточно весомой прослойкой в обществе, а следовательно, не может быть стабилизирующим основанием этого общества.

Поэтому на роль среднего класса, по нашему мнению, в российских условиях может претендовать также и тот слой, который назван Т.И. Заславской базовым. Этот слой является наиболее массовым. Он охватывает 2/3 генеральной совокупности. Однако он не обладает достаточно высоким квалификационным потенциалом и характеризуется преобладанием неудовлетворенности жизнью. Он близок по своим социальным позициям к бедным слоям.

Таким образом, при изучении среднего класса эмпирически фиксируется центральная проблема социально-экономического развития российского общества: собственно средний класс, который мог бы быть основанием политической устойчивости, составляет меньшинство; большая же часть средних слоев остается на грани бедности, и, следовательно, их стабилизирующая роль остается весьма проблематичной.

З.Т. Голенкова и Е.П. Игитханян основывают свои оценки на исследовании, проведенном в столице Калмыкии – Элисте до августовского кризиса 1998 г. Авторы утверждают, что средний слой, именно слой, а не класс, составляет 6,5 % населения. Критериями для выделения среднего слоя послужили:

- а) "качество семейного бюджета в среднем в течение года", где отбирались "альтернативы среднего состояния";
- б) общая удовлетворенность материальным положением;
- в) "самоотнесение со стратификационной структурой общества (самоидентификация)".

Средним слоем названа группа респондентов, отметившая указанные позиции во всех трех вопросах анкеты.

Самооценка респондентов на шкале социальных статусов – не самый точный показатель социальной структуры общества. Всегда могут существовать люди, которые в силу тех или иных причин стремятся завысить или занижить собственное положение. Однако и те, и другие отклонения уравновешивают друг друга, в результате чего общая картина статистического распределения остается достаточно устойчивой. Это предположение подтверждается в исследованиях социальной стратификации российского общества, основанных на сопоставлении результатов самооценок с данными государственной статистики [2].

В целях повышения достоверности полученных распределений при изучении процессов социальной стратификации российского населения часто обращаются к показателям душевого дохода. Однако данные о доходах дале-

ко не исчерпывают совокупности показателей, характеризующих уровень жизни и социальное положение.

Наряду с доходом необходимо принимать во внимание имущественное положение соответствующих групп населения. Кроме того, нельзя не учитывать региональное различие цен на товары и услуги, которые непосредственно влияют на уровень жизни людей. Ведь если лицо, обладающее низким уровнем дохода, живет в условиях высоких цен, то оно будет вынуждено довольствоваться весьма низкими стандартами потребления.

Говоря об изучении среднего класса, необходимо учитывать проблему сложившихся в обществе и в социальных группах стандартов потребления. Известно, что высокообеспеченные слои населения ведут иной образ жизни, чем среднеобеспеченные и низкообеспеченные слои. Круги их потребностей могут даже не пересекаться друг с другом. Поэтому сам по себе денежный доход еще мало что говорит о социальном статусе, о принадлежности к высшим, средним или бедным слоям населения. Наконец, если опираться исключительно на информацию об уровне дохода, указываемую при опросах или даже при статистических обследованиях, то мы сталкиваемся с проблемой недекларированных доходов, весьма характерной для российской жизни: неизвестно, какая именно часть населения живет на доходы, данные о которых невозможно получить официальным путем.

Все это подтверждает мысль о сложности определения границ среднего класса. Более или менее очевиден вопрос о самых бедных и самых богатых, но структурирование среднего класса как такового – весьма сложная задача, которая должна решаться в специально ориентированных исследованиях. Лучший, наиболее достоверный результат может быть получен лишь при взаимном дополнении статистической и социологической информации.

Анализ российской литературы по проблемам среднего класса показывает, что по некоторым вопросам этой темы нет еще достаточного единодушия. Как уже отмечалось выше, есть авторы, которые используют понятие среднего класса, и есть те, кто употребляет по отношению к той же самой социальной группе понятия средних слоев и среднего класса. Есть и такие авторы, которые не считают нужным проводить четкое различие между этими терминами.

На наш взгляд, можно было бы дать следующее рабочее определение среднего класса. "Средний класс" – это та часть общества, которая заинтересована, прежде всего, в стабильном развитии экономики страны и ее политической системы. Вместе с тем, средний класс действительно занимает срединное положение в обществе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Аристотель*. Избранные произведения. Т. 4. с. 507, М., 1984.
2. *Тихонова Н.Е.* Факторы социальной стратификации в условиях перехода к рыночной экономике. С.30, М.: РОССПЭН, 1999.



## **О ЗНАЧЕНИИ РЕГИОНАЛЬНО-ЭТНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ПРОЦЕССА ВОСПИТАНИЯ**

*Рассмотрены проблемы национального воспитания молодежи на современном этапе. Показана важная роль регионально-этнической направленности содержания учебно-воспитательного процесса.*

В современных условиях под воздействием таких процессов, как научно-техническая и информационная революция, политическая и экономическая нестабильность происходит утрата многих нравственных ценностей, некогда определявших этническое своеобразие народа. В связи с этим развитие педагогической теории на современном этапе все чаще обращается к проблемам национального воспитания. Многие исследователи считают, что обращение к проблемам этнопедагогике и выделение их в число важнейших направлений современной научной педагогической мысли в определенной степени связано с ростом национального самосознания, которое формируется на определенной ступени развития личности под влиянием образа жизни. В создании необходимых условий, способствующих формированию национального самосознания, большая роль отводится педагогу. Без освоения культуры своего народа невозможно воспитание национального самосознания.

Исследователи проблем гуманитаризации отмечают, что во всех сферах современного общества происходит серьезная переоценка былых ценностей, изменяется содержание общественного бытия и сознания. Но, по их мнению, прежде всего, необходимо изменить сознание самих людей, повысить их общую и профессиональную культуру. Одно из условий решения данного вопроса они видят в расширении круга общения человека с другими людьми, разными культурами, иными взглядами и традициями, далекими и близкими эпохами.

Анализ разнообразной научной и публицистической литературы показал, что многие исследователи и писатели отмечают забвение и даже утрату духовного подвижничества, народности, интеллигентности, гуманности, духовности, свободомыслия, в результате чего возник и развился человек массовый, утерявший черты национальной самобытности, человек с неглубокой человеческой памятью. Исторический и социальный опыт убеждает в том, что моральная деградация человека обусловлена отходом от источников национального мышления и связанных с ним духовных ценностей. Без национального индивидуальное теряет ценность, а общечеловеческое превращается в бессодержательную абстракцию.

Актуальной становится задача воспитания личности, ориентированной на сохранение и воспроизводство ценностей национальной культуры в творческой жизнедеятельности, способной к культурному саморазвитию, культурно-нравственной регуляции поведения. Однако большинство современных исследователей проблем образования личности отмечают, что состояние нынешней системы воспитания можно оценить как крайне сложное, что связано с кризисом в самом обществе, с распадом основных целеобразующих

элементов воспитательной политики, а также с поисками новых ориентиров в обучении и воспитании.

Воспитание неотрывно от национальной почвы. Великие учителя прошлого и настоящего строили и строят свои педагогические теории на основе народной мудрости, народной педагогики. В наше время их учения применяются в общечеловеческом масштабе, а не только в пределах одной нации, что говорит о единстве многих закономерностей традиционной культуры воспитания разных народов, о том, что народные ценности являются частью общечеловеческих, а не противостоят им.

Современные ученые утверждают, что без этнической системы воспитания народ как историческая личность не может быть суверенным, в процессе воспитания и обучения национальные, народные корни должны давать живительную силу для формирования личности нового типа, обладающей широким кругозором, нравственной и эстетической культурой.

Суть национального воспитания наиболее точно, по нашему мнению, определил Б.М. Бим-Бад: его "следует понимать как введение индивида в духовную культуру, в историческую филиацию основных идейных стремлений, выразившихся в этносе данного народа или народов, если речь идет о многоэтнической нации, и как развитие способностей личности к прогрессивному вкладу в верования, язык, жизненные цели и средства их благотворного достижения, что служит на пользу и данной нации, и человечеству в целом".

