



ТРУДЫ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
(ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

ВЫПУСК ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТЫЙ

ВЛАДИКАВКАЗ 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТРУДЫ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
(ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

ВЫПУСК ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТЫЙ

ВЛАДИКАВКАЗ 2017

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Темираев Р. Б. (гл. редактор), д-р с.-х. наук, профессор
Босиков И. И., канд. техн. наук, доцент
Гончаров И. Н., д-р техн. наук, профессор
Гроппен В. О., д-р техн. наук, профессор
Евдокимов С. И., канд. техн. наук, доцент
Камбердиева С. С., д-р эконом. наук, профессор
Клюев Р. В., д-р техн. наук, профессор
Кокоева Л. Т., д-р юрид. наук, профессор
Лолаев А. Б., д-р техн. наук, профессор
Лолаева Д. Т., канд. филос. наук, доцент
Осикина Р. В., д-р с.-х. наук, профессор
Рубаева В. П., канд. филолог. наук, доцент
Тедтова В. В., д-р с.-х. наук, профессор
Тускаева З. Р., канд. техн. наук, доцент
Хадзарагова Е. А., д-р техн. наук, профессор

В сборник «Труды Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета)» включены статьи и представлены научные разработки преподавателей, сотрудников, обучающихся и молодых ученых вуза.

УДК 553.98

Канд. техн. наук, доцент БОСИКОВ И. И.

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ И УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ ПОНТИЧЕСКИХ И МЭОТИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

В статье рассматриваются геолого-структурные особенности района исследования. Детально изучены стратиграфические взаимоотношения и условия залегания понтических и мэотических отложений в районе Северо-Западного и Северного Прикарабогазья. Стратиграфическое и структурное распределение сделано на основании детальных описаний разрезов, послонных сборов фауны и прослеживания отдельных маркирующих горизонтов. Последовательное и тщательное прослеживание отдельных горизонтов позволило установить тесную связь между тектоническим строением района и характером разреза отложений мэотического и понтического ярусов.

Ключевые слова: *стратиграфия, ярус, разрез, горизонт, тектоника, структура, складчатость, понтические и мэотические отложения.*

I. I. Bosikov

STRATIGRAPHIC RELATIONSHIPS AND OCCURRENCE OF PONTIC AND MEOTIC SEDIMENTS OF THE NORTH CAUCASUS

In the article geological and structural features of the study area are considered. The stratigraphic relationships and conditions of occurrence of pontic and meiotic deposits in the area of the North-Western and Northern Prikarabogas were studied in detail. Stratigraphic and structural distribution is made on the basis of detailed descriptions of sections, layered collections of fauna and tracing of individual marking horizons. The consistent and careful tracing of individual horizons made it possible to establish a close relationship between the tectonic structure of the area and the character of the section of sediments of the meiotic and pontic tiers

Keywords: *stratigraphy, tier, section, horizon, tectonics, structure, folding, pontic and meiotic deposits.*

Вопросы стратиграфии, связанные с установлением понятий, объемов, подразделений и оптических, и мэотических ярусов, разработаны в основном на разрезах неогена Крымско-Кавказской области.

В связи с геолого-структурными исследованиями были детально изучены стратиграфические взаимоотношения и условия залегания понтических отложений в районе Северо-Западного и Северного Прикарабогазья. Отложения мэотического яруса подразделяются нами по характерному комплексу фауны на два подъяруса: нижний и верхний. Из понтических отложений здесь известны только осадки нижнего – новороссийского подъяруса, которые удастся расчленивать на евпаторийские и одесские слои [1; 4].

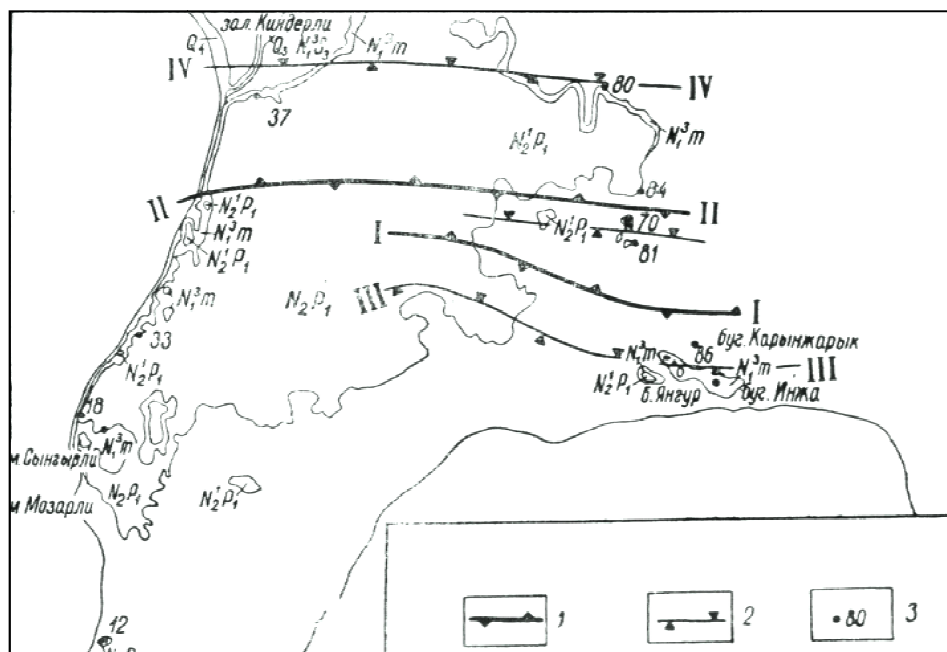


Рис. 1. Тектоническая схема исследуемого участка:
1 – антиклинали, 2 – синклинали, 3 – места изученных разрезов

Мэотические отложения протягиваются узкой полосой вдоль склонов «понтических» плато от мыса Мазарли на юге, до мыса Ракушечного и далее на север, уходя за пределы района, а на востоке от ур. Бестортколь до впадины Караги. Отдельными останцами они сохранились от размыва в восточной части Киндерли-Каясанского плато и на Юго-Западном Устюрте. Мэотические отложения всюду с размывом ложатся на верхне-сарматские, а восточнее – и среднесарматские отложения.

Нижний мэотис представлен известняками буровато-желтыми, желтыми, белыми, серыми, мелкозернистыми, местами оолитовыми. Встречается богатая и разнообразная по составу фауна: *Modiolus minor* Andrus., *Potamides disjunctoides* (Sinz.), *Venerupis abichi* Andrus., *Dosiniamaeotica* Andrus., *Lucinapseudonivea* Andrus., *Erviliaminuta* Sinz., *Spheniacimmeria* Andrus.

Максимальная мощность нижнего мэотиса 2 м; он отмечается в районах урочищ Кызыладыр, Чинжиркабак, Бестортколь, Караудан.

Верхний мэотис расположен гораздо шире, слагается чаще всего белыми меловидными мергелями с характерными включениями иглообразных прожилков окислов железа и марганца, с прослоями органогенно-детритусовых известняков-ракушечников и глин зеленовато-серых, сильно известковистых, плотных, оскольчатых. Эти отложения характеризуются бедным комплексом фауны: *Congerianovorossica* Sinz., *C. Navikula* Andrus., *C. Modiolopsis* Andrus., *Hydrobia* sp., *Micromelania* sp., *Neritina* sp., реже *Abratellinoides* Sinz.

Максимальная мощность верхнего мэотиса 5 м. По данным Ю. М. Клейнера и И. И. Бляхер, мощность мэотиса в северо-западном направлении увеличивается в районе урочища Кызыладыр до 10 м, а во впадине Караги достигает 16 м.

Нижнепонтические отложения связаны с мэотическими постепенным переходом, но распространены на значительно большей площади. Они слагают поверхность двух обширных плато. Одно из них тянется от мыса Мазарли на юге до залива Кендерли на севере и ур. Бестортколь на востоке. Другое расположено между впадинами Караги и Каунды. Эти отложения, как и мэотические, встречаются также и в останцах, расположенных за пределами указанных «понтических» плато.

В основании нижнего понта залегают евпаторийские слои, представленные переслаиванием известняков, иногда оолитовых, белого, буровато-желтого и желтого цвета детритусовых рыхлых с белыми мергелями. Реже встречаются прослойки зеленовато-серой плотной известковистой глины. Встречается сравнительно бедная фауна: *Dreissenatenuissima* Sinz., *D. Simplex* Barb., *Prosodacna* ex gr. *Littoralis* Eichw., *Congerianovorossica* Sinz., *Abratellinoides* Sinz., *Hydrobia* sp., *Micromelania* cf., *Gorianovici* Andrus., реже *Parvivenuswidhalmi* Sinz.

Одесские слои трансгрессивно ложатся на евпаторийские, а также на породы верхнемэотического и верхнесарматского возраста. По литологии одесские слои подразделяются на две пачки – нижнюю известковомергелистую и верхнюю – известковую. Нижняя пачка литологически сходна с евпаторийскими отложениями и представлена светло-серыми меловидными мергелями и известковистыми глинами с прослоями парвивенусовых известняков-ракушечников и оолитовых известняков яркобурого цвета. В основании пластов известняка отмечаются незначительные следы размыва, редкие обломки мергелей и известняков. Верхняя известняковая пачка сложена крупнооолитовыми известняками светло-желтого и белого цвета. Породы очень крепкие и устойчивые по отношению к эрозии; тем самым они сохраняют от размыва поверхность понтического плато. В основании известняковой пачки повсеместно наблюдается обогащение галечниковым материалом, а местами известняк переходит в конгломерат, в котором иногда присутствует галька мэотических и верхнесарматских пород. Оолитовые известняки распространяются значительно шире нижней пачки и обнаруживают ярко выраженный трансгрессивный характер залегания, с размывом перекрывая все более древние отложения [8, 9].

Одесские слои содержат богатую и довольно разнообразную фауну: *Parvivenuswidhalmi* Sinz., *Dreissenatenuissima* Sinz., *D. Simplex* Barb., *Congerianovorossica* Sinz., *C. Subcarinata* Desh., *Pseudocatilluspseudocatillus* Barb., *Monodacnasp.*, *Didacnanovorossica* Barb., *Prosodacna* ex gr. *Littoralis* Eichw., *Limnocardium* ex gr. *odessae* Barb., *Abratellinoides* Sinz., *Neritina* sp., *Lymnaea* sp. *Melanopsis* sp., *Hydrobia* sp., *Micromelaniagorianovici* Andrus.

Максимальная мощность нижнепонтических отложений в описываемом районе 28 м. По данным Ю. М. Клейнера и И. И. Бляхер, их мощность увеличивается в северной части района и во впадине Караги достигает 30–33 м. Геологи-исследователи указывают для впадины Каунды мощность понтических отложений до 40 м.

Вышеприведенное расчленение оказалось возможным сделать на основании детальных описаний разрезов, послонных сборов фауны и прослеживания отдельных маркирующих горизонтов. Наиболее полными и характерными являются разрезы в районе м. Суэ (Аджикую), м. Токмак и буг. Карынжарык.

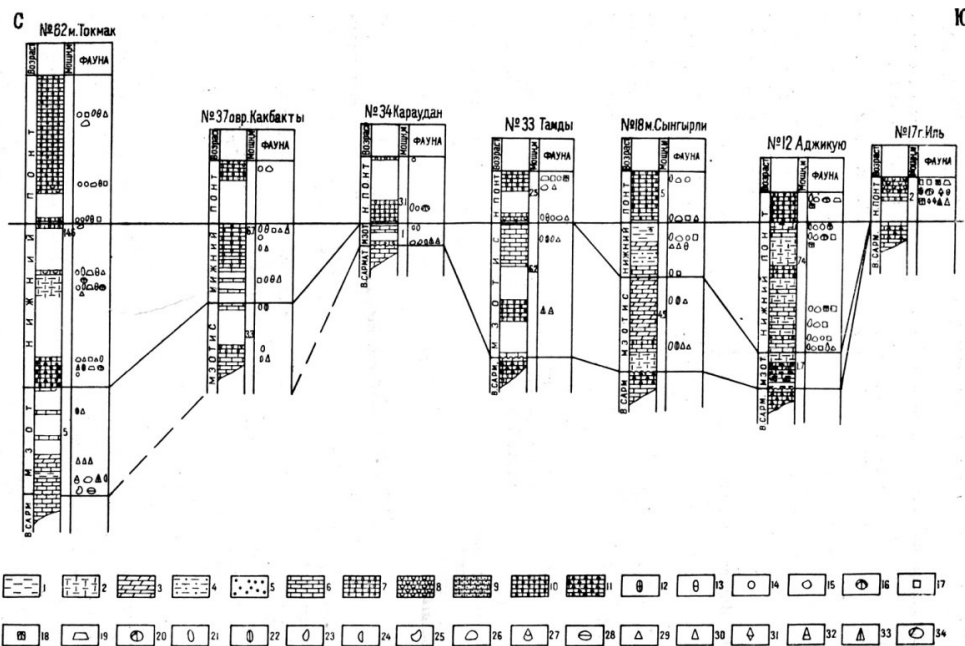


Рис. 2. Схема сопоставления разрезов понтических и мэотических отложений в районе Северо-Западного и Северного Прикарабагзья

Разрез 12 расположен в 7 км севернее м. Суэ на вершине с отметкой 63,3 м (см. рис. 2) Аджикую. Здесь обнажаются (снизу – вверх):

1. Известняк брекчиевидный, плотный, пористый, розовый и буровато-желтый с многочисленными плоскими обломками известняков. В кровле слоя следы размыва.

2. Глина серая, известковистая, слитоватой отдельностью с прослоями известняка розовато- и зеленовато-серого плотного. В подошве глин – мелкие обломки известняков. Мощность 0,35 м.

3. Известняк розовато-светло-серый, плотный, глинистый. Мощность 1 м.

4. Глина серая до зеленовато-серой, плотная, с ожелезненными включениями, оскольчатая. Мощность 0,5 м.

5. Известняк светло-серый, плотный, с фауной: *Congerianovorossica* Sinz., *Abratellinoides* Sinz., *Prosodacna* gr. *Littoralis* Eichw., *Hydrobia* sp., *Neritina*cf., *Sumulans* Andrus. Много мелких гастропод. Мощность 0,5 м.

6. Известняк мелкоолитовый буровато- и розовато-желтый, плотный, с многочисленными *Congerianovorossica* Sinz., *Abratellinoides* Sinz., *Parvivenuswidhalmi* Sinz., *Prosodacna* sp. Мощность 0,15–0,2 м.

7. Глина светло-серая, плотная, известковистая, оскольчатая, с прослоями (0,30–0,35 м) известняка розовато-белого, рыхлого, пористого с *Congeria* sp., *Abratellinoides* Sinz., *Prosodana* sp. Мощность 1 м.

8. Выше с размывом залегает оолитовый известняк буровато-желтый, с фауной: *Parvivenuswidhalmi* Sinz., *Abratellinoides* Sinz., *Congerianovorossica* Sinz., *Prosodacna* sp. В подошве слоя – включения плохо окатанной гальки и розовато-серый известняк с массой мелких гастропод (5 см мощности). Мощность 0,5 м.

9. Чередование пестроцветных известняков и глин. Известняки рыхлые, оолитовые, глинистые. Богатая понтическая фауна содержится в них только в верхней части: *Congerianovorossica* Sinz., *Pseudocatilluspseudocatillus* Barb., *Limnocardium* sp., *Abratellinoides* Sinz., *Prosodacna* sp., гастроподы. Известняки обычно постепенно переходят в глины серые с различными оттенками, рыхлые, известковистые. Прослой известняков до 50–70 см, глин 10–15 см. Мощность 3,5 м.