Однако не только культура родного края важна для развивающейся личности. Многие исследователи под целью образования видят интеграцию личности как в систему национальной, так и мировой культуры. Они подчеркивают, что целесообразно знакомить подрастающее поколение с собственной историей, искусством, традициями, но в контексте культурного развития России и мира. Это позволит, по их мнению, более четко определить роль и место родной культуры в общецивилизационном процессе, не допустить самоизоляции этноса, обеспечить единое культурное и образовательное пространство и, в конечном итоге, будет способствовать расширению социальной мобильности личности.

Таким образом, анализ литературы по исследуемой проблеме показал, что существует необходимость в создании и реализации воспитательных программ с учетом использования педагогического потенциала региональной среды: социокультурных условий, национальных традиций, богатейшего опыта воспитания, т.е. в содержании процесса воспитания должна присутствовать регионально-этническая направленность.



УДК 504.056:656

*Д-р техн. наук, проф. КОДЗАЕВ Ю. В.,  
ст. преп. ФИДАРОВА Н. Г.*

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ЗАКРЕПЛЕНИЮ ОПОЛЗНЕЙ РАЗЛИЧНЫМИ ТАМПОНАЖНЫМИ СМЕСЯМИ**

Самым широкораспространенным способом закрепления грунтов является применение цементных растворов. Наши исследования по закреплению оползней вдоль горных дорог начаты именно в этом направлении.

Несколько скважин пробурены в тело оползня под углом наклона к горизонту 20 – 40°. Подсчитывается объем скважины. Цементный раствор приготавливается несколько большего объема.

Лабораторные исследования показали, что наиболее эффективным является портландцемент марки 500. Количество воды в цементе определяется техническими возможностями насосов. Если цементный раствор приготовить условно «густым», насос не сможет его закачивать в скважину. Если цементный раствор условно приготовить «жидким», то в скважине не образуется плотного цементного камня.

Практика показала, что цементный раствор необходимо приготавливать в консистенции 1:2, т.е. водно-цементный фактор должен быть 0,5 в весовом отношении. При этих количествах воды и цемента удельный вес цементного раствора получается в среднем 1,83 г/см<sup>3</sup>. Тогда растекаемость цемента по конусу Аз НИИ составит примерно 22 см. Такой цементный раствор достаточно легко закачивается насосом в скважину. Раствор проникает в трещины горных пород и в них затвердевает. Начало затвердевания и конец схватывания зависит от срока хранения цемента. Эти параметры определяются с помощью иглы Вика. У свежих качественных цементов начало схватывания должно быть в пределах одного часа.

Именно в течение этого времени в скважине и в породах ( в оползне) будет движение цементного раствора. Конец схватывания нас не интересует, ибо, чем дольше время затвердевания, тем прочнее цементный камень. Прочность на изгиб разных цементов, определенная по методике Михаэлиусса, составляет 30 – 40 кг/см<sup>2</sup>.

В результате исследований с цементами получены уникальные данные, которые будут многократно опубликованы нами в будущем.

Следующими тампонажными смесями, с которыми мы проводили лабораторные исследования, являются синтетические смолы. Это мочевиноформальдегидные, полиэфирные, эпоксидные, поливинил, полистирол, полиметил-метакрилат.

В результате этих исследований были получены предварительные рекомендации по отбору из вышперечисленных смол наиболее эффективные, на наш взгляд, для применения на практике.

Особенностью синтетических смол является способность их затвердевания при добавке отвердителя. Синтетические смолы из-за высокой текучести

способны более глубоко, чем цементные растворы проникать в горные породы.

В результате лабораторных исследований для внедрения в производство отобраны смолы МФ, МФ-17, МФФ, М-60. Результаты экспериментов в производственных условиях будут нами опубликованы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Белорусов В.О.* Технология борьбы с осложнениями при бурении. М.: Недра, 1967.
2. Промывка и крепление скважин и охрана окружающей среды. Ленинград, 1988.



УДК 622.73

*Д-р техн. наук, проф. КЛЫКОВ Ю. Г.,  
доц. ТОГОЕВ В. Д.,  
канд. техн. наук, доц. АВАКЯН О. А.,  
асп. ХУДОЯН М.В.*

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАСАТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗЕРНИСТОМ МАТЕРИАЛЕ

*Рассмотрена методика по определению касательных напряжений в зернистом материале при различной влажности. Установлено, что касательное напряжение в слое зерна возрастает с увеличением частоты вращения диска и увеличением влажности.*

Касательные напряжения, возникающие в зернистом материале при линейном перемещении слоя, в значительной степени зависят от скорости его перемещения.

Для экспериментальной проверки влияния влажности зернового материала на величину касательных напряжений была использована установка, работающая по принципу соосных дисков (рис. 1). Она состоит из опорной металлоконструкции и помещенного на ней, на подшипниковой опоре, неподвижного диска соосно с которым расположен вращающийся диск. По касательной к внешней стороне неподвижного диска установлен шток, который давит на предварительно протарированную пластину, изготовленную из стали У8. Величина упругой деформации пластины фиксируется индикатором часового типа. Вращающийся диск через конический хвостовик установлен в шпинделе универсально-сверлильного станка 2А125.

Опыты по определению касательных напряжений проводили по следующей методике. Пространство между дисками заполняется исследуемым материалом. Стрелки индикатора устанавливают в нулевое положение, после чего включают привод станка. При установившемся вращении диска снимали показания индикатора. Каждый опыт повторяли 5 раз, вычисляли среднее значение, среднее отклонение и дисперсию. Потребляемую мощность и мощность холостого хода измеряли прибором К-50-3.

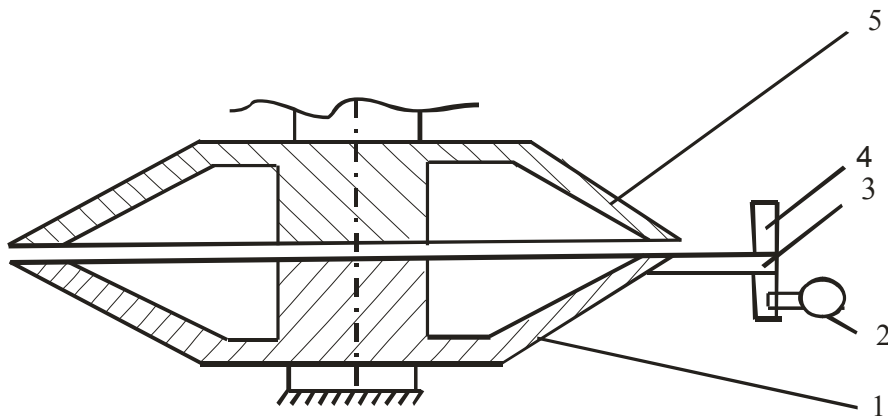


Рис. 1. Схема экспериментальной установки  
 1 – 5 – диски подвижный и неподвижный; 2 – индикатор часового типа;  
 3 – шток; 4 – пластина.

Усилие, передаваемое на неподвижный диск с учетом холостого хода, определяли по формуле:

$$F = K_T A, \quad (1)$$

где  $K_T$  – тарировочный коэффициент;

$A$  – показания индикатора.

Момент, приложенный к диску,

$$M_1 = F R, \quad (2)$$

где  $R$  – радиус диска

Момент, передаваемый подвижным слоем материала,

$$M_2 = T R_y, \quad (3)$$

где  $T$  – касательное напряжение в слое материала;

$R_y$  – усредненный радиус подвижного слоя.

Условия выбора усредненного радиуса видны из рис. 2. При величине зазора

$$\Delta R = R - R_d, \quad (4)$$

где  $R$  – радиус наружной кромки диска;

$R_d$  – радиус внутренней кромки диска,

среднюю скорость будет иметь условный слой с радиусом

$$R_y = R_d + \Delta R/3. \quad (5)$$

Касательные напряжения в подвижном слое

$$\tau = T / S, \quad (6)$$

где  $\tau$  – касательное напряжение;

$S$  – площадь поверхности трения.

Поверхностью трения является кольцевая поверхность диска, которая определится из формулы:

$$S = \pi (R_d + \Delta R/3)^2. \quad (7)$$

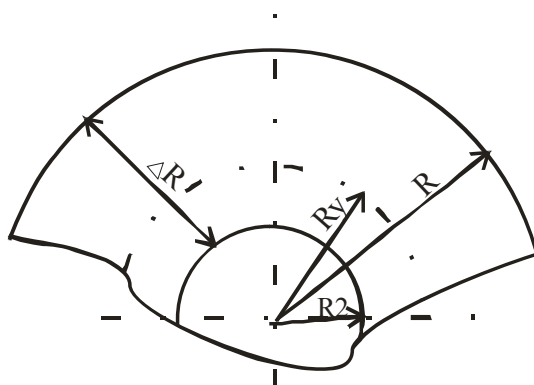


Рис. 2. Выбор усредненного радиуса.

Приравнивая правые части формул (1, 2) и подставляя в (5) значение  $R_y$ , получим:

$$\tau = F R / [\pi (R_d + \Delta R/3)^2]. \quad (8)$$

Результаты опытов приведены в таблице, график зависимости касательного напряжения от частоты вращения диска при различных влажностях зерна приведен выше на рис. 3.

По результатам проведенных экспериментов можно сделать вывод, что касательное напряжение в слое зерна возрастает с увеличением частоты вращения диска и увеличением влажности.

**Результаты опытов по определению касательных напряжений**

$n, c^{-1}$	$W, \%$	$F, H$	$\tau 10^2, Па$	$\varepsilon, \%$
1,62	0	40	3,5	2,3
	2	40	3,5	3,1
	4	31	2,7	2,4
	6	13	1,1	2,7
	8	13	1,1	3,0
2,33	0	63	5,5	1,6
	2	23	2,0	1,9
	4	22	1,9	2,7
	6	23	1,8	3,1
	8	23	1,8	3,0
3,25	0	73	6,3	3,1
	2	66	5,5	2,52
	4	63	5,3	2,3
	6	21	1,8	3,2
	8	20	1,7	1,2
4,53	0	81	7,0	3,3
	2	73	6,3	2,5
	4	23	2,0	1,9
	6	20	1,8	2,5
	8	20	1,8	3,1
6,53	0	81	7,0	3,3
	2	73	6,3	1,8
	4	13	1,1	2,6
	6	13	1,1	2,7
	8	13	1,1	2,9



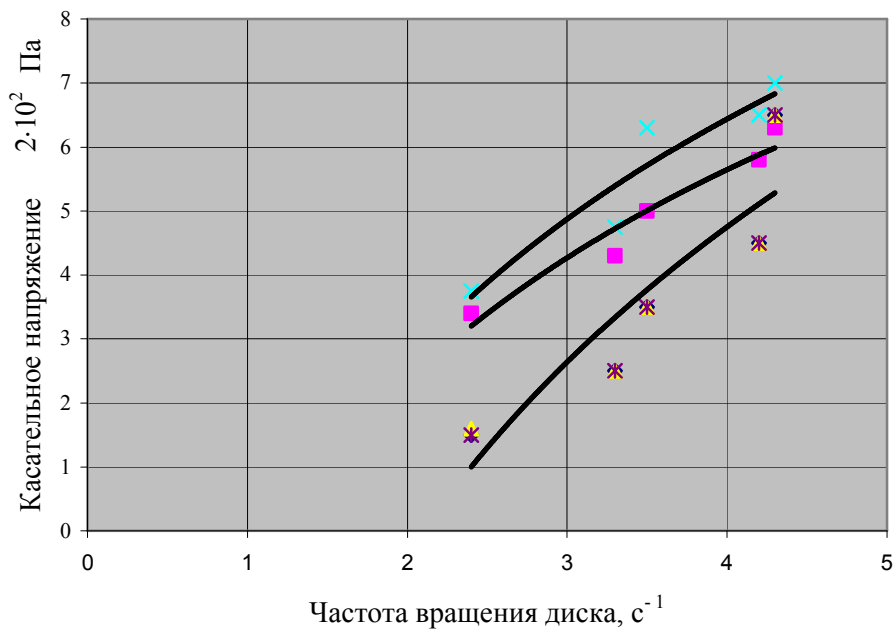


Рис. 3. Зависимость величины касательного напряжения от частоты вращения диска



УДК 664.6

*Д-р техн. наук, проф. КЛЫКОВ Ю. Г.,  
канд. техн. наук, доц. АВАКЯН О. А.,  
канд. техн. наук, доц. ЧЕЛЬДИЕВА В. М.,  
асп. ХУДОЯН М. В.*

### **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА**

*Рассмотрена методика определения влажности зерна (в частности соевых бобов), основанная на изменении его электропроводности. Приведены графики зависимостей.*

Определение влажности зерна проводили на влагомере ВП – 4. Метод основан на изменении электропроводности зернопродукта в зависимости от степени его влажности, с увеличением которой повышается электропроводность зерна. Измеряя (гальванометром) силу тока при постоянной электродвижущей силе, делают заключение о силе сопротивления, т.е. косвенно о влажности зернопродукта. Показания стрелки влагомера зависят не только от влаги, но и от рода, вида и разновидности зерна.

Существуют приборы для диэлектрической постоянной (таблицы определения влаги для отдельных зерновых культур электроемкости в зависимости от степени влажности зернопродукта).

При исследовании соевых зерен нами была установлена в лабораторных условиях исходная влажность зерна (по ускоренному методу сушки), которая равна 10,8 %. Мы провели контрольное высушивание на определение трех различных показателей влажности. Были взяты три навески с весом: 1 проба – 9,8425 г, 2 проба – 10,0706 г, 3 проба – 10,1053 г, 4 проба – 10,0730 г, 5 проба – 10,0810 г. После чего каждая проба была подвергнута высушиванию в сушильном шкафу при постоянной температуре 130 °С для всех проб, причем продолжительность сушки имела свою непосредственную фиксацию для каждой навески (1 проба – 7 мин, 2 проба – 15 мин, 3 проба – 25 мин, 4 проба – 30 мин, 5 проба – 45 мин).

После высушивания каждая проба была погружена в эксикатор для охлаждения на 1 час и взвешена на аналитических весах. Взвешивание показало, что 1 проба весит 9,6299 г, 2 проба – 9,6159 г, 3 проба – 9,4751 г, 4 проба – 9,2449 г, 5 проба – 9,0080 г.

По выше перечисленным данным можно построить график зависимости массы навесок (рис. 1).

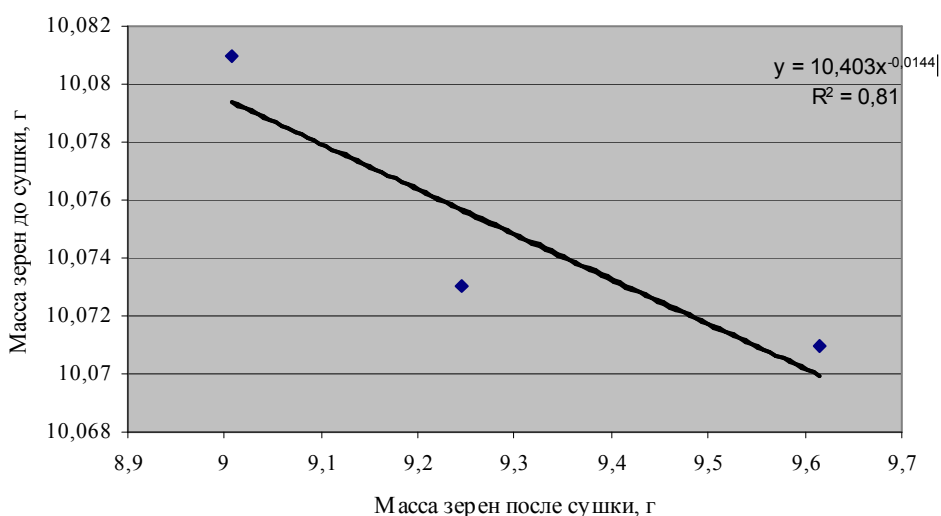


Рис. 1. Зависимость массы зерен сои до и после высушивания.