10. Глина серая, рыхлая, сильно известковистая, с большим количеством ядер моллюсков плохой сохранности: *Congerianovorossica* Sinz., *Abratellinoides* Sinz., *Parvivenuswidhalmi* Sinz., *Limnocardium* sp. Мощность 0,25 м.

11. На глинах с размывом залегает оолитовый известняк буровато-желтый, внизу розоватый, плотный, с большим количеством фауны: *Dreissenatanuissima* Sinz., *Abratellinoides* Sinz., *Didacna* cf., *Novorossica* Barb., *Limnocardium* ex gr., *odessae* Barb., *Prosodacna* sp., *Pseudocatilluspseudocatillus* Barb., в нижней части много гастропод из рода *Melanopsis*. Мощность 0,4 м.

Брекчиевидный известняк в основании разреза (слой 1) относится нами к верхнему сармату, так как в аналогичных известняках других разрезов были найдены редкие *Mastrabulgarica* Toula, *M. caspia* Eichw. Из вышележащих слоев 2–4 Г. Ф. Шнейдером была определена фауна остракод: *Xestoleberis* ex gr. *ovate* Vorosh., *X. Krishtofovici* Gol., *X. liventali* Gol., *X. goretskii* Gol., *Xestoleberis* sp., *Loxococoncha* ex gr. *tamarindus* (Jones), *Cyprideislittoralis* Br., *Leptocytherepraebosqueti* Suzin, *Miliolinasp.* Этот комплекс фауны, а также стратиграфическое положение слоев позволяют отнести их к мзотису. Слои 5–8 по находкам в них только *Congerianovorossica* Sinz., *Abratellinoides* Sinz., *Parvivenuswidhalmi* Sinz., *Prosodacna* ex gr., *Littoralis* Eichw., *Hydrobia* sp., *Neritina* sp. отнесены к евпаторийскому горизонту нижнего понта [4, 5, 6, 7].

Многочисленные *Pseudocatilluspseudocatillus* Barb., *Limnocardium* ex gr., *Odessae* Barb., *Didacna* sp. в слоях 9–11 позволяют считать их одновозрастными с отложениями одесского горизонта Крымско-Кавказской области.

Разрез 62 описан немного севернее в районе мыса Токмак (см. рис. 2). В этом разрезе снизу вверх обнажаются:

1 Известняк светло-серый, брекчиевидный. Фауны не найдено.

2. Известняк серый, плотный, неслоистый, кавернозный, с богатым комплексом фауны: *Lucinapseudoniuea* Andrus., *Venerupisabichi* Andrus., *Dosiniamaeotica* Andrus., *Spheniacimmeria* Andrus., *Modiolusminor* Andrus., *Erviliaminuta* Sinz., *Potamidesdisjunctoides* Sinz. В средней части содержит прослой желтовато-белого известняка. Вверх постепенно переходит в глину. Мощность 1 м.

3. Глина зеленовато-серая, местами бурая, ожелезненная, сильно известковистая с *Hydrobia* sp. Мощность 0,25 м.

4. Гидробиевый известняк белый, довольно плотный, слоистый. Мощность 0,25–0,3 м.

5. Мергель светло-серый, буровато-светло-серый, очень плотный, тонкослоистый. Мощность 0,20–0,25 м. Задерновано 0,6–0,7 м.

6. Известняк желтовато-белый, неплотный, пористый, трещиноватый, с фауной: *Congerianavicula* Andrus., *Hydrobia* sp. Мощность 1,4 м. Задерновано 1 м.

7. Известняк белый, плотный, с иглообразными прожилками окислов марганца и железа. Ископаемых остатков нет. Мощность 0,1 м,

8. Выше залегает с небольшим размывом обломочно-оолитовый известняк, пористый, желтого цвета, с фауной: *Pseudocatilluspseudocatillus* Barb., *Micromelania* sp., *Dreissenasimplex* Barb., *D. tenuissima* Sint., *Prosodacna* ex gr., *Littoralis* Eichw., *Congeriac* f., *novorossica* Sinz., *Abratellinoides* Sinz., *Parvivenuwidhalmi* Sinz., *Didacna* sp, *Neritina* sp. Мощность 1,3 м. Задерновано 3 м.

9. Глины известковистые, светло-зеленые, с комплексом фауны: *Parvivenuwidhalmi* Sinz., *Congerianovorossica* Sinz., *Dreissena* sp., *Didacna* ex gr., *Novorossica* Barb., *Pseudocatilluspseudocatillus* Barb., *Neritina* sp. Мощность 1 м.

10. Известняк-ракушник светло-серый, плотный, с тем же комплексом фауны. Мощность 0,1 м. Задерновано 2 м.

11. Известняк плотный, желтовато-светло-серый, оолитовый, с линзовидными прослоями светло-серого плотного известняка. В средней части содержит прослой, обогащенный крупной галькой и валунами известняков. Фауна: *Abratellinoides* Sinz., *Parvivenuwidhalmi* Sinz., *Dressena simplex* Barb., *Prosodacna* ex gr., *Littoralis* Eichw. Мощность 0,5 м. Задерновано 1,2 м.

Светло-серый оолитовый известняк, в верхней части известняк-ракушник, состоящий из одних *Parvivenuwidhalmi* Sinz., а ниже *Abratellinoides* Sinz., *Dreissenasimplex* Barb., *Prosodacna* ex gr. *Littoralis* Eichw. Мощность 0,5 м.

13. Выше с размывом залегает известняк белый, розовый, желтый, светло-серый, крупнооолитовый, очень плотный, местами ожелезненный, с фауной: *Parvivenuwidhalmi* Sinz., *Abratellinoides* Sinz., *Congerianovorossica* Sinz., *Prosodacna* ex gr. *Littoralis* Eichw., *Pseudocatilluspseudocatillus* Barb., *Neritina* sp. В известняке рассеяна известняковая окатанная галька. Мощность 5 м.

Обломочные известняки в основании разреза литологически сходны с отложениями верхов верхнесарматского подъяруса. Перекрывающие их известняки (слой 2) содержат богатый комплекс фауны, в котором встречаются многочисленные *Modiolusminor* Andrus., *Dosiniaaeotica* Andrus., *Lucinapseudonivea* Andrus., *Venurupisabichi* Andrus., *Spheniacimmeria* Andrus., *Erviliaminuta* Sinz., характерные для нижнего мэотиса.

Верхняя часть разреза мэотических отложений (слои 3–7) отнесены нами к верхнему подъярису по стратиграфическому положению и бедной фауне: *Congerianavicula* Andrus., *Hydrobia* sp.

Понтические отложения (слои 6–13) представлены здесь одесским горизонтом новороссийского подъяруса с характерным комплексом фауны.

Для восточной части района характерным является разрез, описанный на бугре Карынжарык. В основании склона обнажаются известняки среднего сармата, на которых залегают:

1. Известняк желтовато-белый до желтого, плотный) с *Congeriamodiolopsis* Andrus. Контакт с нижележащими отложениями задернован. Видимая мощность 0,1 м.

2. Гидробиевый известняк-ракушник светло-желтый, пористый, с фауной: *Congeria* cf., *Novorossica* Sinz., *Congeria* sp., *Hydrobia* cf. *Micra Stekl.*, *H.* sp. Мощность 0,2 м. Задерновано 0,5 м.

3. Известняк белый, глинистый, местами ожелезненный. Мощность 2 м.

4. Известняк желтый, брекчиевидный, пористый, с фауной: *Congerianovorossica* Sinz., *C. sp.*, реже *Abratellinoides* Sinz., *Prosodacna* ex gr. *Littoralis* Eichw. Мощность 0,5 м.

5. Мергель белый с *Prosodacna* ex gr., *Littoralis* Eichw. Мощность 0,3 м.

6. Известняк белый, пористый, оолитовый, с линзами гидробиевого ракушника, с фауной: *Hydrobia* sp., *Congeria* sp., *Prosodacna* ex gr., *Littoralis* Eichw., *Parvivenuswidhalmi* Sinz., *Abratellinoides* Sinz., *Neritina* sp. Мощность 0,2 м.

7. Мергель белый, плотный, с *Parvivenuswidhalmi* Sinz., *Abratellinoides* Sinz., *Prosodacna* ex gr., *Littoralis* Eichw., *Congeria* sp., *Hydrobia* sp., *Neritina* sp., с прослоями известняков-ракушников бурых и серых, плотных, мощностью 0,3–0,5 м, с фауной: *Parvivenuswidhalmi* Sinz., *Prosodacna* ex gr., *Littoralis* Eichw., *Pseudocatilluspseudocatillus* Barb., *Didacna* sp., *Dreissena* cf. *Simplex* Barb. Мощность 5,2 м.

8. Выше с размывом залегает известняк серый, местами бурый, песчанистый, с многочисленными *Parvivenuswidhalmi* Sinz., *Dreissena simplex* Barb., *Prosodacna* ex gr., *Littoralis* Eichw., *Monodacna* sp., *Didacna* sp., *Pseudocatillus pseudocatillus* Barb., *Hydrobia* sp. В средней части прослой парвивенусового ракушника. Мощность 0,2 м.

9. Выше постепенно переходит в известняк крупнооолитовый, белый, розовато-желтый. В верхней части содержит прослой брекчиевидного оолитового известняка с галькой. Фауна: *Parvivenuswidhalmi* Sinz. Мощность 6,5–7 м.

Слои с 1 по 3 мы относим к верхнему мэотису, слои с 4 по 6 – к евпаторийскому горизонту, а слои с 7 по 9 – к одесскому горизонту нижнего понта.

Аналогичный разрез мэотических и понтических отложений вскрывается и по северной окраине Киндерли-Каясанского понтического плато у бугра Науварбудаг. такими полными разрезами отложения мистического и понтического ярусов охарактеризованы не повсеместно. Часто наблюдается сокращение мощностей и полное выпадение отдельных горизонтов из разреза [1, 10].

Заключение. Последовательное и тщательное прослеживание отдельных горизонтов позволило установить тесную связь между тектоническим строением района и характером разреза отложений мэотического и понтического ярусов. Подобные разрезы сохранились в наиболее погруженных частях синклинальных зон. По направлениям к сводам поднятий происходит последовательное выклинивание сначала нижней части одесских, а затем евпаторийских и мэотических отложений за счет трансгрессивного срезания их пластом крупнооолитового известняка, принадлежащего к одесским слоям. В мэотических отложениях одновременно с уменьшением мощностей отмечается изменение литологического состава пород. На поднятиях развиты известняки, а в прогибах появляются прослой глин. На сводах поднятий понтические отложения представлены оолитовыми известняками одесских слоев, которые с размывом ложатся на мэотические или верхнесарматские отложения.

В восточной части района аналогичное явление наблюдается при пересечении Чагалинского поднятия, однако в небольшой синклинали, осложняющей свод этого поднятия, наблюдается увеличение мощности мэотических известняков.

При сопоставлении разрезов по побережью Каспийского моря, на фоне общего увеличения мощностей в северном направлении, наблюдается сокращение мощностей понтических отложений на своде Карауданского поднятия (рис. 1). Результаты структурной съемки в изученном районе по более древним отложениям полностью подтверждают выводы о положении структур, сделанные на основании изучения разрезов отложений понта и мэотиса.

На основании вышеприведенных фактов можно восстановить следующую историю мэотического и понтического бассейнов в Северном Прикарабогазье.

После верхнесарматской регрессии в результате возобновившегося прогибания в раннем мэотисе начинается трансгрессия морского бассейна в области современного Северного Прикарабогазья. В нижнемэотическое время морской бассейн имел ограниченное распространение и не заходил, по-видимому, восточнее района впадины Чагала.

В позднемэотическое время море значительно расширяется, проникает в Восточное Прикарабогазье и на Юго-Восточный Устюрт, где отложения верхнего мэотиса с размывом залегают на породах ниже- и среднесарматского возраста [2; 6; 8].

Приуроченность более мелководных фаций к присводовым частям структур указывает на продолжающийся рост складок в мэотическое время.

В начале понтического времени море заметно трансгрессирует в Закаспии на протяжении евпаторийского и начала одесского времени и так расширяется, что достигает на северо-востоке района Аральской впадины. Одновременно в Северо-Западном Прикарабогазье отмечаются какие-то местные особенности, может быть это была незначительная регрессия, вследствие чего здесь появляются галечники в евпаторийских слоях и, кроме того, последние исчезают в разрезе района мыса Токмак.

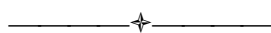
В позднеодесское время море на короткий срок отступает, очевидно, со всей территории Прикарабогазья, а затем здесь имеет место трансгрессия. Но это море было очень мелководным и, по-видимому, не заходило далеко на Устюрт, захватывая лишь Северное Прикарабогазье. Эта небольшая трансгрессия, как и предыдущая регрессия, была кратковременна. В конце нижнего понта море окончательно оставляет Северное Прикарабогазье.

Таким образом, в геологической истории района в мэотическое и понтическое время наиболее отчетливо выделяются два этапа развития. Первый этап начинается мэотической трансгрессией, которая достигла своего наибольшего развития к середине одесского времени. Следующий этап связан с незначительными опусканиями конца одесского времени, когда мелководный бассейн быстро распространяется на значительной территории. Трансгрессия мелкого моря сопровождалась, по-видимому, абразией морского дна, и оолитовые известняки ложатся на выровненную поверхность. Эта трансгрессия была, возможно, локальной и кратковременной, и к середине понтического века в Прикарабогазье устанавливается континентальный режим [1; 4; 5].

Унаследованные складчатые движения, происходившие в мэотическое и понтическое время, в значительной мере сказались на распределении фаций и мощностей этих отложений, что дает возможность при детальном изучении и сопоставлении разрезов выявить новые структурные формы в изучаемом районе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бакиров А. А., Бордовская М. В., Мальцева А. К., Табасаранский З. А.* Геология и геохимия нефти и газа. М.: Недра, 1982. 288 с.
2. *Баженова О. К., Бурлин Ю. К., Соколов Б. А., Хаин В. Е.* Геология и геохимия нефти и газа: Учебник – МГУ. М.: Академкнига, 2004. 416 с.
3. *Каналин В. Г.* Справочник геолога нефтегазоразведки: нефтегазопромысловая геология и гидрогеология. М.: Инфра-Инженерия, 2017. 416 с.
4. *Галкин А. И., Галкина Л. В.* История геологии нефти и газа в России: изученность и проблемы. Ухта: Мемориал, 2012. 287 с.
5. *Босиков И. И., Полквой А. П.* Структурно-геодинамические предпосылки морфоструктурной рекогносцировочной оценки перспектив нефтегазоносности территории Республики Северная Осетия-Алания / В сборнике: Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли / Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию высшего нефтегазового образования в Республике Татарстан. Альметьевский государственный нефтяной институт. 2016. С. 108–113.
6. *Кудинов В. И.* Основы нефтегазопромыслового дела. М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005. 720 с.
7. *Босиков И. И., Хугаев Р. Р., Пересаев А. С.* Особенности исследования опасных процессов в природно-промышленной системе / Наука и образование в жизни современного общества: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. В 12 частях. 2015. С. 31–33.
8. *Иванова М. М., Дементьев Л. Ф., Чоловский И. П.* Нефтегазопромысловая геология и геологические основы разработки месторождений нефти и газа. 2-е изд. М.: Недра, 1992. 423 с.
9. *Гавура В. Е.* Геология и разработка нефтяных и газонефтяных месторождений. М.: ВНИИОЭНГ, 1995. 258 с.
10. *Босиков И. И., Клюев Р. В.* Методы системного анализа природно-техногенной системы горно-металлургического комплекса. Владикавказ, ИПЦ ИП Цопанова А. Ю., 2015. 124 с.