После этого были проведены математические расчеты по определению остаточной (относительной) влажности в сухом веществе:

$$\frac{9,8425 - 9,6299}{9,8425} 100 = 2,1600; \quad \omega_1 = 10,6 - 2,1600 = 8,44 \%;$$

$$\frac{10,0706 - 9,6159}{10,0706} 100 = 4,51512; \quad \omega_2 = 10,8 - 4,51512 = 6,28488 \%;$$

$$\frac{10,1053 - 9,4751}{10,1053} 100 = 6,2363; \quad \omega_3 = 10,6 - 6,2363 = 4,3637 \%;$$

$$\frac{10,0730 - 9,2449}{10,0730} 100 = 8,2209; \quad \omega_4 = 10,8 - 8,2209 = 2,5791 \%$$

$$\frac{10,0810 - 9,0080}{10,0810} 100 = 10,6438; \quad \omega_5 = 10,8 - 10,6482 = 0,1518 \%$$

Исходя из вышеуказанных данных, можно построить график зависимости (рис. 2).

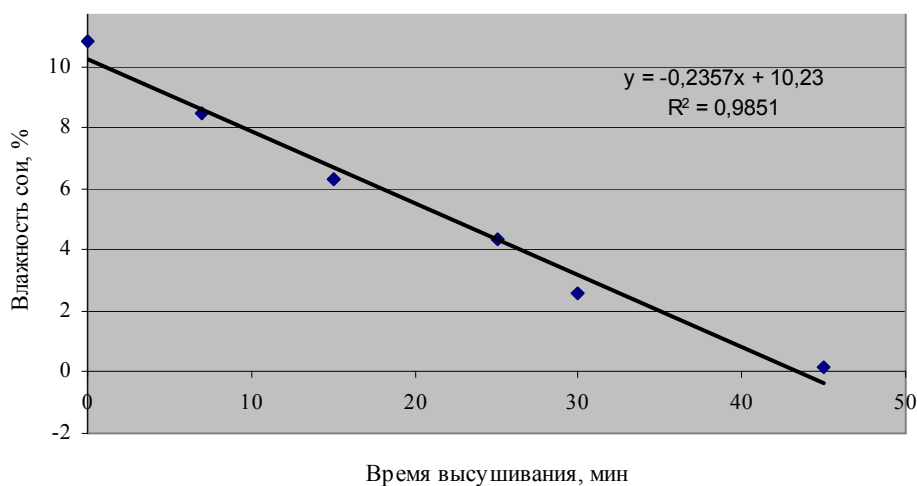


Рис. 2. Зависимость влажности  $W$  от времени высушивания при температуре 130 °С.



УДК 641

*Д-р биол. наук, проф. ВАСИЛИАДИ Г. К.,  
студ. КОВТУН Е. А.*

### **УРОВЕНЬ РАДИАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ – ПОКАЗАТЕЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА В ЦЕЛОМ**

*Установлена прямая корреляционная зависимость между функциональной деятельностью щитовидной железы и уровнем в крови гемоглобина, холестерина, сахара, живой массы ягнят и настригом шерсти овец в 12 месячном возрасте.*

Щитовидная железа играет важную роль в обмене веществ. Об этом свидетельствуют как прямые данные резкого изменения основного обмена, наблюдаемые при нарушении деятельности щитовидной железы, так и ее

кровообращение, несмотря на небольшую массу (20 – 30 г). Продуцируемые ею тиреоидные гормоны обладают широким спектром действия. Известно стимулирующее действие этих гормонов на скорость потребления кислорода всем организмом, а также отдельными тканями и субклеточными фракциями. Существенную роль в механизме физиологического калоригенного эффекта  $T_4$  и  $T_3$  может играть стимуляция синтеза таких ферментов и белков, которые в процессе своего функционирования используют энергию аденозинтрифосфата (АТФ).

Биологическое действие гормонов щитовидной железы распространяется на множество физиологических функций организма. В частности, они регулируют скорость основного обмена, рост и дифференцировку тканей, обмен белков, деятельность центральной нервной системы (ЦНС), желудочно-кишечного тракта, функцию сердечно-сосудистой системы.

Точкой приложения действия тиреоидных гормонов считаются окислительно-восстановительные процессы, хотя прямых экспериментов, доказывающих это, за исключением активирования синтеза КоА, пока нет. Поэтому недостаточная функция щитовидной железы (гипофункция) или повышенная секреция гормонов (гиперфункция) вызывают глубокие расстройства физиологического статуса организма [1].

Калоригенный эффект тиреоидных гормонов реализуется по мембранно-внутриклеточному и цитоплазматическому типам с повышением потребления кислорода и повышенным теплообразованием (обусловлено разобщением тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования, а также активацией АТФ-зависимых процессов, в частности, процесса выкачивания натрия из клетки, на который расходуется до 25 – 40 % всей энергии, накопившейся в виде АТФ в процессе тканевого дыхания). Окислительные реакции протекают с высвобождением энергии, т.е. они экзоэргонические [2].

Основная масса ацетил-КоА-энзима, идущего на биосинтез холестерина, образуется внутриклеточно в реакциях окисления углеводов, жирных кислот и аминокислот [3].

Гормональные воздействия, стимулирующие биосинтез холестерина (например, тиронина), активируют оксиметилглутарил – ОМГ – КоА-редуктазу [4].

ОМГ – КоА – один из наиболее важных промежуточных продуктов в биосинтезе холестерина.

Таким образом, тиреоидные гормоны способствуют синтезу холестерина на клеточном уровне.

Холестерин в организме человека и животных имеет двойное происхождение. Во-первых, он поступает через желудочно-кишечный тракт из продуктов питания. Во-вторых, это биосинтез из активной формы уксусной кислоты. Ежедневное поступление холестерина с пищей колеблется от 0 до 1,2 г, что составляет 0,2 – 0,5 г в диете человека среднего возраста [5 – 6].

Еще больше холестерина может сосредотачиваться в организме, причем способностью синтезировать холестерин обладают все клетки животных и человека, за исключением зрелых эритроцитов. Количество синтезируемого холестерина в организме человека составляет 1 г в день, при этом около 80 % этого количества образуется в печени [5].

Нами проведены исследования по изучению взаимосвязи между функциональной деятельностью щитовидной железы и содержанием в организме

(в крови) гемоглобина, холестерина и сахара. В эксперименте участвовало 25 человек в возрасте 23 – 74 года. Данные приведены в таблице.

**Температура щитовидной железы и уровень содержания в крови гемоглобина, холестерина и сахара (обследовано 25 чел.)**

Показатель	lim	M±m	c
°С – щитовидной железы	29,5 – 34,9	32,52±0,42	6,45
Гемоглобин, г/л	89 – 156	131,84±0,12	0,47
Холестерин, ммоль/л	2,7 – 5,5	4,23±0,86	17,02
Сахар, ммоль/л	3,4 – 7,2	4,84±0,17	17,56

Содержание гемоглобина определяли гемиглобинцианидным методом, рекомендуемым комиссией по лабораторным расчетам Комитета по новой медицинской технике МЗ РФ. Общий холестерин определяли в сыворотке и плазме крови энзиматическим колориметрическим методом. Уровень сахара в крови определяли глюкозооксидазным методом, рекомендованным Комитетом по новой медицинской технике МЗ РФ.

По гемоглобину, холестерину и сахару достоверность оказалась высокой, зависимость прямой, полной, положительной, и составила по всем трем вариантам 0,99.

Ю.М. Лопухин и др. [3] отмечают, что в различные периоды жизни организма холестерин расходуется по-разному. На стадии увеличения числа клеток расходуется на образование мембран, на стадии зрелости и активной деятельности – главным образом на пищеварительные и репродуктивные процессы, тогда как в период затухания жизнедеятельности холестерин накапливается в плазматических мембранах и выступает как ингибитор физиологических процессов.

Нами была установлена прямая, полная, положительная зависимость (больше единицы). При этом уровень холестерина определен в сыворотке крови и в самих эритроцитах, без учета накопившегося холестерина и его эфиров на стенках сосудов. Что касается высокой достоверности между уровнем гемоглобина и температурой щитовидной железы, то объяснение можно найти у Т.Т. Березова и Б.Ф. Коровкина, которые указывают, что способность гемоглобина связывать кислород зависит также от температуры тканей; чем выше температура, тем меньше сродство гемоглобина к кислороду. Напротив, снижение температуры вызывает обратные явления. По нашим данным, чем выше температура щитовидной железы, тем выше уровень гемоглобина в крови, достоверность составила 0,99. Столь высокая положительная зависимость между температурным показателем щитовидной железы и уровнем сахара в крови обусловлена, как утверждают Т.Т. Березов и Б.Ф. Коровкин, функциональной деятельностью щитовидной железы.

Если щитовидная железа утрачивает способность образовывать в нормальных количествах синтезируемые ею гормоны (тироксин и трийодтиронин), то снижается скорость потребления кислорода и замедляются метаболические процессы.

Нами установлена прямая положительная корреляционная зависимость между температурой щитовидной железы и уровнем связанного с белком йода, равная 0,923 [7].

По данным А.Ш. Бышевского и О.А. Тереснова 95 % в связанном с белками йода составляет гормон тироксин, выполняющий энергетическую функцию.

Следовательно, радиационное излучение щитовидной железы является надежным методом определения функциональной деятельности организма в целом, систем и органов в частности, так как объем выделяемой энергии зависит от интенсивности обмена веществ.

Разработанный нами метод может быть использован для маркетинговых исследований населения с определением физиологического состояния организма по вышеустановленным показателям у человека.

Проведенные нами исследования на ягнятах трехнедельного возраста позволили установить, что между температурой щитовидной железы и содержанием гемоглобина в крови у ягнят проявляется такая же закономерность. Кроме того, обнаружена корреляционная зависимость между температурными показателями щитовидной железы и живой массой. Чем выше температура щитовидной железы, тем ниже живая масса ягнят, но выше настриги шерсти в 12-месячном возрасте [8].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. М.: Медицина, 1983. С.241-243.
2. Бышевский А.Ш., Тереснов О.А. Биохимия для врача. Уральский рабочий, 1994. с.153.
3. Лопухин Ю.М., Арчаков А.И., Владимиров Ю.А., Коган Э.М. Холестериноз. М.: Медицина, 1983.
4. Ness G.C., Dugan R.E., Kshmanan W.K., Porter J.W.//Proc. Not. Acad. Sci. USA. 1973.
5. Harding M.G., Stare F.J.//J. clin. Nutr., 1954, 2.
6. Connor W.K.//J. Am. Diet. Assoc., 1968.
7. Василиади Г.К. Некоторые факторы, влияющие на функциональную деятельность щитовидной железы//Владикавказский медико-биологический вестник. Российская академия наук. Том III, вып. 5, 6. 2004.
8. Василиади Г.К., Авеаджанова И.Т. Новый метод отбора ягнят в раннем возрасте. Северо-Осетинский центр научно-технической информации. Серия Р.68.03.09. 1996.



УДК 502.64

Асс. МЕЛКОНЯНЦ Н. Г.

#### ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ПРОНИКНОВЕНИЯ В НИХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

*Показано, что условия защищенности подземных вод должны изучаться в связи с хозяйственным освоением территорий, проектированием промышленных, сельскохозяйственных и других объектов, влияю-*

щих на подземные воды, и обоснованием мероприятий по защите подземных вод и водозаборных сооружений от загрязнения.

### **Факторы защищенности и подходы к ее оценке**

Под защищенностью подземных вод от загрязнения понимается перекрытость водоносного горизонта отложениями и прежде всего слабопроницаемыми, препятствующими проникновению в него загрязняющих веществ с поверхности земли. Защищенность подземных вод зависит от многих факторов, которые можно разбить на три группы: природные; техногенные; физико-химические.

*Природные факторы* – это слабопроницаемые отложения, глубина залегания подземных вод, мощность, состав и фильтрационные свойства пород, перекрывающих водоносный горизонт, сорбционные свойства пород и соотношения уровней водоносных горизонтов.

*К техногенным факторам* относятся условия нахождения загрязняющих веществ на поверхности земли (хранение отходов в накопителях, шламохранилищах, сброс сточных вод на поля фильтрации, орошение сточными водами, хвостохранилища горно-рудных предприятий и т.д.) и определяемый этими условиями характер проникновения загрязняющих веществ в подземные воды.

Миграционная способность загрязняющих веществ, их сорбируемость, время распада или химическая стойкость загрязняющего вещества, взаимодействие с подземными водами и породами – все это относится к *физико-химическим факторам*.

Полная и детальная оценка защищенности подземных вод требует учета всех трех групп факторов.

Из природных факторов защищенности важнейшим считается наличие в разрезе слабопроницаемых отложений. Под слабопроницаемыми понимаются отложения, коэффициенты фильтрации которых меньше 0,1 м/сут (таблица).

Отложение	Коэффициент фильтрации, м/сут
Супеси, глинистые пески, легкие суглинки	0,1 – 0,01
Тяжелые суглинки, песчаные глины	$10^{-3}$
Глины	$10^{-4}$ и менее

Техногенные условия на поверхности земли, как показал анализ хранения и сброса отходов, могут быть сведены в основном к двум наиболее распространенным случаям:

1. Фильтрация сточных вод при постоянном напоре (накопители, шламохранилища, хвостохранилища и т.д.);
2. Сброс сточных вод на поверхность земли с относительно постоянным расходом.

Из физико-химических факторов наибольший интерес представляет время распада вещества, за которое оно разлагается и теряет свои токсичные свойства. Время распада загрязняющих веществ колеблется в широких пределах. Поэтому можно говорить о той или иной защищенности подземных вод, и прежде всего грунтовых, по отношению к загрязняющим веществам с известным временем распада.

Полный учет всех факторов защищенности требует детального изучения фильтрации загрязняющих веществ с учетом техногенных условий и физико-химических свойств этих веществ. Оценка защищенности может быть качественной и количественной. Качественная основывается на природных факторах, а количественная – на природных, техногенных и физико-химических.

При изучении и картировании защищенности подземных вод рекомендуется составление карт защищенности двух типов: качественных оценок природной защищенности и количественных оценок защищенности.

Первая составляется как при региональных, так и при локальных исследованиях, вторая – при детальных исследованиях на локальных участках.



УДК 656.13

*Ст. преп. ГРУЗДОВ Г. Н.*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В МАРШРУТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ**

В быту существует понятие о том, много или мало маршрутных автобусов работает в целом в городе или на конкретном взятом маршруте. Решить вопрос о номинальном количестве транспортных средств можно с применением нормативных документов и конкретных условий перевозок в данном населенном пункте.

Осуществление расчета потребности необходимо проводить по трем методам:

- количеству подвижного состава в расчете на 1000 жителей;
- количеству маршрутов;
- пассажиропотоку городского населения.

Для наглядного примера рассчитаем потребность в маршрутных автобусах для города Владикавказа.

При расчете численности маршрутных автобусов по количеству подвижного состава в расчете на 1000 жителей необходимо применить формулу:

$$A_{и} = N_{НАС}n_{1000};$$

где  $A_{и}$  – потребное количество автобусов для нужд города, ед.;

$N_{НАС}$  – численность населения г. Владикавказа, тыс. чел.;

$n_{1000}$  – нормативное количество транспортных средств при определенном количестве населения (численность жителей города Владикавказа составляет 332,1 тыс. чел.);

Воспользовавшись данными табл. 1, отметим, что при образцовом уровне качества номинальное количество автобусов в расчете на 1000 жителей составляет 1,2 единицы. Тогда количество маршрутных автобусов по данному направлению расчета составляет 399 единиц.



Таблица 1

**Стандарт показателей количества подвижного состава на 1000 жителей для обеспечения уровня качества обслуживания населения**

Численность населения, тыс. чел.	Уровень качества			
	образцовый	хороший	удовлетворительный	неудовлетворительный
Свыше 1000	1,5	1,4	1,1	1,0
500 – 1000	1,4	1,3	1,0	0,8
250 – 500	1,2	1,1	0,9	0,7
100 – 250	1,0	0,9	0,8	0,6
50 – 100	0,8	0,7	0,6	0,5
Менее 50	0,6	0,4	0,3	0,2

$$A_{и} = 332,1 \cdot 1,2 = 399 \text{ (ед.)}.$$

Чтобы рассчитать нормативное количество единиц транспортных средств по количеству маршрутов в качестве промежуточных показателей необходимо определить:

- время маршрута;
- продолжительность оборота автобуса;
- количество транспортных средств, одновременно работающих на средневзятом маршруте.