УДК 622.23

*Канд. техн. наук, доцент ГУРИЕВА Е. В.,
студ. ГУРИЕВА Л. Р.*

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНСТРУМЕНТА С РАЗРУШЕННЫМИ ПОРОДАМИ

Закономерности взаимодействия индентера с разрушенной породой определяют механические и энергетические параметры бурения при решении вопроса о целесообразности повторной разработки потерянных запасов в рамках предлагаемой физико-математической модели.

Ключевые слова: индентер, разрушенная порода, горная масса, трещиноватые породы, скважина, осевое усилие, обсадные трубы, физико-математическая модель.

E. V. Gurieva, L. R. Gurieva

MODEL OF INTERACTION OF THE TOOL WITH THE DESTROYED ROCKS

The patterns of interaction of the indenter with the destroyed rock determine the mechanical and energy parameters of drilling when deciding whether to re-develop the lost reserves within the proposed physico-mathematical model.

Key words: indenter, destroyed rock, rock mass, fractured rocks, borehole, axial force, casing, physical-mathematical model.

При решении вопроса о целесообразности повторной разработки потерянных запасов механические и энергетические параметры бурения определяются закономерностями взаимодействия индентера с разрушенной породой.

Предварительно разрушенная горная масса представляет собой совокупность кусков руды и породы различного размера, находящихся в состоянии устойчивого или неустойчивого равновесия под действием собственного веса.

Сочетание вариантов расположения кусков породы друг относительно друга имеет стохастический характер.

В зависимости от крупности и формы кусков взаимодействие индентера с разрушенной породой протекает по различным схемам. Исследуется взаимодействие индентера диаметра d с кусками породы размерами, например: $10d$; d и $0,1d$, т. е. куски больше размеров индентера соизмеримы с ним и с кусками меньше размеров индентера.

Характеристика процессов взаимодействия индентера с породой:

– **индентер – крупные куски.** Если куски находятся в зажатом состоянии, процесс протекает как при бурении в монолитных трещиноватых породах (рис. 1).

При смещении кусков относительно друг друга (в результате действия индентера) динамические и статические нагрузки возрастают за счет подвижки куска до момента, когда кусок не окажется в зажатом состоянии. При снятии нагрузки кусок может снова изменить свое положение;

– **индентер – средние куски.** Если куски находятся в зажатом состоянии, процесс протекает как при бурении интенсивно трещиноватых пород (рис. 2).

За счет действия индентера происходит осевое и угловое смещение друг относительно друга и индентера и динамические воздействия на последний будут максимальными. Наиболее вероятны случаи, когда забой скважины формируется в нескольких кусках;

– **индентер – мелкие куски** – формирование скважины происходит за счет раздвигания кусков с интенсивным угловым и осевым перемещением, а также с частичным сжатием в зоне перед индентером с одновременным частичным разрушением кусков при взаимодействии друг с другом (рис. 3).

Узел соединения буровой штанги с обсадной трубой располагается непосредственно за индентером и служит для передачи нагрузки от осевого усилия на обсадную трубу с целью ее перемещения в скважине; при этом передача нагрузки от крутящего момента на обсадную трубу исключается.

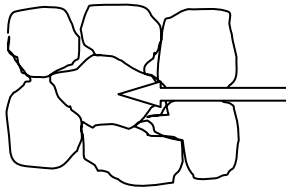


Рис. 1. Взаимодействие по схеме «индентер – крупные куски»

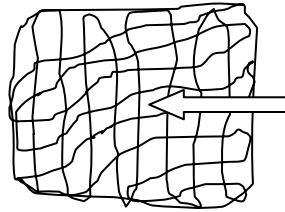


Рис. 2. Взаимодействие по схеме «индентер – средние куски»

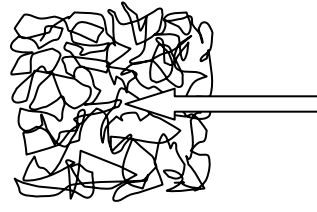


Рис. 3. Взаимодействие по схеме «индентер – мелкие куски»

Кинематика и динамика работы узла аналогична условиям работы упорного подшипника скольжения. Нагрузки сжатия представлены весом обсадной трубы и ее сопротивлением при перемещении в скважине. С увеличением угла наклона нисходящих скважин действие уменьшается до нуля в вертикальной нисходящей скважине. На контакте узла со штангой действуют силы трения, так как узел и штанга представляют собой пару скольжения; с обсадной трубой узел соединен жестко.

Износ узла в значительной мере будет зависимым от его конструкции. Узел также содержит устройство для отсоединения штанг от индентера и обсадных труб после завершения скважины. Это устройство может быть резьбовым для отсоединения с помощью реверсирования вращения штанг. В случае применения соединения «зуб в зуб» устройство будет подвергаться деформациям смятия. Учитывая высокую концентрацию напряжений в устройстве из-за его ограниченных размеров, при расчете конструкции следует особое внимание уделить выбору материала.

Стенка скважины представлена разрушенными породами, равновесное состояние которых нарушено в процессе бурения, что обуславливает различную степень зажима обсадных труб в скважинах различного направления.

Процессы бурения протекают в рамках системы:

$$P = f(F, \alpha, L, m), \quad (1)$$

где P – усилие разрушения породы;
 F – сила трения поверхности трубы;
 α – угол наклона скважины;
 L – длина скважины;
 m – вес единицы длины бурового снаряда.

$$F = f(\alpha, L, m, \mu), \quad (2)$$

где μ – коэффициент внешнего трения:

$$\mu = f \sum_1^n x, \quad (3)$$

где x – участвующие в процессе выпуска горно-геологические, горно-технические и иные факторы, например, давление пород, скважность, влажность, разрыхленность и прочность пород, трение и т. п.

Скорость вращательного бурения определяется осевым усилием (P) и крутящим моментом (M):

$$V = f(P, M, \alpha). \quad (4)$$

При бурении горизонтальной скважины давление налегающих пород:

$$Q = 2\gamma\left(\frac{dh}{2} - \frac{2}{d \operatorname{tg}\beta}\right), \quad (5)$$

где γ – объемный вес пород, т/м^3 ;
 d – диаметр скважины;
 h – высота свода обрушения, м;
 β – угол внутреннего трения пород.

При наклоне скважины величина Q разлагается на нормальную $F_n = Q \cos \alpha$ и тангенциальную $F_t = Q \sin \alpha$.

При бурении вертикальной скважины давление горных пород:

$$P_g = \gamma H \kappa_p, \quad (6)$$

где H – глубина работ, м;
 κ_p – коэффициент распора:

$$\kappa_p = \operatorname{tg} \frac{90^\circ - \beta_{\text{вс}}}{2}. \quad (7)$$

где $\beta_{\text{вс}}$ – угол внутреннего сопротивления породы.

Силовое взаимодействие обсадных труб с породой в зависимости от направления скважин иллюстрируется рис. 4.

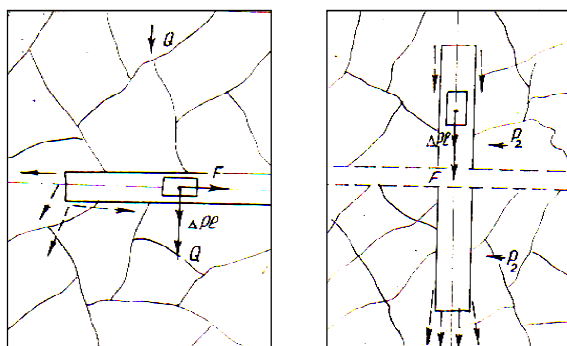


Рис. 4. Схема взаимодействия обсадных труб с разрушенными породами в зависимости от направления скважины: стрелки сплошной линии – направление бурения; стрелки пунктиром – направление движения промывочной жидкости; прямоугольник – буровой снаряд

Установленные закономерности взаимодействия обсадных труб с разрушенными породами в зависимости от направления скважины позволяют оп-

ределять механические и энергетические параметры бурения при решении вопроса о целесообразности повторной разработки потерянных запасов.

Возможность бурения скважин по разрушенному массиву определяется физико-математической моделью:

$$P \geq Q = 2\gamma \left(\frac{dh}{2} - \frac{2}{d \operatorname{tg} \beta} \right) \cos \int_0^{90} \alpha, \quad (8)$$

где P – осевое усилие буровой установки;

Q – давление пород;

α – угол заложения скважины.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гуриева Е. В. Исмаилов Т. Т.* Повышение полноты использования недр интенсификацией выпуска при добыче потерянных руд // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 4. С. 37–41.

2. *Логачев А. В.* Теоретическая основа поэтапной разработки сложных рудных месторождений. Разработка научных основ и способов ресурсосберегающей и экологически чистой технологии добычи полезных ископаемых: Материалы 51-й науч.-техн. конф. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2002. С. 170–173.

3. *Гуриева Е. В.* Исследование параметров бурения в разрушенных породах // Труды СКГМИ (ГТУ). Владикавказ, 2012. № 19. С. 29–33.

4. *Босиков И. И., Гуриева Е. В.* Технология бурения скважин в разрушенных породах // Перспективы науки. Тамбов. 2016. № 3 (78). С. 47–50.

5. *Босиков И. И., Текиев М. В., Гуриева Е. В.* Оценка количественных и качественных закономерностей процессов функционирования природно-промышленной системы // Наука и бизнес: пути развития. Тамбов. 2016. № 4 (58). С. 5–8.



УДК 622.24

*Канд. техн. наук, доцент ГУРИЕВА Е. В.,
студ. ГУРИЕВА Л. Р.,
студ. КЕЛЕХСАЕВА А. Р.*

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН В РАЗРУШЕННЫХ ПОРОДАХ

Рассмотрены буровые устройства и снаряды, обеспечивающие процесс бурения одновременно с установкой обсадных труб. Приведена схема бурового снаряда для установки обсадных труб в процессе бурения.

Ключевые слова: *разрушенный массив, обсадная труба, скважина, порода, буровая коронка, проходка.*

CONSTRUCTIVE SOLUTIONS FOR DRILLING WELLS
IN DAMAGED ROCKS

The drilling devices and shells providing the drilling process simultaneously with the installation of casing pipes are considered. The scheme of a drilling tool for installation of casing pipes during drilling is given.

Key words: *destroyed massif, casing, borehole, rock, buro crown, peneystation.*

Проходка скважин в разрушенных массивах является сложной научной и инженерной задачей и усугубляется агрессивностью среды. Это условие исключает применение обсадных труб из металла, которые недолговечны и приводят к нежелательному насыщению рудного материала железом.

В максимальной мере условие удовлетворяется применением пластмасс в качестве материала обсадных труб.

Устройства, обеспечивающие установку труб «свободным спуском», не могут быть использованы, так как скважина, пробуренная в разрушенных породах, перекрывается кусками породы. Это затруднение устраняется использованием устройств, обеспечивающих установку обсадных труб с вращением или с вращением и забивкой или вдавливанием. Устройства для этой цели оснащены шлицевым соединением буровой коронки с обсадными трубами.

Конструктивные решения известных устройств связаны с необходимостью вращения обсадных труб, что при их установке одновременно с бурением или вслед за ним характеризуется недостатками:

- возрастает аварийность из-за скручивания обсадных труб;
- исключается возможность применения нестальных обсадных труб;
- увеличиваются непроизводительные затраты труда из-за необходимости ликвидации аварий с обсадными трубами;
- повышается расход мощности привода бурового станка.

Наиболее близкими к решению поставленной задачи являются буровые устройства и снаряды, обеспечивающие процесс бурения одновременно с установкой обсадных труб без передачи на последние нагрузок от крутящего момента. Такие буровые устройства и снаряды состоят из коронки или долота, наружной не вращающейся трубы и внутренней трубы или штанги (рис. 1).

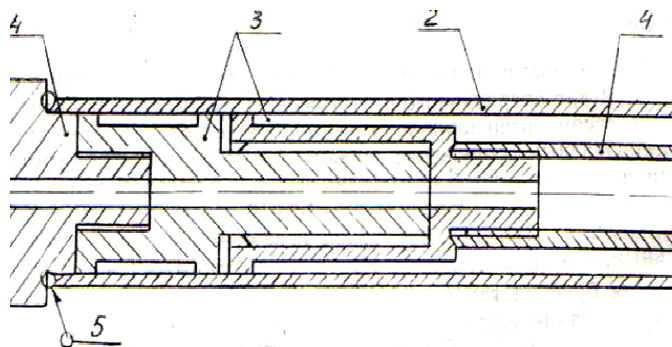


Рис. 1. Схема бурового снаряда для установки обсадных труб в процессе бурения скважины в разрушенном массиве: 1 – буровой став; 2 – обсадная труба; 3 – шлицевой разъединитель; 4 – переходник; 5 – сварочный шов

Так, устройство для бурения скважин содержит приводной механизм внутри обсадной трубы и хвостовик, соединенный с долотом с помощью шарнира. Преимуществом устройства является возможность извлечения долота после окончания проходки скважины за счет эксцентричного расположения опережающего и основного лезвия долота относительно друг друга, а также шарнирного соединения хвостовика привода с долотом.

Известно также техническое решение, в котором наружная не вращающаяся труба сочленена с внутренней трубой подшипником. Буровой снаряд, включающий шарошечное долото и буровой став, состоящий из наружной не вращающейся трубы и внутренней трубы с амортизатором, отличается тем, что амортизатор выполнен в виде набора упругих элементов, заключенных в жестко соединенные с внутренней трубой обоймы и контактирующих посредством подшипников с обоймами, жестко закрепленными на внешней трубе. Между нижними концами труб расположен упорный узел, а внутренняя труба имеет шлицевое соединение ниже упругих элементов и внешняя – выше указанных элементов.

Конструкция бурового снаряда для разрушенных пород включает:

- буровой став – буровую штангу сложной конструкции, состоящую из наружной не вращающейся трубы с кинематической связью с подающим механизмом бурового станка на одном конце и с долотом на другом;
- наружную трубу для передачи основного давления на долото, содержащую внутреннюю трубу или разрезной вал на подшипниках качения для вращения долота;
- долотные амортизаторы с целью гашения вибрации при бурении шарошками.

Недостатком этого бурового снаряда является сложность конструкции, обусловленная наличием кинематической связи не вращающейся наружной трубы с подающим механизмом бурового станка, что усложняет наращивание бурового става.

В устройстве для бурения с одновременной установкой обсадных труб используется подшипник, но с устранением недостатков бурового снаряда. Эта цель достигается тем, что при бурении скважины с одновременной установкой обсадных труб, имеющих связь с буровой коронкой, исключается их вращение относительно последней.

Устранение вращения обсадных труб относительно буровой коронки достигается тем, что ее хвостовик жестко соединен с внутренним кольцом подшипника, наружное кольцо которого жестко соединено с обсадными трубами. Хвостовик содержит каналы для прохода бурового шлама по месту соединения с внутренним кольцом подшипника, а обсадная труба на конце, обращенном к забою, внутри оснащена центратором направления буровой штанги с отверстием для прохода бурового шлама.

При бурении коронка, армированная твердыми сплавами или алмазами, или в виде шарошки и соединения своим хвостовиком с помощью подшипника с обсадными трубами, внедряется в породу и увлекает последние за собой в скважину без их вращения.

Шлам через каналы по месту соединения хвостовика с внутренним кольцом подшипника и отверстия в центраторе попадает в полость между обсадными трубами и буровой штангой и удаляется. По достижении требуемой

глубины бурения с помощью реверса вращения буровая штанга отсоединяется от устройства и извлекается из скважины.

Устройство и соединенные с ним обсадные трубы остаются в скважине на период эксплуатации. Для извлечения устройства и обсадных труб, с целью облегчения этой операции, в скважину подаются буровые штанги, которые с помощью центриатора для их направления вновь соединяются с устройством. Устройство позволяет оснастить скважину обсадными трубами.

Существенным преимуществом устройства является совмещение операций бурения и установки обсадных труб, что сокращает затраты времени на производство технологических операций.

Конструкции рассмотренных устройств отличаются своей сложностью. Желательно исключение из конструкции подшипника.

Известен способ, сущность которого заключается в следующем:

– погружным перфоратором производится бурение на требуемую глубину, по достижении которой он извлекается;

– в полученную полость путем вращения досылают перфорированные трубы, первое звено которых оснащено металлической коронкой для вращательного бурения.

Недостатками способа являются:

– разделение операций на бурение и установку обсадных труб, что увеличивает затраты времени;

– при досылке труб с помощью вращения возникает опасность разрыва труб из-за их скручивания, так как они воспринимают нагрузки от крутящего момента и остановки перемещения труб при возрастающем сопротивлении породы.

Основное направление в разработке бурового снаряда, обеспечивающего бурение скважин в разрушенных рудах и породах с одновременной установкой обсадных труб, – создание конструкции, исключаяющей передачу на обсадные трубы нагрузок от крутящего момента.

Основные требования к конструкции:

– снижение вероятности аварийных ситуаций в скважинах из-за возможного скручивания обсадных труб;

– минимизация расхода мощности привода бурового станка;

– облегчение операции извлечения обсадных труб из скважин;

– упрощение конструкции с одновременным повышением ее надежности.

Одним из направлений является использование таких механизмов и узлов соединений системы, которые оставляются в пробуренной скважине.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гуриева Е. В., Исмаилов Т. Т.* Повышение полноты использования недр интенсификацией выпуска при добыче потерянных руд // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГУ, 2009. № 4. С. 37–41.
2. *Гуриева Е. В.* Исследование параметров бурения в разрушенных породах // Труды СКГМИ (ГТУ). Владикавказ, 2012. № 19. С. 29–33.
3. *Босиков И. И., Гуриева Е. В.* Технология бурения скважин в разрушенных породах // Перспективы науки. Тамбов. 2016. № 3 (78). С. 47–50.
4. *Босиков И. И., Текиев М. В., Гуриева Е. В.* Оценка количественных и качественных закономерностей процессов функционирования природно-

промышленной системы // Наука и бизнес: пути развития. Тамбов. 2016. № 4 (58). С. 5–8.

5. *Гуриева Е. В., Амбалова З. А.* Натурные исследования параметров выпуска руд / Горно-добывающий комплекс России: состояние, перспективы развития: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. Владикавказ. 2007 . С. 69–77.



УДК 622:577.4

*Д-р техн. наук, профессор КЛЮЕВ Р. В.,
канд. техн. наук, доцент БОСИКОВ И. И.*

ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ ОСНОВНЫХ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЕСКОВ В ПРЕДЕЛАХ РАЗВЕДАННОЙ ПЛОЩАДИ МОЗДОКСКОГО РАЙОНА (РСО-А)

Целью настоящей работы является анализ изменчивости основных геолого-промышленных параметров песков в пределах разведанной площади Моздокского месторождения.

Анализ значений комплексного показателя позволит выделить наиболее перспективные участки для постановки дальнейших геолого-разведочных работ.

Задачами настоящего исследования, с учетом существующих исходных данных, является построение карт пространственного распределения:

- абсолютных отметок поверхности (детальной топоосновы);*
- мощности полезной толщи;*
- мощности вскрыши;*
- коэффициента вскрыши;*
- содержания глинистых частиц;*
- модуля крупности.*

Кроме того, задачами исследования являлось составление комплексного показателя геолого-промышленной оценки и построение карты его распределения.

Выводы: таким образом, проведенные исследования показали, что методика зонирования с последующим расчетом комплексного показателя эффективности может быть использована для обоснованного выделения участков месторождений, наиболее перспективных для проведения дальнейшей разведки. Особенно это важно, когда в оценке месторождений участвует достаточно много параметров, явно не связанных друг с другом.

Ключевые слова и фразы: *априорная информация, математическая модель, мощность полезной толщи, мощность вскрыши, содержание глинистых частиц, модуль крупности, комплексный показатель эффективности, цифровая модель рельефа, методика зонирования.*

EVALUATION OF VARIABILITY OF MAIN GEOLOGICAL
AND INDUSTRIAL PARAMETERS OF SANDS UNDER THE DISTRICT
OF THE MOZDOK DISTRICT (RNO-A)

The purpose of this paper is to analyze the variability of major geological and industrial settings of sands within the explored area of Mozdoksky field.

Analysis of the complex index will select the most promising areas for the production of further exploration.

Taking into account the existing baseline data the objectives of this study is to construct maps of the spatial distribution:

- absolute elevations of the surface (detailed topographic base);
- depth of rock mass;
- depth of capping;
- stripping ratio;
- the content of clay particles, %;
- fineness modulus.

In addition, the objectives of this study are to develop a comprehensive indicator of geological and industrial assessment and drawing a map of its distribution.

Conclusions: in summary, this research has shown that the method of zoning and calculating the integrated performance indicator can be used to highlight areas of the most promising for further exploration fields. This is particularly important when a lot of clearly not related to each other parameters involve on the assessing the fields.

Key words and phrases: *a priori information, the mathematical model, depth of rock mass, depth of capping, clay content, fineness modulus, the complex index of efficiency, digital elevation model, the method of zoning*

Введение

В работе представлен анализ изменчивости основных геолого-промышленных параметров песков в пределах разведанной площади Моздокского месторождения песков.

Основными геолого-промышленными параметрами песков являются: мощность полезной толщи, мощность вскрыши, содержание глинистых частиц, модуль крупности частиц (табл. 1). Эти показатели положены в основу разбраковки разведочных пересечений и отнесения песков к разряду кондиционных [1; 2].

Анализ распределения по площади значений каждого отдельного параметра и комплексного показателя позволил выделить наиболее перспективные участки с экономической и технологической позиций для постановки дальнейших разведочных работ.

Существенным фактором, влияющим на организацию работ на Моздокском месторождении песков, являются особенности рельефа действующего карьера и окружающей его территории.

Для исследования использовано 120 точек (табл. 2) с характеристиками рельефа, которые в дальнейшем использовались для геоинформационных построений.

Задачей настоящего исследования (с учетом существующих исходных данных) является построение карт пространственного распределения [3]:

- абсолютных отметок поверхности (детальной топоосновы);
- мощности полезной толщи;

- мощности вскрыши;
- коэффициента вскрыши;
- содержания глинистых частиц;
- модуля крупности.

Таблица 1

**Основные геолого-промышленные параметры песков
Моздокского месторождения**

Мощность полезной толщи, м	Мощность вскрыши, м	Коэффициент вскрыши, усл. ед.	Содержание глинистых частиц, %	Модуль крупности	Абсолютные отметки поверхности
15,4	7,0	0,45	4,1	1,1	17,60
4,0	15,0	3,75	9,8	0,8	14,75
10,9	8,1	0,74	5,4	0,8	20,80
11,3	4,0	0,35	8,7	0,7	18,58
11,0	10,5	0,95	6,4	0,7	23,33
10,4	4,0	0,38	4,9	0,7	18,25
8,3	1,7	0,20	2,0	1,2	12,10
10,2	6,8	0,67	6,4	0,6	19,97
4,9	3,8	0,78	5,2	0,8	11,20
9,2	6,8	0,74	5,4	0,9	18,80
6,6	4,4	0,67	4,9	0,8	14,40

Таблица 2

**Координаты точек с известными высотными отметками, используемые
для построения поверхности рельефа**

N	X	Y	ОТМ	N	X	Y	ОТМ	N	X	Y	ОТМ
1	7523	5298,17	16,09	41	7532,94	5296,28	9,7	81	7541,59	5299,22	12,86
2	7521,67	5296,39	20,2	42	7531,79	5295,82	10,17	82	7541,95	5298,44	13,3
3	7524,3	5297,38	16,95	43	7530,36	5295,84	12,77	83	7542,42	5298,4	12,93
4	7522,48	5296,3	19,97	44	7530,69	5298,21	7,77	84	7540,58	5300	12,3
5	7524,6	5297,34	17,11	45	7530,72	5298,01	8,98	85	7540,5	5299,47	14,73
6	7526,01	5298,84	13,27	46	7530,08	5297,24	13,35	86	7541,5	5298,07	17,24
7	7526,2	5298,62	14,51	47	7529,53	5297,51	10,15	87	7540,94	5298,47	15,78
8	7525,72	5297,04	12,75	48	7533,58	5299,88	6,93	88	7541,35	5297,65	17,04
9	7524,84	5295,96	12,11	49	7534,12	5299,72	6,62	89	7542,23	5296,62	13,49
10	7524	5295,86	17,19	50	7534,85	5299,98	8,2	90	7542,04	5296,67	13,9
11	7526,89	5297,87	16,3	51	7534,33	5299,55	9,47	91	7541,64	5296,37	14,18
12	7527,13	5297,71	13,16	52	7535,04	5299,81	6,23	92	7541,42	5295,85	14,35
13	7527,39	5296,9	12,43	53	7535,47	5299,34	6,07	93	7541,59	5295,65	14,11
14	7528,49	5297	12,47	54	7535,87	5298,94	11,52	94	7541,35	5296,66	16,38
15	7528,23	5295,67	12,74	55	7536,65	5300,26	10,63	95	7540,53	5297,18	13,43
16	7528,5	5297,49	8,31	56	7536,78	5298,78	12,13	96	7540,46	5296,09	14,06
17	7528,48	5297,94	8,94	57	7536,81	5298,39	12,08	97	7540,56	5295,59	16,56

Примечание: N – номер точки; X, Y – координаты точек; ОТМ – высотная отметка, м

Кроме того, задачами исследования являлось определение комплексного показателя геолого-промышленной оценки и построение карты его распределения.

Методика исследования

Для построения карт пространственного распределения необходимо иметь прямоугольные координаты точек, в которых замерены значения исследуемых показателей. В распоряжении автора имелась карта фактического материала в аналоговом (бумажном) исполнении. Для определения условных координат точек наблюдения карта сканировалась и в дальнейшем производилась «сколка» координат в программе ArcGis. В процессе «сколки» создавалась таблица в формате dbf, в которую вносились номера всех наблюдений. Далее эта таблица преобразовывалась в формат xls, поскольку программа Surfer, с помощью которой строились модели поверхностей, читает именно его.

Далее с помощью интерполяции методом обратных взвешенных расстояний была построена карта поверхности (цифровая модель рельефа). Этот метод предполагает, что каждая входная точка влияет на расчетную в зависимости от расстояния. При этом для расчетного значения может использоваться либо заданное число ближайших точек, либо все точки в пределах заданного расстояния. Расчет осуществляется способом «скользящего» окна. Поскольку для построения цифровой модели рельефа использовалось 120 точек и распределение их по площади достаточно равномерно, но нерегулярно, метод обратных взвешенных расстояний является наиболее приемлемым. Цифровая модель рельефа в растровом исполнении приведена на рисунке 1. Необходимость построения цифровой модели рельефа обусловлена тем, что на аналоговых чертежах практически отсутствует информация об отметках между пунктами определений, но она необходима в дальнейшем для вычисления мощностей полезной толщи в межскважинных областях [7, 8].

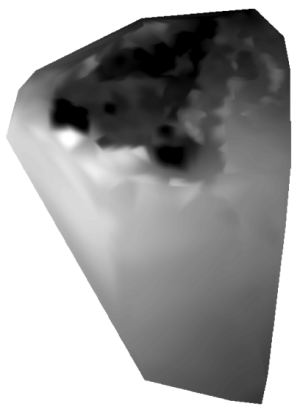


Рис. 1. Модель рельефа участка работ (цифровое фото)

Все дальнейшие карты (мощности полезной толщи, мощности вскрыши, коэффициента вскрыши, содержания глинистых частиц, модуля крупности) строились на основе данных по семи скважинам в программе Surfer [7].

Существенное влияние на качество построенных карт оказывают три фактора:

1. *Количество исходных точек.* Естественно, чем сложнее поверхность, тем больше исходных точек требуется. В то же время – чем большее количество исходных точек имеется, тем более точной будет интерполяция. Однако существует порог, выше которого большее количество точек не улучшает качество, а лишь увеличивает время вычислений.

2. *Пространственное распределение исходных точек* также влияет на качество интерполяции. Более обоснованные модели поверхностей получаются при равномерном распределении. При группированном распределении в областях низкой плотности точек модели, как правило, недостоверны.

3. *Форма и размер области, содержащей точки данных.* Чтобы интерполяция работала должным образом, интерполируемые точки должны быть окружены точками с известными значениями со всех сторон. Соответственно, если размеры области исходных точек и области интерполяции совпадают, на границе возникают неприемлемые искажения. Либо их приходится корректировать вручную, либо за границы области интерполяции вносить искусственные точки, имеющие ожидаемые значения. В любом из этих случаев модель в краевых частях будет недостоверной. Единственно правильным решением данной проблемы будет выбор границы области исследований, лежащей внутри области исходных точек.

Наиболее приемлемым будет способ построения карт с применением алгоритма триангуляции – линейной интерполяции.

Результаты исследований

На основе выполненных построений были сделаны следующие выводы.

Мощность полезной толщи в границах проектирования колеблется от 6,00 до 13,84 м, градиент максимальной изменчивости ориентирован в субширотном направлении. В целом максимальное значение мощности наблюдается в юго-западной части участка, наиболее резкое ее уменьшение имеется в пределах скважин 23 и 19, что связано, вероятно, с разрушением кровли пласта. Тем не менее в соответствии с параметрами кондиций весь пласт по мощности является кондиционным (рис. 2).