Продолжительность времени маршрута

$$t_m = \frac{60L_m}{V_m},$$

где  $t_m$  – продолжительность (время) маршрута, мин;

60 – продолжительность часа, мин;

$L_m$  – длина маршрута, км;

$V_m$  – маршрутная скорость, км/ч.

Средняя длина маршрута для г. Владикавказа составляет 13,7 км. Маршрутная скорость в соответствии со стандартными данными (табл. 2) равна 16 км/ч.

Используя вышеприведенные данные, отметим, что продолжительность времени пребывания на маршруте составляет 51 мин:

$$t_m = \frac{60 \cdot 13,7}{16} = 51 \text{ (мин)}.$$

Таблица 2

**Стандарт по скорости сообщения в зависимости от численности населения города и его конфигурации (отношение ширины города  $B$  к его протяженности  $L$ )**

Конфигурация города в плане ( $B : L$ )	Численность населения, тыс. чел.					
	менее 50	50 – 100	100 – 250	250 – 500	500 – 1000	свыше 1000
1 : 1	7	9	11	13	16	20
1 : 2	8	8	13	16	19	23
1 : 3	10	11	14	18	20	24
1 : 4	12	15	18	21	23	25

Определяя время маршрута, необходимо воспользоваться формулой:

$$t_{об} = 2(t_m + t_{ко});$$

где  $t_{об}$  – время оборота автобуса, мин;

$t_m$  – продолжительность (время) маршрута, мин;

$t_{ко}$  – время простоя на конечной остановке, мин.

Продолжительность времени оборота составляет 106 мин:

$$t_{об} = 2(51 + 2) = 106 \text{ (мин)}.$$

Количество транспортных средств, одновременно работающих на среднем маршруте:

$$A_m = \frac{t_{об}}{I},$$

где  $A_m$  – количество автобусов, одновременно работающих на маршруте, ед.;

$t_{об}$  – время оборота автобуса, мин;

$I$  – интервал движения автобусов, мин.

Количество транспортных средств, необходимых для обслуживания среднего маршрута, составляет 35 единиц:

$$A_m = \frac{106}{3} = 35 \text{ (ед.)}.$$

Потребность маршрутных автобусов по количеству маршрутов определяется формулой:

$$A_u = n_m \cdot A_m,$$

где  $A_u$  – потребное количество автобусов для нужд города, ед.;

$n_m$  – количество существующих в городе маршрутов, маршрут.;

$A_m$  – количество автобусов, одновременно работающих на маршруте, ед.

Количество маршрутных автобусов по данному критерию составляет 1435 ед.:

$$A_u = 41 \cdot 35 = 1435 \text{ (ед.)}.$$

Для определения количества автобусов на маршрутах города необходимо в качестве промежуточного показателя рассчитать мощность пассажиропотока городского населения по формуле:

$$ППП = \frac{N_{нас} \Pi_{нас} L_{мс}}{D_k T_{обсл} n_m t_m \ell_{ср}},$$

где  $ППП$  – средняя величина пассажиропотока, пасс./ч;

$N_{нас}$  – численность населения города, чел.;

$\Pi_{нас}$  – подвижность населения, п/год;

$L_{мс}$  – средняя длина маршрута, км;

$D_k$  – календарная продолжительность года, дни;  
 $T_{обсл}$  – время транспортного обслуживания населения за сутки, ч;  
 $n_m$  – количество существующих в городе маршрутов, маршрут.;  
 $t_m$  – продолжительность (время) маршрута, ч;  
 $\ell_{cp}$  – средняя дальность ездки пассажиров, км.  
 Пассажиропоток согласно расчетам составляет 1687 пассажиров в час:

$$ПП = \frac{332100 \cdot 400 \cdot 13,7}{365 \cdot 16 \cdot 41 \cdot 0,883 \cdot 5,1} = 1687 \text{ (пасс./ч)} .$$

Численность маршрутных автобусов по пассажиропотоку:

$$A_u = L_{дг} \cdot n_{км},$$

где  $A_u$  – потребное количество автобусов для нужд города, ед.;

$L_{дг}$  – протяженность дорог города, км;

$n_{км}$  – нормативное количество единиц на 1 км дорог, ед.

Количество маршрутных автобусов, рассчитанных по критерию пассажиропотока, составляет 550 ед.:

$$A_u = 366,9 \cdot 1,5 = 550 \text{ (ед.)}.$$

Самым оптимальным является вариант расчета по критерию пассажиропотока. Расчет по остальным вариантам является не вполне оптимальным по следующим причинам:

1) по количеству единиц в расчете на 1000 жителей не учитывается интенсивность движения пассажиров;

2) по количеству маршрутов движения определение потребности в количестве маршрутных автобусов будет завышено ввиду превышения количества автобусных маршрутов.

Следовательно, количество маршрутных автобусов, необходимое для оптимального обеспечения г. Владикавказа, составляет 550 единиц.

Для оптимального обеспечения городов транспортными средствами необходимо не только подобрать количество автобусов, но и распределить их по типоразмерным группам.

В соответствии с требованиями отраслевых стандартов (табл. 3) парк городских автобусов должен быть разбит в следующей пропорции:

- особо малого класса (22 типоразмерная группа) – 3 %;
- малого класса (32 типоразмерная группа) – 6 %;
- среднего класса (42 типоразмерная группа) – 23 %;
- большого класса (52 типоразмерная группа) – 55 %;
- особо большого класса (62 типоразмерная группа) – 13 %.

**Стандарты по рациональности структуры типоразмеров парка автобусов  
для организации городских перевозок**

Группировка городов по численности, тыс. чел.	Удельный вес автобусов по типоразмерам				
	особо малый	малый	средний	большой	особо большой
Более 1000	6	1	3	70	20
500 – 1000	6	3	6	68	17
250 – 500	3	6	23	55	13
100 – 250	3	20	32	45	-
50 – 100	3	25	35	37	-
Менее 50	2	68	30	-	-

Для расчета количества единиц подвижного состава по типоразмерным группам необходимо воспользоваться формулой:

$$A_{ин} = 0,01A_u N_n,$$

где  $A_{ин}$  – инвентарное количество транспортных средств конкретной типоразмерной группы, ед.;

$A_u$  – потребное количество автобусов для нужд города, ед.;

$N_n$  – норматив автобусов конкретной типоразмерной группы, %.

В соответствии с расчетами отметим, что количество автобусов особо малой типоразмерной группы составит 17 единиц, малой – 33 единицы, средней – 127 единиц, большой – 302 единицы и особо большой – 71 единицу.

Количество маршрутных автобусов, работающих на городских маршрутах, составляет около 3500 единиц, что более чем в 6 раз превышает нормативную потребность. Провозная способность всех ныне эксплуатируемых автобусов не обеспечивает потребность города (процент обеспеченности составляет около 70 %).

Решив вопрос с приведением уровня транспортного обслуживания населения маршрутными видами транспорта, можно будет одновременно решить вопросы удобств транспортного обслуживания горожан и проблему транспортного воздействия на окружающую природную среду.



## Содержание

стр.

### МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Музаев Н. И., Вагин В. С., Хосаев Х. С.</b> Математическое моделирование поверхностных и внутренних гравитационных волн в хвостохранилище горно-обогатительного предприятия .....	3
<b>Музаев Н. И., Хосаев Х. С.</b> Разработка приближенного аналитического метода решения начально-краевой задачи поверхностных гравитационных волн в узком глубоком непризматическом водохранилище .....	11
<b>Григорович Г. А., Степанова С. В.</b> Оценки пространственных и угловых моментов функции распределения гамма-квантов в области низких энергий .....	17
<b>Григорович Г. А., Вазиева Л. Т.</b> Об одном методе численного решения уравнения Вольтерра .....	21
<b>Вахрушев В. А.</b> Одна краевая задача для квазилинейного уравнения пятого порядка .....	25
<b>Вахрушев В. А.</b> Краевая задача для уравнения пятого порядка .....	28
<b>Мжавия Г. М.</b> Ограниченность тензорного произведения операторов в банаховом пространстве вектор-функции .....	32
<b>Мжавия Г. М.</b> Об одном антилинейном операторе в банаховом пространстве .....	36

### АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

<b>Хадзарагова Е. А.</b> Имитационная модель управления современным промышленным предприятием .....	38
<b>Мустафаев Г. А.</b> Комплексный анализ в системе управления производством .....	40
<b>Мустафаев Г. А.</b> Эффективность управления материальными ресурсами ...	42
<b>Авсарагов А. Б., Танделов Л. Ч.</b> Информатология формирования равновесных состояний (условий равновесия) .....	44
<b>Козырев Е. Н., Кодзасова Т. Л.</b> Статистический подход при организации ускоренных испытаний .....	48
<b>Перепелицын В. В., Иванов М. Ю.</b> Оптимальное число смоделированных опытов для канального умножителя .....	51
<b>Созаев В. А., Коротков П. К., Кумыков В. К., Манукянц А. Р., Козырев Е. Н., Хосаев Х. С.</b> Влияние ультрафиолетового облучения на структуру и поверхностное сопротивление металлических пленок на кремнии и микроканальных структурах .....	55
<b>Чугуева З. И.</b> О некоторых особенностях механизма проводимости в n-GaAs .....	59
<b>Старосельцева С. П., Метревели С. Г.</b> Электрические свойства слабокомпенсированного фосфида индия .....	62
<b>Яблочкина Г. И., Агаев В. В.</b> Оптический перенос фотовозбуждения в n-InP, легированном оловом .....	66
<b>Метревели С. Г., Трегуб А. И.</b> Нанотехнология – технология XXI века ....	69
<b>Метревели С. Г., Трегуб А. И.</b> Сверхмощный адронный ускоритель на встречных пучках (ЦЕРН) .....	71

## ГЕОЛОГИЯ И ГОРНОЕ ДЕЛО

<b>Бергер М. Г.</b> К методике определения величины открытой пористости пород-коллекторов в прогнозируемых залежах нефти и газа .....	73
<b>Бергер М. Г.</b> О возможности и путях сведения основной обратной геологической задачи терригенной минералогии к однофакторным моделям .....	76
<b>Колесникова А. М.</b> Некоторые особенности геологического строения зоны Центрального поднятия Главного Кавказского хребта в разрезах и междуречьях рек Терек, Ардон, Геналдон (Горная Осетия) .....	81
<b>Дарчиева А. Е.</b> Методические вопросы оценки геохимических аномалий ..	94
<b>Васильева Т. В., Гацов М. А.</b> Геохимические особенности распределения элементов-примесей в рудах и минералах Архонского полиметаллического месторождения .....	98
<b>Цаболова М. М., Кибизов Г. К., Хадикова Д. Г.</b> Геометрические закономерности истечения руды при выпуске ее из блока .....	101
<b>Цаболова М. М., Гуриев Т. С.</b> Аналитическое исследование влияния расстояния между выпускными отверстиями на показатели выпуска руды ...	103
<b>Елоев А. К.</b> Волновые процессы и механика горных пород .....	105
<b>Елоев А. К.</b> Исследование закономерности развития магистральной трещины .....	109
<b>Елоев А. К., Тимченко А. В.</b> Прогнозирование устойчивости горных пород Джимидонского месторождения .....	113
<b>Дзагоев Л. М., Елоев А. К., Мзиков В. У.</b> Структурные нарушения горных пород Архано-Джимидонского месторождения .....	116
<b>Тимченко А. В., Елоев А. К.</b> Исследование прочностных характеристик пород и степени их нарушенности ультразвуковым методом .....	122
<b>Голик В. И.</b> Совершенствование технологий повторной разработки техногенных месторождений Садона .....	126
<b>Голик В. И., Агузаров Т. А., Мельков Д. А.</b> Ретроспектива горных технологий и проблемы добычи руд в ЮФО .....	130
<b>Голик В. И., Агузаров Т. А., Мельков Д. А.</b> Снижение риска геодинамических явлений утилизацией отходов горного производства на основе технологий с выщелачиванием металлов .....	135
<b>Голик В. И., Агузаров Т. А.</b> Природоохранное использование техногенных ресурсов горного производства с повышением их активности ...	140
<b>Климов Б. Г., Хадонов А. В., Гуриева Е. В.</b> Совершенствование систем воздухообеспечения рудников .....	146
<b>Голик В. И., Комащенко В. И.</b> Из истории горной отрасли атомной энергетики СССР .....	148

## ОБОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

<b>Максимов Р. Н., Байматов К. К., Кантемирова С. В.</b> Применение центробежно-вибрационного оборудования для переработки мелкозернистых материалов .....	154
<b>Гринюк В. Н., Елекоева К. М.</b> Электромагнитное действие на разделение примесей при направленной кристаллизации в электрическом поле ...	156
<b>Гринюк В. Н., Елекоева К. М.</b> Теоретическое моделирование механизмов переноса и их корреляция при направленной кристаллизации в электрическом поле .....	163

<b>Саакянц А. А., Старикова Т. В.</b> Синтез оптимальной системы с распределенным в пространстве управлением для процесса комплексной очистки цинковых растворов от примесей . . . . .	166
<b>Мешков Е. И., Рутковский А. Л., Герасименко Т. Е., Багаева М. Э.</b> Математическое моделирование процесса тонкого сухого помола в барабанных мельницах электродного производства . . . . .	170
<b>Рутковский А. Л., Болотаева И. И., Яржемский А. С.</b> Моделирование процесса сгущения промышленных пульп . . . . .	176
<b>Рутковский А. Л., Старикова Т. В., Болотаева И. И., Ковалева М. А.</b> О взаимозаменяемости природного газа сжиженным . . . . .	181
<b>Зурабов А. Т., Сошкин Г. С.</b> Исследование и математическое моделирование процесса пиролиза антрацита при прокатке в электродном производстве . . . . .	184
<b>Воропанова Л. А., Алексеева С. Н., Павлютина Е. А.</b> Селективное извлечение хрома (VI) из растворов катионов металлов . . . . .	189
<b>Линьков В. А., Темираев О. Б.</b> О производстве и применении сульфата алюминия на предприятиях цветной металлургии . . . . .	197
<b>Дюнова Д. Н.</b> К вопросу определения времени пребывания материала во вращающейся печи. . . . .	199
<b>Дюнова Д. Н.</b> Об исследовании надежности технических средств на основе опытных данных . . . . .	201
<b>Сорокер Л. В.</b> Алгоритм устранения невязок при расчете баланса металлов	203
<b>Барвинюк Н. Г.</b> Сорбционные свойства шунгита . . . . .	210

#### ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И МЕХАНИКА

<b>Пагиев К. Х., Петров Ю. С., Масков Ю. П.</b> Анализ электровзрывной цепи с утечками при параллельном соединении электродетонаторов . .	213
<b>Шелехов П. Ю., Троценко О. А.</b> Исследование электризации гранулированных ВВ и условий возникновения электростатических разрядов . . .	218
<b>Шелехов П. Ю., Троценко О. А.</b> Исследование влияния электрофизических параметров пневмо-заряжения гранулированных ВВ на интенсивность электризации . . . . .	222
<b>Петров Ю. С., Пагиев К. Х., Саханский Ю. В.</b> Влияние шунтирующего резистора на распределение мощности в электровзрывной цепи . . . . .	226
<b>Дюнов В. А., Дюнов А. В.</b> Обеспечение усталостной прочности тяжело нагруженных валов ориентацией кристаллической решетки при упрочнении . . . . .	230
<b>Дюнов В. А., Дюнов А. В.</b> Обеспечение усталостной прочности тяжело нагруженных валов при знакопеременных нагрузках . . . . .	232
<b>Наниева Б. М., Хетагуров В. Н., Каменецкий Е. С.</b> Применение пневмо-бутобойника при дроблении крупногабаритных кусков руды (бутов) .	234
<b>Мулухов К. К.</b> Синтез планетарной передачи с автоматически регулируемым передаточным отношением . . . . .	237
<b>Мулухов К. К., Беслекоева З. Н.</b> Устройство для безударной загрузки ленточных конвейеров . . . . .	241
<b>Версилов С. О., Сергеев В. В., Ефимов А. Р.</b> Методика определения потерь и разубоживания при выпуске руды железобетонными питателями . . . . .	245
<b>Сергеев В. В., Версилов С. О., Игнатов М. В., Ефимов А. Р.</b> Обоснование параметров арочного перекрытия железобетонного питателя . . . . .	249