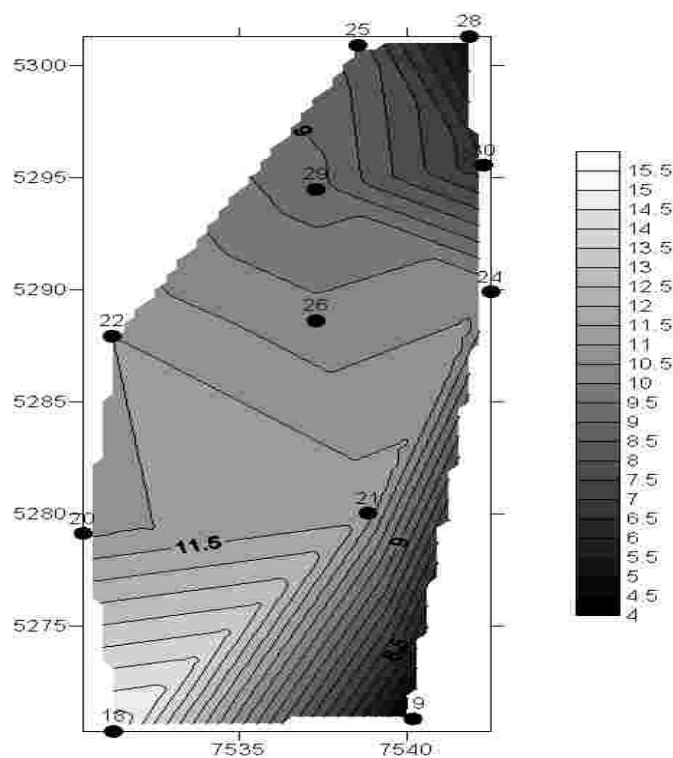


Рис. 2. Карта распределения мощности полезной толщи

Мощность вскрыши, в отличие от мощности полезной толщи, имеет более сложный характер. В то же время градиент максимальной изменчивости также ориентирован в субширотном направлении. В восточной части мощность вскрыши увеличивается до 10–12 м, а в западной – уменьшается до 5 м. По этому параметру кондиций крайние северо-восточный и юго-восточный углы площади являются некондиционными.

Коэффициент вскрыши на всей территории изменяется в незначительных пределах и имеет значения менее 1. И только в юго-восточной части участка он возрастает до 2,6. В соответствии с параметрами кондиций предельный коэффициент вскрыши будет составлять 2,75, т. е. из района возможной эксплуатации следует исключить юго-восточную часть участка.

Из соответствующей карты (рис. 3) следует, что *содержание глинистых частиц* меняется от 4 до 9 %, причем, в отличие от мощности полезной толщи, градиент максимальной изменчивости здесь отмечается в меридиональном направлении. В соответствии с кондициями по содержанию глинистых частиц выделяются 1-й (0–5 %) и 2-й (5–20 %) сорта песка. Большая часть площади относится по этому параметру к кондиционным пескам. Распределение сортов песка по площади является приблизительно равномерным.

Карта *модуля крупности* по конфигурации аналогична карте содержания глинистых частиц (рис. 4). Анализируя ее, необходимо отметить, что этот параметр в целом по участку варьирует от 0,8 до 0,9 и лишь на юге достигает 1,2.

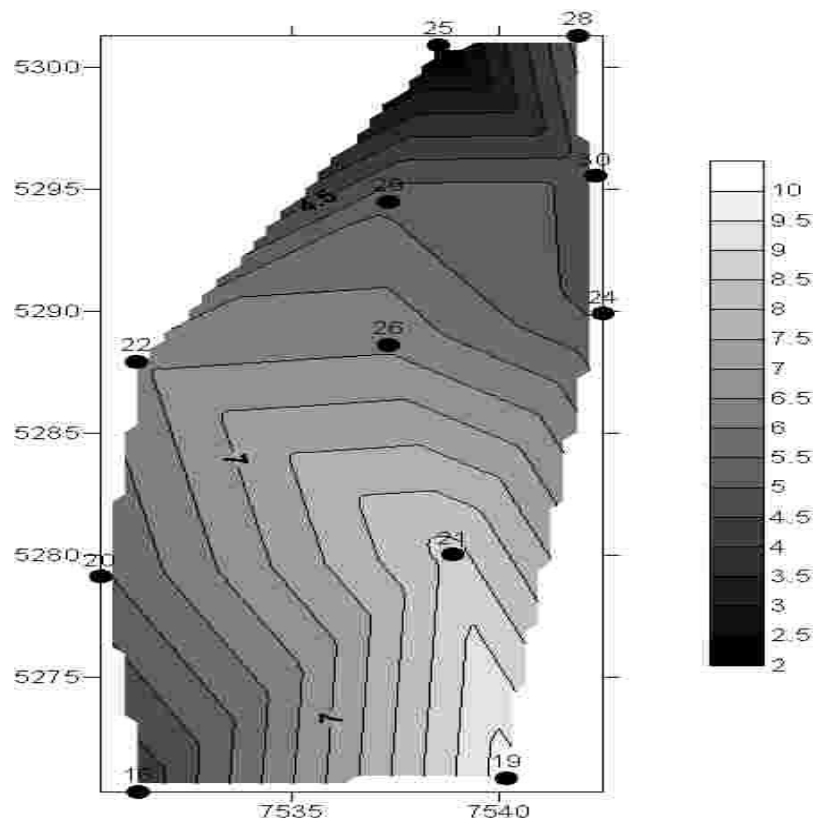


Рис. 3. Карта распределения содержания глинистых частиц

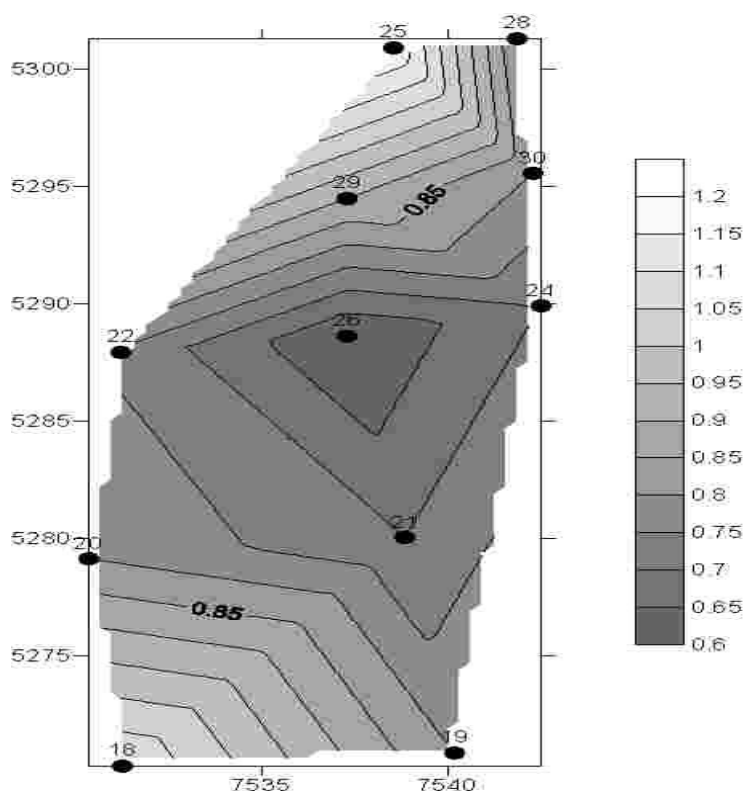


Рис. 4. Карта распределения модуля крупности

Очевидно, что содержание глинистых частиц и модуль крупности связаны друг с другом, а содержание глинистых частиц больше тяготеет к более тонким разностям песка, что вполне объяснимо с позиций динамики среды, переноса и накопления.

Вероятно, песок накапливался в водной среде в относительно спокойных условиях либо в районе морского мелководья, либо в районе широкой дельты.

Комбинация карт, иллюстрирующая распределение отдельных геолого-промышленных показателей, приведена на рис. 5. Однако эта иллюстрация достаточно трудно читаема и практически не может быть использована для определения наиболее перспективного направления разведочных работ. Для решения этой задачи автором был использован прием переклассификации (зонирования) информации путем перевода значений в порядковую шкалу и построения растровых классификационных моделей. В дальнейшем из этих моделей путем калькуляции растров была составлена модель распределения комплексного показателя экономической эффективности [4; 5].

Переклассификация по каждому из рассмотренных выше параметров осуществлялась в программном комплексе ArcGis на основе гистограммы значений. По каждому параметру выделялось 3–4 класса значений, каждому из которых присваивался ранг от 0 до 3 в соответствии с сортностью песка и кондициями. Ноль присваивался некондиционным значениям. Границы между классами проводились путем «естественной» классификации, т. е. на основе резких изменений значений параметра [6; 7].

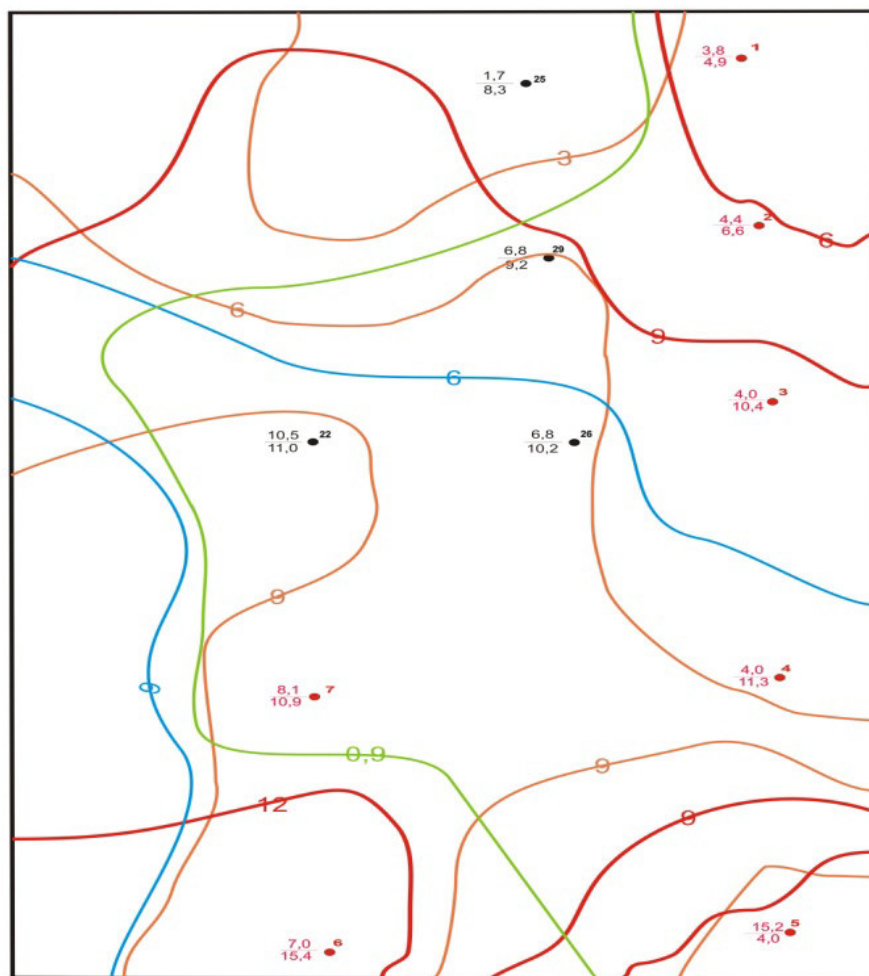


Рис. 5. Распределение геолого-промышленных параметров на участке работ: изолинии красного цвета – мощность песка; оранжевого – мощность вскрыши, синего – содержание глинистых частиц; зеленого – модуль крупности; кружки (точки) – скважины: красные – проектируемые, черные – пройденные; цифры справа от них – номер пересечения; числа слева от них над чертой – мощность песка, под чертой – мощность вскрыши

Расчет комплексного показателя производился путем сложения всех рангов, рассчитанных по каждому из параметров. Таким образом, максимальные значения комплексного показателя характеризуют наиболее выгодные с точки зрения кондиций и сортности участки для дальнейшего проведения работ, а минимальные – менее выгодные (рис. 6). На карте распределения комплексного показателя выделено четыре условных класса экономической эффективности. «Лучший» класс расположен в северо-восточной части участка, где запроектированы разведочные работы для прироста запасов по категории В. В области предполагаемого прироста запасов по категории С₁ расположены «лучший» и «средний» классы. Два «худших» класса располагаются в западной части площади за пределами участка ведения разведочных работ.

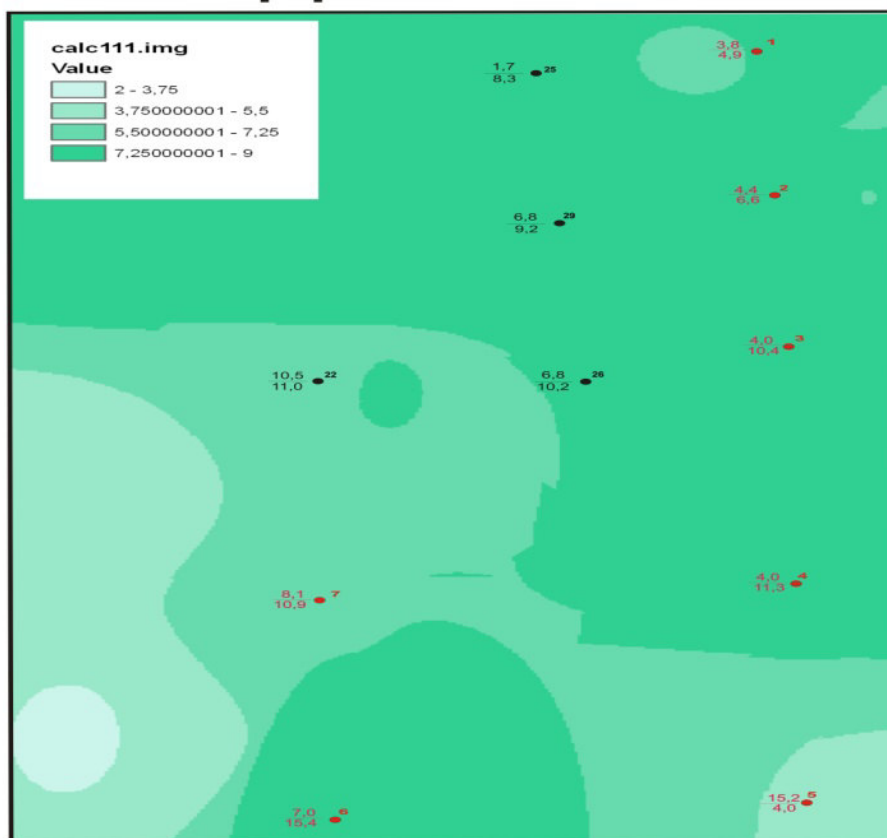


Рис. 6. Карта распределения комплексного показателя экономической эффективности

Заключение

Проведенные исследования показали, что методика зонирования с последующим расчетом комплексного показателя эффективности может быть использована для обоснованного выделения участков месторождений, наиболее перспективных для проведения дальнейшей разведки. Особенно это важно, когда в оценке месторождений участвует достаточно много параметров, явно не связанных друг с другом.

ЛИТЕРАТУРА

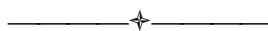
1. Поротов Г. С. Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. Санкт-Петербург, 2004.
2. Сборник руководящих материалов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. Том 2. М., 1986.
3. ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ».
4. Босиков И. И., Аликов А. Ю. Математические модели и способы их построения при проведении геолого-разведочных работ // Перспективы науки. Тамбов. 2013. № 6 (45). С. 59–62.

5. Босиков И. И., Хугаев Р. Р., Пересаев А. С. Особенности исследования опасных процессов в природно-промышленной системе // Наука и образование в жизни современного общества: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 12 частях. 2015. С. 31–33.

6. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981. 488 с.

7. Рыков А. С. Модели и методы системного анализа: принятие решений и оптимизация: Учебное пособие для вузов. М.: МИСИС, Издательский дом «Руда и металлы», 2005. 352 с.

8. Босиков И. И., Ключев Р. В. Методы системного анализа природно-промышленной системы горно-металлургического комплекса: Монография. Владикавказ. 2015. 127 с.



УДК 553

*Д-р техн. наук, профессор КОДЗАЕВ Ю. В.,
ст. преподаватель ФИДАРОВА Н. Г.,
ассистент ФИДАРОВА И. Р.**

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНЫХ БУРОВЫХ КАМЕР

В статье рассмотрены три способа расположения оси скважины:

- *оси скважины пересекаются на уровне кровли камеры;*
- *оси скважины пересекаются на уровне кровли гезенка;*
- *оси скважины пересекаются на уровне подошвы камеры.*

В результате, целесообразнее – при проектировании подземных буровых камер, применять вариант, позволяющий расположить скважины таким образом, чтобы точка пересечения их осей находилась на уровне кровли собственной камеры.

Ключевые слова: *подземная камера, размер камеры, буровая камера, разведочная камера, гезенк.*

Стоимость проходки подземных камер для бурения скважин существенно удорожает геолого-разведочные работы, поэтому конструкция и размеры их должны быть, по возможности, минимально необходимыми с точки зрения удобства размещения оборудования и инструмента, соблюдения норм технической эксплуатации и правил техники безопасности.

Конструкция и размеры камеры для бурения одиночных скважин определяются типовой схемой размещения бурового оборудования, а размеры гезенка выбираются исходя из проектной глубины скважины, длины свечей и максимального количества их, которое необходимо разместить в гезенке.

Поперечное сечение гезенка определяется расстоянием от скважины до его стенок. Расстояние от оси до лежащей стенки должно быть достаточным

* Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова, Владикавказ.

для размещения всей бурильной колонны и для свободного прохода элеватора; со стороны висячей стенки размеры определяются расстоянием от оси скважины до направляющего каната с зазором для свободного прохода оттяжного ролика. Кроме того, от рабочей части должно быть отделено некоторое пространство для людского хода, размеры которого определяются нормами техники безопасности.

Ниже определенного предела расстояние от оси скважины до стенок гезенка без нарушения правил техники безопасности и технической эксплуатации уменьшить нельзя. Расстояние это и будет определять минимально необходимое сечение гезенка. Опыт работ показывает, что для скважин глубиной 500–650 м с длиной свечи 9,5 м вполне достаточно камеры (рис. 1) площадью 30–36 м² (5×6 или 6×6 м), высотой 2,5 м и гезенк сечением 2×2.

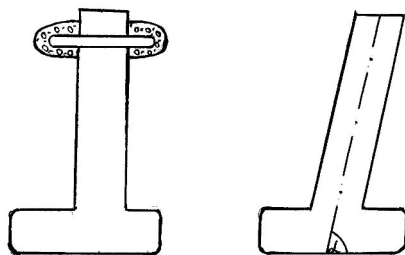


Рис. 1. Камера для бурения скважин глубиной 500–650 м

В устойчивых породах на всем протяжении гезенка сечение его может быть постоянным.

В случае же бурения из одной буровой камеры двух и более скважин с различными зенитными углами и противоположными азимутами задача проектирования рациональной конструкции камеры существенно усложняется. Решается эта задача, как правило, субъективно, так как единая методика проектирования подземных буровых камер отсутствует.

Размеры камеры для кустового бурения будут несколько большими, нежели для бурения одиночных скважин. Сверх минимально необходимого в этом случае появляется дополнительный объем, который определяется не требованиями техники безопасности и правилами технической эксплуатации, а возникает вследствие различного положения осей скважин и заключен между ними. Оси скважин могут пересекаться или в точке забурки, или на уровне кронблока, или, наконец, в любой промежуточной от этих двух крайних положений точке. Объем горных работ по проходке камеры изменяется в зависимости от высоты точки пересечения осей скважин. Следовательно, одному из положений этой точки и соответствует минимально необходимый объем горных работ по проходке камер.

Рассмотрим несколько различных случаев взаимного расположения осей скважин, которые могут возникнуть при бурении двух скважин с противоположными азимутами заложения из одной камеры. На рис. 2 показаны сечения камеры по разведочной линии. Поскольку ширина камеры и ширина гезенка являются величинами постоянными, изменение их площади сечения по разведочной линии и будет определять величину изменения горно-проходческих работ.

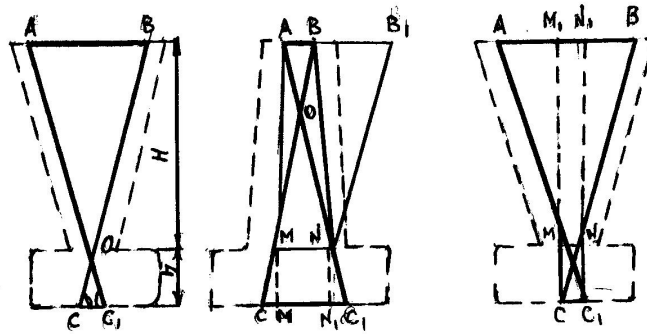


Рис. 2. Сечение камеры по разведочной линии:

BC и AC – оси двух скважин; h – высота камеры; H – высота гезенка;
 H_1 – высота точки пересечения осей скважины от кровли камеры;
 O – точка пересечения осей скважины; b – ширина камеры; b_1 – ширина гезенка;
 α и β – углы наклона скважины

Поскольку площадь сечения по разведочной линии буровых камер для одиночных скважин уменьшить ниже определенного предела нельзя, а увеличить экономически нецелесообразно, будем считать ее постоянной. При бурении двух скважин из одной буровой камеры постоянная площадь заключена между сплошными и внешними пунктирными линиями (см. рис. 2).

Ограниченная же сплошными линиями площадь является переменной, при проектировании камер ее необходимо сводить к минимуму, что будет соответствовать минимальному объему и стоимости горно-проходческих работ.

В первом случае (см. рис. 2а) точка пересечения продолжения осей скважин находится на уровне кровли камеры, переменная площадь сечения гезенка здесь равна площади треугольника ABC :

$$S_r = \frac{H}{2} AB = \frac{H^2}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta), \quad (1)$$

а объем

$$V_r = \frac{H^2 b_1}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta). \quad (2)$$

Переменная площадь сечения камеры равна площади треугольника CC_1O :

$$S_k = h \frac{CC_1}{2} = \frac{h^2}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta). \quad (3)$$

Переменный же объем камеры:

$$V_k = \frac{h^2 b}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta). \quad (4)$$

Переменные оси одной из скважин параллельно самой себе будут перемещаться по вертикали точки O – пересечение осей скважин. Когда точка O находится выше кровли камеры (см. рис. 2б), площадь переменной части гезенка определяется площадью трапеции $ABNM$, которая равновелика площади

треугольника ABO (см. рис. 2а). Следовательно, при перемещении точки O от кровли камеры до кровли гезенка переменная площадь его не изменяется:

$$S_r = \frac{H^2}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta), \quad (5)$$

а объем

$$V_r = \frac{H^2 b_1}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta). \quad (6)$$

Площадь же сечения переменной части камеры по сравнению с первым случаем увеличится на величину площади прямоугольника MNN_1M_1 . Площадь этого прямоугольника растет пропорционально росту сторон NM , изменение которой находится в прямой зависимости от высоты подъема точки O :

$$MN = H_1 (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta).$$

Максимального значения MN достигает в том случае, когда точка O находится на уровне кровли гезенка, т. е. $H_1 = H$. В этом случае (см. рис. 2а) $MN = AB$, а переменная площадь сечения камеры:

$$S_k = \frac{h^2}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta) + Hh (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta) = \frac{h}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta)(h + 2H). \quad (7)$$

Излишний объем камеры в этом случае:

$$v_k = \frac{hb}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta)(h + 2H). \quad (8)$$

Аналогичная ситуация возникает в том случае, когда точка пересечения осей скважин смещается ниже кровли камеры. Здесь переменная площадь сечения камеры имеет форму трапеции MNC_1C , площадь которой не зависит от уровня точки O и равновелика площади треугольника COC_1 (см. рис. 2а).

Здесь:

$$S_k = \frac{h^2}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta), \quad (9)$$

а объем

$$V_k = \frac{h^2 b}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta). \quad (10)$$

Площадь же сечения гезенка увеличивается на величину площади прямоугольника M_1N_1NM , которая будет тем больше, чем ниже положение точки O . Когда точка O переместится на уровень подошвы камеры, переменная площадь сечения его будет равна:

$$S_r = \frac{H^2}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta) + Hh(\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta), \quad (11)$$

а объем

$$V_r = \frac{Hb}{2} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta)(2h + H). \quad (12)$$

Расположение непересекающихся в камере осей скважины ведет к одновременному увеличению и гезенка, и камеры.

Таким образом, минимальному значению излишнего объема гезенка соответствует положению точки O не ниже кровли камеры, а при минимальном значении излишнего объема камеры точка O должна находиться не выше кровли камеры.

Этим двум условиям отвечает единственное положение точки O пересечения осей скважин – на уровне кровли камеры. В этом случае объем горных работ по проходке гезенка и соответственно камеры будет минимальный.

Рассмотрим на конкретном примере Шерегешевского месторождения экономическую сторону данного вопроса.

Здесь: $H = 12$ м – высота гезенка; $h = 2,5$ м – высота камеры; $\alpha = 75^\circ$ и $\beta = 70^\circ$ – углы наклона скважины; $b = 6$ м – ширина камеры; $b_1 = 2$ м – ширина гезенка; $C_r = 20,21$ р. – цена проходки 1 м^3 гезенка; $C_k = 9,51$ р. – цена проходки 1 м^3 камеры; C_r – стоимость переменной части работ по проходке гезенка; C_k – стоимость переменной части по проходке камеры; $C_{\text{общ}}$ – общая стоимость переменной части горно-проходческих работ; $K = 2,36$ коэффициент, учитывающий общешахтные и накладные расходы; $(\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\beta)H = 1,49$ – величина для данных условий постоянная.

Первый вариант. Оси скважины пересекаются на уровне кровли камеры. В этом случае:

$$1) \quad C_r = v_r c_r K = \frac{H^2 b}{2} c_r \cdot 1,49 = 4339,82 \text{ р.}$$

$$2) \quad C_k = v_k c_k K = \frac{h^2 b}{2} c_k \cdot 1,49 = 265,96 \text{ р.}$$

Итого по первому варианту стоимость горно-проходческих работ:

$$C_r = 4339,82 + 265,96 = 4\,505,76 \text{ р.}$$

Второй вариант. Оси скважины пересекаются на уровне кровли гезенка. Здесь:

$$C_r = 4339,82 \text{ р. (см. выше)}$$

$$C_k = v_k c_k K = \frac{hb}{2} (h) c_k \cdot 1,49 = 2818,69 \text{ р.}$$

Итого по второму варианту:

$$C_{\text{общ}} = 4339,82 + 2818,69 = 7\,158,51 \text{ р.}$$

Третий вариант. Оси скважины пересекаются на уровне подошвы камеры. В этом случае:

$$C_r = V_r c_r K = \frac{Hb}{2} (2h + H) c_r \cdot 1,49 = 6148,44 \text{ р.}$$

Итого по третьему варианту:

$$C_{\text{общ}} = 265,96 + 6148,44 = 6\,414,40 \text{ р.}$$

Таким образом, экономический расчет подтверждает целесообразность проектирования подземных буровых камер с вариантом, позволяющим рас-

полагать скважины таким образом, чтобы точка пересечения их осей находилась на уровне кровли собственно камеры.

Справедлива данная закономерность и для тех случаев, когда из одной камеры бурят более двух скважин. В таком случае минимальный излишний объем горно-проходческих работ будет определяться положением двух крайних скважин при условии, что оси скважин будут пересекаться в данной точке на уровне кровли камеры.

Руководствуясь данной закономерностью при проектировании подземных буровых камер, необходимо иметь в виду одно исключение чисто экономического порядка. В том случае, когда из одной камеры необходимо пробурить две и более скважин с различными углами наклона, но с одинаковым азимутом – допустимо их бурение из одной точки без перемонтажа станка, но только в случае, если стоимость увеличения горно-проходческих работ, по сравнению с минимальной, меньше стоимости перемонтажа станка.

Следует отметить, что рассмотренная выше зависимость между высотой точки пересечения осей скважин и объемом горно-проходческих работ справедлива только для скважин с углом наклона не менее $59 - 60^{\circ}$. При меньших углах наклона характер зависимости будет несколько иной, но его рассмотрение в связи с исключительной редкостью подобных случаев в практике работ не является задачей данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бейсебаев А. М.* Бурение скважин и горно-проходческие работы. М.: Недра, 1990.
2. Прикладная буровая механика: Учебное пособие. Ч. 1–2. Санкт-Петербург, 1998.



АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

УДК 004.021

Канд. техн. наук, доцент ТОМАЕВ М. Х.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ПРОГРАММНЫХ КОДОВ

В статье представлены результаты научно-исследовательской работы, основная цель которой – создание моделей и алгоритмов оптимизации пользовательского исходного кода, улучшающих качество программных продуктов. Приводится описание разработанного программного продукта, выполняющего оптимизационные преобразования пользовательского кода с целью улучшения основного критерия качества – производительности. Исследовательская работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Российский фонд фундаментальных исследований) и Министерства образования и науки Республики Северная Осетия-Алания в рамках научного проекта № 17-41-150812\17.

Ключевые слова: программа, автоматизация, оптимизация, модуль, критерий, многокритериальная модель, качество, производительность.

М. Н. Томаев

AUTOMATED TOOLS IMPROVE THE QUALITY OF CUSTOM CODE

The article presents the results of research work, whose main objective – the creation of models and user source code optimization algorithms, improving the quality of software products. The description of the developed software product that performs the optimization modifications of user code to improve the main quality criterion – performance. The research work was performed with financial support RFBR (Russian Foundation for Basic Research) and the Ministry of education and science of the North Ossetia-Alania Republic in the framework of scientific project No. 17-41-150812\17.

Keywords: program automation, optimization, module, criterion, multi-criteria model, quality, performance.

1. Введение

Основной целью научно-исследовательских работ, выполненных в рамках гранта РФФИ № 17-41-150812\17, являлось создание моделей и методов повышения эффективности программных кодов, а также создание на основе данной технологии прикладных инструментальных средств автоматизации программных продуктов. В рамках исследований были выполнены следующие работы:

1. Сформулированы многокритериальные задачи оптимальной декомпозиции исходных кодов на языке C++;

2. Выполнена программная реализация методов решения оптимизационных моделей;

3. Создан внедряемый автоматизированный инструмент, дополняющий функциональность среды MS Visual Studio средствами оптимизации;

4. Проведена отладка и тестирование программного продукта.

Идея метода оптимальной декомпозиции программной системы заключается в минимизации времени работы с медленной памятью (жестким диском, флэш- или SSD-памятью и т. д.). Метод актуален в том случае, когда система функционирует в условиях недостатка быстрой памяти, а точнее, когда размер исполняемого кода намного превышает доступный объем оперативной памяти ЭВМ и фрагментация системы на подпрограммы неизбежна. Актуальность метода провоцируется, с одной стороны, широким распространением инструментальных средств быстрой разработки, а с другой – с растущими требованиями к функциональности информационно-управляющих и информационно-поисковых систем различного назначения.

Предлагаемый в работе подход к оптимальному разбиению (декомпозиции) пользовательского кода опирается на анализ пользовательского кода, структура которого (для удобства формулировок) описана в терминах теории графов. Дерево переходов состояний описывает последовательность вызова элементарных неделимых программных единиц. В прикладной программной разработке, реализованной в рамках данной работы, в качестве элементарной единицы была принята функция, так как в большинстве операционных систем существуют средства оформления пользовательского объектного кода в виде библиотек функций. К примеру, в Windows исполняемый код можно оформить в виде динамически подключаемой библиотеки (dynamic link library – DLL). Таким образом, общий смысл подхода заключается в том, чтобы улучшить производительность за счет минимизации количества обращений к библиотекам функций, размещенных на внешней медленной памяти (жестких дисках и подобных устройствах).