<b>Свердлик Г. И., Атаева А. Ю.</b> Влияние траектории движения пузырьков газа при барботаже на процесс пылеулавливания . . . . .	253
---	-----

## АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

<b>Басиев К. Д., Гулуев В. А.</b> Применение интерференционно-оптических методов для решения задач механики разрушения . . . . .	255
<b>Хадонов З. М.</b> Расчет рациональной последовательности включения строительных объектов в поток . . . . .	260
<b>Цаллагов А. С., Цаллагов С. Ф.</b> Жилище в Северной Осетии (исторический обзор) . . . . .	267
<b>Цаллагов А. С., Цаллагов С. Ф.</b> Поселения в Северной Осетии (дореволюционный период) . . . . .	268

## ЭКОЛОГИЯ

<b>Алборов И. Д., Тедеева Ф. Г., Дзедоева Ф. М.</b> Приоритетные источники формирования отходов минерального сырья в Северной Осетии . . . . .	272
<b>Резниченко Л. И.</b> Развитие современного производства и методы управления природоохранной деятельностью . . . . .	274
<b>Хетагуров В. Н., Каменецкий Е. С., Наниева Б. М.</b> Вредные примеси в питьевой воде и их влияние на человека . . . . .	277
<b>Цгоев Т. Ф., Цгоев Т. Х.</b> Решение проблемы спиртопроизводящей отрасли республики в соблюдении природоохранного законодательства . . . . .	279
<b>Цгоев Т. Ф., Тедеева Ф. Г.</b> Стандарты ISO 14000 по экологическому менеджменту и состояние их внедрения на предприятиях РСО-Алания . . . . .	285
<b>Цгоев Т. Ф.</b> Принципы ранжирования предприятий по экологическим показателям . . . . .	289

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Сакиев М. С.</b> Улучшение структуры национальной экономики . . . . .	296
<b>Сакиев М. С.</b> Фондоёмкость и ее место в системе критериев эффективности производства . . . . .	298
<b>Темлоева В. В.</b> Постиндустриальная экономика и механизм ее функционирования . . . . .	301
<b>Легкая Л. А.</b> Экономическая политика государства и экономический рост . . . . .	303
<b>Хетагурова И. Ю.</b> Основные направления совершенствования реализации промышленной интеллектуальной собственности в социально-экономической системе России . . . . .	305
<b>Джигоева О. О.</b> Государственное регулирование и политика доходов . . . . .	309
<b>Танделова О. М.</b> Политика стимулирования иностранных инвестиций . . . . .	311
<b>Каллагова В. В., Хекилаев С. Т.</b> Роль стратегического планирования в устранении конфликта интересов корпорации . . . . .	313
<b>Текиев М. В., Текиев А. В.</b> Основные направления развития республиканского механизма управления . . . . .	317
<b>Резниченко Л. И.</b> Роль государства в совершенствовании организации и нормировании труда . . . . .	322



<b>Тайсаев Б. М.</b> Оценка эффективности труда служащих горно-обогатительного комбината .....	325
<b>Хетагурова Т. Г.</b> Оптимизация производственной программы и управления стратегией развития горного предприятия.....	328
<b>Шелкунова Т. Г.</b> Особенности инвестиционно-инновационной деятельности в горно-промышленном комплексе.....	331
<b>Шелкунова Т. Г.</b> Особенности оценки инновационно-инвестиционных проектов в горно-добывающей промышленности.....	336
<b>Басиев К. Д., Рухлин Г. В.</b> Структура и перспективы развития производства сварочных электродов в регионах России . . . . .	340
<b>Тиникашвили Т. Ш.</b> Эволюция взглядов на роль государства в денежном хозяйстве .....	344
<b>Хмелевской В. В.</b> Основные факторы формирования налогового потенциала региона .....	347
<b>Груздов Г. Н., Герасименко В. Г.</b> О совершенствовании работы налоговых органов .....	352
<b>Болиева З. А.</b> Кассовое исполнение местного бюджета региональными органами Федерального казначейства.....	353
<b>Хетагуров Г. В.</b> Мошенничество с платежными картами .....	355
<b>Дедегкаев В. Х., Гутнов Х. К.</b> Специфические риски потребительского кредитования в России.....	357
<b>Дедегкаев В. Х., Акоева В. В.</b> Совершенствование правового механизма противодействия легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма . . . . .	361
<b>Цариков В. К., Камбердиева С. С.</b> Финансовая база пенсионной реформы	365

## ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Басиев М. С.</b> Роль органов конституционного правосудия в системе обеспечения сбалансированного функционирования федеративных государств . . . . .	370
<b>Гуриева Э. Г.</b> Борьба с терроризмом: новеллы в российском законодательстве . . . . .	376
<b>Тохсыров В. Г.</b> О взаимосвязи общей преступности и терроризма . . . . .	379
<b>Цориева Е. С.</b> Некоторые вопросы совершенствования российского законодательства в правовом регулировании статуса иммигрантов . . . . .	385

## ФИЛОСОФИЯ

<b>Каиров В. М., Каирова А. И.</b> Общество, устойчивое развитие, глобализация .	390
<b>Каирова А. И.</b> Государство, проблемы безопасности, глобализация . . . . .	394
<b>Дзеранова А. Л.</b> Анализ философских вопросов современной физики . . . . .	398
<b>Бадальян С. А., Гетоева А. С.</b> О трактовке понятия «случайность» . . . . .	403
<b>Бадальян С. А.</b> К соотношению понятий «реформирование» и «модернизация» . . . . .	404
<b>Кулаева З. С.</b> Значение эстетического восприятия в процессе формирования у студентов художественного образа . . . . .	405
<b>Кулаева З. С.</b> Формирование эстетической культуры студентов . . . . .	408
<b>Олейникова О. Л., Мальцев С. И.</b> Формирование духовно-религиозной культуры современной студенческой молодежи . . . . .	412

<b>Алборов Н. М., Дзеранова А. Л.</b> Некоторые социальные противоречия и их отражение в пословичном жанре осетин .....	416
---	-----

## СОЦИОЛОГИЯ

<b>Ревазов В. Ч.</b> Современная система образования: состояние и тенденции развития .....	421
<b>Умаханова И. М.</b> Система воспитания как условие развития личности . . . .	424
<b>Умаханова И. М.</b> Общение как возможность совместной деятельности . . .	426
<b>Василиади Г. К.</b> Проблемы организации самостоятельной работы студента	428
<b>Гасиев В. И.</b> Численность и границы российского среднего класса .....	431
<b>Дзампаева Ж. Т.</b> О значении регионально-этнической направленности содержания процесса воспитания .....	435

## РАЗНОЕ

<b>Кодзаев Ю. В., Фидарова Н. Г.</b> Результаты исследований по закреплению оползней различными тампонажными смесями .....	437
<b>Клыков Ю. Г., Тогоев В. Д., Авакян О. А., Худоян М. В.</b> Определение касательных напряжений в зернистом материале .....	438
<b>Клыков Ю. Г., Авакян О. А., Чельдиева В. М., Худоян М. В.</b> Методика определения влажности зерна .....	441
<b>Василиади Г. К., Ковтун Е. А.</b> Уровень радиационного излучения щитовидной железы – показатель функционального состояния организма в целом .....	443
<b>Мелконянц Н. Г.</b> Оценка защищенности подземных вод от проникновения в них загрязняющих веществ с поверхности земли .....	446
<b>Груздов Г. Н.</b> Определение потребности в маршрутных транспортных средствах .....	448