2. Формулировка задач оптимизации пользовательских программных кодов

Очевидно, что в случае с программой простейшей структуры, когда все функции расположены последовательно, имеется простой способ разбиения программы на минимальное число подсистем: каждая последующая функция объединяется с предыдущей до тех пор, пока размер текущей формируемой подсистемы не достигнет верхней границы объема оперативной памяти (ОП) – в этот момент начинается формирование следующей подпрограммы.

Процесс декомпозиции завершается, когда сформирована последняя подпрограмма, включающая функцию, завершающую пользовательский алгоритм. Значение верхней границы ОП определяется разработчиком прикладного ПО на основе характеристик целевых аппаратных систем – указывается в виде «минимальных» требований к ЭВМ в соответствующем разделе технической документации.

В реальных системах нелинейной структуры дерево пользовательского алгоритма будет включать множество вершин ветвления, соответствующих условным операторам. Для конечных алгоритмов [1] будет существовать не-

пустое множество вариантов завершения, каждый из которых характеризуется своим собственным вариантом переходов из начального состояния алгоритма в конечное. Так как существуют несколько альтернативных путей переходов по алгоритмическому дереву, то объективный подход должен учитывать тот факт, что производительность программы на каждом из соответствующих участков является отдельным критерием, в соответствии с которым качество декомпозиции можно сформулировать в виде функции (1):

$$\left\{ \begin{array}{l} f_q^{terminal} = \sum_{j \in \{L(0,q)\}} t_j \text{sign} \sum_i^n z_{ij} \rightarrow \min, \\ \forall i, \sum_j z_{ij} = 1, \\ \max_j (v_j \text{sign} \sum_i z_{ij}) \leq V, \end{array} \right. \quad (1)$$

где z_{ij} – булева переменная, равная единице, если j -ая функция размещается в i -м варианте подсистемы, и нулю в противном случае;

t_j – время загрузки j -го варианта подсистемы, $t_j > 0$;

q – индекс критерия. Номер одного из вариантов завершения, т. е. одного из путей $L(0, q)$ из начального состояния программы в конечное (терминальное) состояние;

V_j – размер j -го варианта подсистемы (равен сумме объемов всех включенных в нее функций).

Первое ограничение предотвращает включение одной и той же функции в несколько разных подсистем. Последнее неравенство ограничивает размер каждой подпрограммы значением доступного пользовательскому алгоритму объема ОП, равного V .

Существует класс пользовательских программных алгоритмов, для которых отсутствуют варианты завершения – к этому типу относятся АСУ непрерывных технологических процессов, системы контроля качества продукции, ПО датчиков состояния окружающей среды, системы слежения и распознавания и многие другие. Критерий качества (1) к подобным системам не применим, так как множество терминальных вершин (т. е. таких, из которых нет исходящих дуг) является пустым. В качестве одного из критериев производительности бесконечно циклящихся систем можно принять время однократного заикливания в одном из контуров (2):

$$f_q^{circle} = \sum_{j \in H(a_q)} t_j \text{sign} \sum_i^n z_{ij} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где q – индекс критерия. Номер одного из контуров a_q на графе переходов состояний;

$H(a_q)$ – подмножество индексов таких вариантов подпрограмм, которые включают в себя одну или несколько функций, вызовы которых «лежат» на контуре a_q .

Для каждой из задач (1, 2) в отдельности имеет место проблема множественности критериев. Традиционные подходы: лексикографическое упорядочение либо взвешивание критериев, – не всегда допустимы из-за дискретно-переборного характера задачи, с одной стороны, и больших размерностей оптимизируемых программных систем с другой. В данной работе предлагается подход, основанный на выборе из множества критериев одного – наиболее важного, – в соответствии с которым и выполняется оптимизация. Т. е. многокритериальная постановка сводится к однокритериальной. В качестве наиболее важного критерия в конечном алгоритме примем верхнюю границу времени завершения работы приложения:

$$f_{\max}^{terminal} = \sum_{j \in \{L(0, q_{\max})\}} t_j \text{sign} \sum_i^n z_{ij} \rightarrow \min, \quad (3)$$

где $L(0, q_{\max})$ – это путь из начального состояния программы в конечное, соответствующее верхней границе времени работы программы, т. е. такой путь, для которого выполняется равенство (4):

$$\sum_{i \in H^f(L(0, q_{\max}))} t_i = \max_{x_q \subset X^T} \max_j \sum_{i \in H^f(L^j(0, q))} t_i. \quad (4)$$

В качестве аналогичного критерия для бесконечно циклящихся алгоритмов выберем верхнюю границу времени однократного зацикливания:

$$f_{\max}^{circle} = \sum_{j \in H(a_{\max})} t_j \text{sign} \sum_i^n z_{ij} \rightarrow \min, \quad (5)$$

где a_{\max} – это контур, соответствующий верхней границе однократного зацикливания, т. е. контур максимальной длины такой, для которого выполняется равенство (6):

$$\sum_{i \in H(a_{\max})} t_i = \max_{a_k \in A(G)} \sum_{i \in H(a_k)} t_i. \quad (6)$$

Широко распространены системы, в которых имеются одновременно признаки как конечных, так и зацикленных алгоритмов. В том случае, если имеют место оба критерия (4) и (5), то приоритет определяется на основании того факта, что время работы в контуре может стремиться к бесконечности, тогда как для конечных алгоритмов время работы всегда ограничено. Таким образом, критерий (5) объективно более важен.

Для того чтобы выбранный приоритет критериев не нарушался ($\{f_{\max}^{circle}, f_{\max}^{terminal}\}$), задача разбита на две модели, во второй из которых сформулировано ограничение, предотвращающее нарушение решения, полученного при решении первой.

Первая модель, описывающая задачу поиска оптимальной стратегии размещения функций в подсистемах, минимизирующей время однократного выполнения кода в максимальном контуре, сформулирована следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1 = \sum_{j \in H(a_{\max})} t_j \text{sign} \sum_i^n z_{ij} \rightarrow \min, \\ \forall i, \sum_j z_{ij} = 1, \\ \max_j (v_j \text{sign} \sum_i z_{ij}) \leq V. \end{array} \right. \quad (7)$$

Вторая модель представляет собой задачу выбора оптимального размещения функций в модулях с целью увеличения производительности программы на максимальном по времени работы конечном участке алгоритма, переводящего программу пользователя из исходного состояние в конечное – иными словами, минимизируется время завершения программы:

$$\left\{ \begin{array}{l} f_2 = \sum_{j \in \{L(0, q_{\max})\}} t_j \text{sign} \sum_i^n z_{ij}^{linear} \rightarrow \min; \\ \forall i, \sum_j z_{ij}^{linear} = 1; \\ \max_j (v_j \text{sign} \sum_i z_{ij}^{linear}) \leq V; \\ \forall j \in H(a_{\max}), \forall i = 1, n : z_{ij}^{linear} = z_{ij}; \\ z_{ij}^{linear} = 1, 0; i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots \end{array} \right. \quad (8)$$

Неизвестными в задаче (8) являются переменные z_{ij}^{linear} , которые имеют тот же смысл, что и переменные z_{ij} в задачах (1), (2) и (7). Однако z_{ij} в задаче (8) используется в качестве входных данных – это обозначение не участвует в целевой функции. Переменная z_{ij} участвует в последнем ограничении системы, а именно:

$$\forall j \in H(a_{\max}), \forall i = 1, n : z_{ij}^{linear} = z_{ij}. \quad (9)$$

Смысл равенства (9) заключается в том, что варианты подсистем, выбранные для размещений функций из максимального контура при решении задачи (7), не могут быть изменены в задаче (8), т. е. они принимаются в качестве оптимальных.

В результате решения задачи (8) вектор переменных z_{ij}^{linear} будет содержать обе оптимальные стратегии:

1) оптимальную декомпозицию, минимизирующую верхнюю границу однократного заикливания, полученную при решении задачи (7) и перенесенную в вектор z_{ij}^{linear} благодаря равенству (9);

2) полученную при решении непосредственно задачи (8) оптимальную декомпозицию, минимизирующую верхнюю границу времени завершения.

Задачи (7), (8) являются дискретными моделями, для решения которых были разработаны и программно реализованы эффективные алгоритмы.

3. Программная реализация инструментальных средств оптимизации пользовательского кода

В рамках исследований был разработан программный пакет, состоящий из двух приложений:

1. Встраиваемый в среду Visual Studio модуль «CodeOptimizationToolsExtension.vsix» – представляет собой дополнение к популярной среде MS Visual Studio. Технология VSIX позволяет модифицировать стандартный интерфейс среды разработки, добавляя собственные элементы управления (меню, панели инструментов и т.д.). VSIX-модуль используется для добавления новых пунктов в меню «Tools» среды Visual Studio (рис. 1):

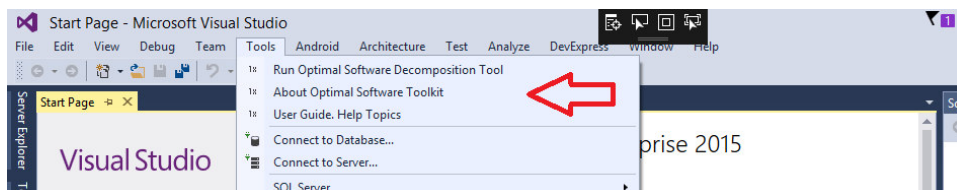


Рис. 1. Новые пункты в меню «Tools» MS Visual Studio 2015

2. Приложение «OptimalDecomposition.exe» – представляющее собой средства поиска оптимальной декомпозиции (рис. 2).

В первом пункте меню – «Run Optimal Software Decomposition Tool» – выполняется запуск непосредственно модуля декомпозиции, автоматически подгружая в него код активного файла, открытого в этот момент в Visual Studio.

Второй пункт меню – «About Optimal Software Toolkit» – содержит краткие сведения о программе (рис. 3).

Третий пункт меню – «User Guide. Help Topics» – вызывает руководство пользователя, включающее описание возможностей программы, технические характеристики, требования к системе, а также подробную инструкцию по эксплуатации (рис.4). Инструкция составлена в формате «RTF» и расположена в файле «UserGuideOPT.rtf».

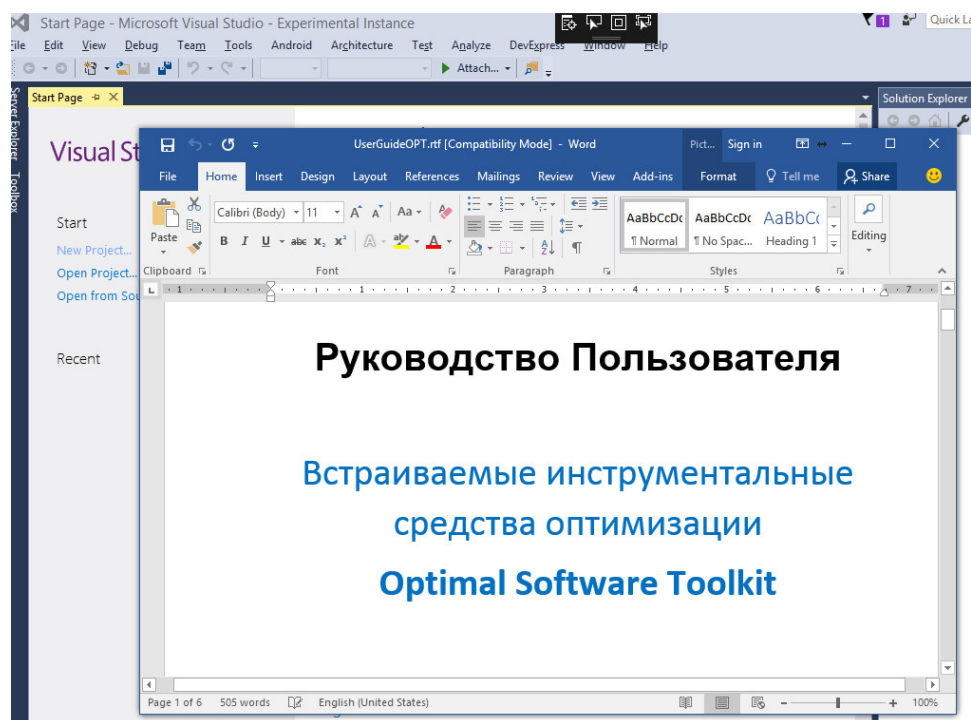


Рис. 4. Руководство пользователя

Процесс оптимизации исходного кода включает в себя следующие шаги:

1. Загрузка исходного кода – возможна двумя способами:

а) автоматически при выборе пункта «Run Optimal Software Decomposition Tool» в меню «Tools» главного окна MS Visual Studio. Если в этот момент имеется хотя бы одно активное окно, содержащее исходный код, то будет выполнено автоматическое копирование соответствующего текста и окно инструмента декомпозиции (рис.1) появится с предварительно заполненным элементом редактирования в своей левой области;

б) второй способ загрузки документа заключается в использовании кнопки «Открыть» сверху окна (первая кнопка панели инструментов).

2. Анализ исходного кода – является первым и обязательным этапом оптимизации. Для его запуска необходимо воспользоваться кнопкой «Анализ» на панели (в группе «Оптимизации» в правой области). Результаты анализа отражаются в таблицах «список функций» и «Критерии».

3. Вычисление оптимальной стратегии декомпозиции – выполняется с помощью кнопки «Оптимальная декомпозиция». Состав каждого модуля указывается в третьей таблице «Варианты декомпозиции». Полученные результаты являются руководством для разработчика по оптимальному размещению функций в подсистемах (например, в DLL-библиотеках в ОС Windows).

Практическая реализация полученных с помощью разработанного программного продукта рекомендаций зависит от версии ОС и реализованных в ней технологий поддержки модульности. В частности, в ОС Windows декомпозиция исходного варианта кода на DLL-библиотеки будет заключаться в замене вызовов функций, помещенных в библиотеку, обращением к библио-

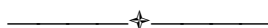
теке с помощью пары API-функций «LoadLibrary» / «FreeLibrary», а также вызовом «GetProcAddress» для получения адреса экспортируемых функций.

4. Заключение

В результате проведенных исследований разработаны модели поиска оптимального функционального состава подсистем, минимизирующего время работы с медленной внешней памятью и, соответственно, улучшающего производительность пользовательского кода. На основе предложенных моделей создан программный продукт, реализующий описанные в работе подходы. В перспективе планируется расширение функциональности полученного инструмента. В частности, на втором этапе работы, запланированной на второй год исследований, планируется дополнить продукт модулями, основанными на оптимизационных принципах так называемого «экстремального программирования», т. е. с использованием методов, позволяющих задействовать избыточные объемы тех или иных вычислительных ресурсов для улучшения выбранных критериев качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гроппен В. О.* Принципы оптимизации программного обеспечения ЭВМ. Ростов н/Д: Изд. Ростовского университета. 1993.
2. *Томаев М. Х.* Технологии глобальной оптимизации пользовательских программных кодов // Автоматизация и управление в технических системах. 2015. № 3. С. 16–30. DOI: 10.12731/2306-1561-2015-3-2. URL: auts.esrae.ru/15-277.



ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

УДК 620.179.14

Д-р техн. наук, профессор **ДЕДЕГКАЕВ А. Г.**,
канд. техн. наук, доцент **СТЕПАНОВ А. Л.**

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ЩЕЛЕВЫХ ВТП

В статье приведены основные результаты экспериментальных исследований по изучению выходных характеристик щелевых трансформаторных вихретоковых преобразователей и результаты изучения электромагнитного поля, создаваемого в рабочей зоне таких преобразователей. Эти результаты сравнили с теоретическими расчетами аналогичных характеристик по разработанным авторами математическим выражениям, составляющим основу математической модели указанного вихретокового преобразователя.

С целью получения результатов созданы экспериментальные испытательные установки и разработаны оригинальные методики измерения выходных электрических и магнитных параметров указанных вихретоковых преобразователей:

- модуля и фазы вносимого напряжения, а также зависимости этих параметров от физических и технологических влияющих факторов контроля;
- составляющих напряженности магнитного поля, создаваемого обмотками возбуждения рассматриваемых преобразователей.

Проведенные исследования показали достаточную качественную сопоставимость теоретических и экспериментальных результатов и позволили сделать выводы:

1. Ориентированная для САПР универсальная математическая модель щелевого вихретокового преобразователя адекватно обеспечивает расчет и моделирование выходных характеристик таких преобразователей.

2. Она (математическая модель) может быть использована на стадиях научно-исследовательских работ для автоматизированного проектирования режимов и конструкций указанных щелевых ВТП с использованием всех известных методов выделения полезной информации в области ВТК.

Ключевые слова: щелевой вихретоковый преобразователь, выходные характеристики преобразователя, экспериментальные установки, методики измерений.

A. G. Dedegkaev, A. L. Stepanov

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF THE OUTPUT PARAMETERS AND CHARACTERISTICS OF SLIT EDDY CURRENT PROBES

Abstract. The article presents main results of experimental studies on output characteristics of slotted transformer eddy current probes. Also in this work the results

of studies of the electro-magnetic field generated in the working area of such probes. These results are compared with theoretical calculations of similar characteristics developed by the author's mathematical expressions that form the basis of a mathematical model of the specified eddy current probe.

With the aim of obtaining these results, an experimental test set-up and developed an original method of measuring output electric and magnetic parameters of the specified probes:

- *the magnitude and phase of insertion voltage, and the dependence of these parameters from the physical and technological influencing factors of control;*
- *components of the magnetic field generated by excitation windings of the considered converters.*

Studies have shown little qualitative comparability of the theoretical and experimental results allowed to make conclusions:

1. Oriented for CAD universal mathematical model of plane eddy current of the AC drive provides the calculation and modeling of the output characteristics of these converters.

2. It can be used in the stages of scientific research for automated design of modes and designs of these slit eddy current probes using all known methods of selection of useful information.

Key words. *Slit eddy current probe, the output characteristics of these probe, the experimental setup, measurement techniques.*

Состояние вопроса

Неразрушающий вихретоковый контроль (ВТК) материалов и изделий линейно-протяженной формы осуществляют, используя в большинстве случаев проходные вихретоковые преобразователи (ВТП) [1–4]. Осуществление ВТК указанных объектов в «поперечных» электромагнитных полях позволяет создать другие условия и обеспечить другие возможности контроля по сравнению с проходными ВТП.

Одна из первых конструкций ВТП, создающего поперечное поле, названного индукционно-импедансным преобразователем с кольцевым магнитопроводом [5], впоследствии была определена как щелевой ВТП [3]. Созданную математическую модель (ММ) ВТК такого ВТП можно квалифицировать как первоначальную [6]. Она основана на общеизвестных результатах теоретического решения задачи о взаимодействии однородного квазистационарного поперечного синусоидального электромагнитного поля и немагнитного проводящего сплошного цилиндра бесконечной длины [7–17].

Авторами данной статьи выполнена определенная работа по созданию универсальной ММ ВТК линейно-протяженных многослойных изделий щелевыми ВТП (которые также представлены в виде универсальной ММ ВТП). Из объема результатов, составляющих основу этой ММ ВТК, в данной статье затронуты следующие полученные выводы:

- Установлены, исследованы и обоснованы возможности создания указанных полей линейно-протяженной формы с заданной степенью однородности (приближенно-однородные поля [18]) и с необходимым уровнем интенсивности такого поля, допускающими вести ВТК и проводить теоретический анализ ВТК как в однородных полях. Предложены и обоснованы количественные геометрические и физические оценки (критерии), позволяющие осу-

существить поиск и анализ таких полей для различных ММ щелевых ВТП. Установлены основные закономерности конструирования щелевых ВТП, оптимизирующих поперечные [18], продольные [19] размеры таких участков полей (зона однородности и рабочая зона однородности щелевого ВТП [20]).

○ Исследованы основные закономерности изменения выходных характеристик щелевых ВТП, представленных в виде нитевидных контуров прямоугольной и круглой формы: определены и обоснованы параметры их эквивалентного сравнения, изучены зависимости вносимого напряжения $|\dot{U}_{ВН}|$ при изменении взаимной ориентации объекта контроля и ВТП [21], годографы этого напряжения, также зависимости чувствительности преобразователей к изменению различных влияющих факторов. В результате определен наиболее рациональный выбор двухпараметрового метода ВТК электропроводности, радиуса объекта контроля и ориентации последнего по отношению к ВТП [22; 23].

○ Установлены и изучены технологические особенности работы преобразователей с обмотками прямоугольной и круглой формы. В частности, обнаружен и обоснован факт «инверсии фазы вносимого напряжения $\dot{U}_{ВН}$ » при поперечном перемещении объекта контроля в рабочей зоне однородности щелевого ВТП, который усложняет анализ выходных характеристик последнего. Предложен метод с использованием двух щелевых ВТП, подавляющий влияние этого явления [21; 24].

○ Наконец, разработана и предложена терминология, а также аббревиатура обозначения линейно-протяженных измерительных обмоток и обмоток возбуждения щелевых ВТП [25; 26].

Проведенные исследования позволили получить некоторые из указанных результатов преимущественно теоретическим путем. Поэтому целью настоящей работы являлась экспериментальная проверка работы щелевых ВТП, подтверждение полученных теоретических результатов. В связи с чем поставлены следующие задачи (задания):

1. Экспериментально построить основные выходные характеристики щелевых ВТП и сравнить их с известными теоретическими результатами;
2. Изучить влияние смещения объекта контроля в рабочей зоне щелевого ВТП на характер изменения основных выходных характеристик преобразователя и сопоставить результаты с теоретическими расчетами;
3. Сопоставить и изучить параметры зоны однородности, создаваемой щелевыми ВТП, в сопоставлении с известными расчетами.

Экспериментальные установки и методики исследований

Для проведения исследований и решения поставленных задач 1 и 2 создали экспериментальную установку (рис. 1). В ней:

а) Щелевой ВТП (рис. 1 и 2) выполнили, используя в качестве сердечника скрепленные никель-марганцевые ферритовые кольца марки НМ 3000 размером 125×80×10 мм. В собранной таким образом конструкции вырезали сегмент одинаковой ширины (рабочая зона щелевого ВТП) вдоль радиуса колец ($2g_1 = 6,5$ мм – вариант А и $2g_1 = 12$ мм – вариант В). Обмотку возбу-

ждения выполнили многожильным проводом типа ПТФ-0,8 в два слоя, равномерно обеспечив намотку вдоль всей окружности колец. Измерительную обмотку (рис. 2) расположили по обеим сторонам рабочей зоны ВТП. Каждая ее половина прямоугольной формы содержала 30 витков ($2d_3 = b_3 = 2d_3 = b_3 = 18$ мм) провода марки ЛЭШО-0,02 с выводом концов обмотки в виде витой пары [27]. Обмотку приклеивали к торцам рабочей зоны ВТП симметрично относительно среднегеометрического радиуса ферритового кольца:

$$R_0 = \sqrt{R_{\max} \cdot R_{\min}}.$$

б) Используя известные схемы и рекомендации [28], разработали усилитель мощности синусоидального сигнала (рис. 1), подаваемого на обмотку возбуждения ВТП, а также выбрали усилитель информационного сигнала с измерительной обмотки преобразователя [29].

в) Питание отдельных блоков установки осуществляли с помощью двух вторичных источников питания постоянного тока типа Б5-85/2 (рис. 1).

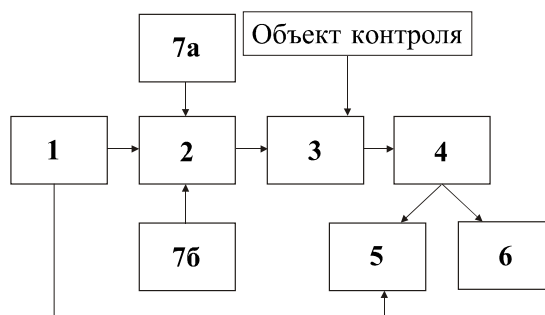


Рис. 1. Структурная схема установки для исследования щелевых ВТП:
 1 – генератор синусоидальных сигналов ГЗ-118; 2 – усилитель мощности;
 3 – щелевой ВТП; 4 – усилитель информационного сигнала; 5 – фазометр Ф2-32;
 6 – вольтметр В7-32; 7а, 7б – источники питания постоянного тока Б5-85/2

Усиленный блоком 2 (рис. 1) сигнал генератора ГЗ-118 подавали на обмотку возбуждения ВТП. Параметры выходного сигнала с измерительной обмотки ВТП, усиленного блоком 4, контролировали фазометром 5 и вольтметром 6. Для этого еще один сигнал генератора использовали как опорное напряжение ($U_{оп}$) и подавали на фазометр.

В качестве объекта контроля использовали отрезки алюминиевой проволоки марки АМ длиной 500 мм, диаметром $D_{пр} = 5,5; 4,0; 2,8$ мм. По аналогии с определением коэффициента заполнения для проходных ВТП [2] и для щелевых преобразователей (рис. 2) можно использовать похожий параметр:

$$\eta' = \frac{\pi D_{пр}^2}{16d_3 g_1}.$$

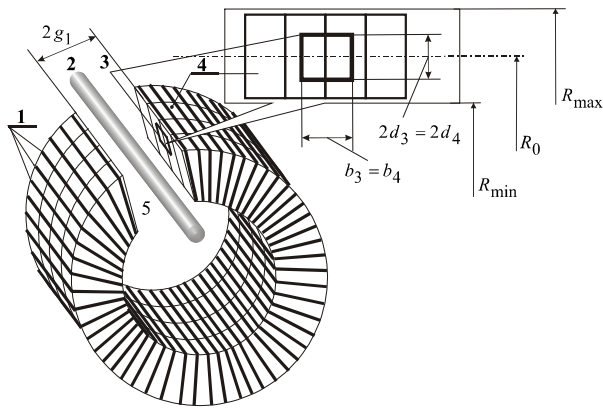


Рис. 2. Конструкция щелевого ВТП:

- 1 – обмотка возбуждения; 2 – объект контроля;
- 3 – половина измерительной обмотки;
- 4 – ферритовые кольца; 5 – рабочая зона ВТП

Разработали методику выделения информации об объекте контроля на измерительной обмотке ВТП. Представим электрические синусоидальные параметры режима ВТП в виде векторов, соответствующих комплексам действующих значений этих параметров на комплексной плоскости (рис. 3). При подаче напряжения ($\dot{U}_{ВХ.}$) с выхода блока 2 на обмотку возбуждения ВТП (3 на рис. 1) и при отсутствии объекта контроля (2 на рис. 2) в рабочей зоне преобразователя (5 на рис. 2) в разомкнутой измерительной его обмотке наводится начальная ЭДС \dot{E}_0 (терминология параметров режима работы и элементов ВТП соответствует нормативным рекомендациям [30]). Этой ЭДС соответствует начальное напряжение \dot{U}_0 , создающееся на той же обмотке:

$$\dot{U}_0 = -\dot{E}_0.$$

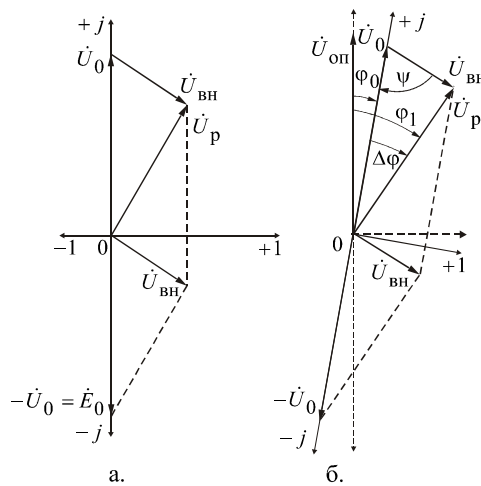


Рис. 3. Векторные диаграммы, поясняющие разработанную методику измерения вносимого напряжения

Поскольку в этом случае активные потери энергии в ВТП практически отсутствуют, то сопротивление измерительной обмотки имеет чисто индуктивный характер, тогда

$$\dot{U}_0 = +jU_0,$$

где U_0 – действующее значение начального синусоидального напряжения на измерительной обмотке ВТП.

При введении объекта контроля (2 на рис. 2) в рабочую зону ВТП результирующее напряжение на измерительной обмотке \dot{U}_p изменится по сравнению с \dot{U}_0 как по амплитуде, так и по фазе (рис. 3а). Приращение \dot{U}_0 , называемое вносимым напряжением $\dot{U}_{вн}$, несет в себе информацию об электрофизических, геометрических и ориентационных параметрах объекта контроля. При этом вносимая ЭДС и вносимое напряжение ВТП равны:

$$\dot{E}_{вн} = -\dot{U}_{вн}.$$

Известный способ и методика выделения $\dot{U}_{вн}$ заключаются в использовании помимо основного (информационного) ВТП1 еще одного (компенсационного) трансформаторного ВТП2 [2, 3]. При этом (рис. 4) обмотки возбуждения (w_{11} и w_{12}) включают последовательно согласно под входное напряжение $\dot{U}_{вх}$, снимаемое с усилителя мощности (2 на рис. 1), а измерительную

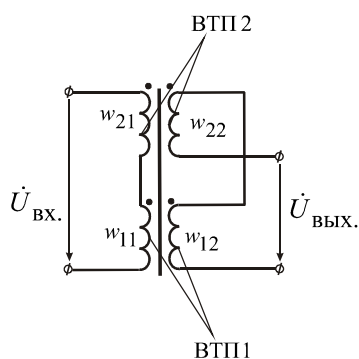


Рис. 4. Схема включения двух ВТП

и компенсационную обмотки (w_{21} и w_{22}) – последовательно встречно. Параметры преобразователей подобраны идентичными (при постоянной частоте $\dot{U}_{вх}$), поэтому в отсутствии объекта контроля в рабочей зоне ВТП 1 (рис. 4) и при подаче на обмотки возбуждения напряжения $\dot{U}_{вх}$ на измерительной и компенсационной обмотках возникают напряжения, соответственно \dot{U}_0 и $-\dot{U}_0$. Следовательно, напряжение $\dot{U}_{вых}$ на выходе такой конструкции равно:

$$\dot{U}_{вых} = \dot{U}_0 - \dot{U}_0 = 0.$$

Как сказано ранее, введение в рабочую зону информационного ВТП 1 объекта контроля приводит к появлению на измерительной обмотке преобразователя напряжения \dot{U}_p (рис. 3а). При этом напряжение на измерительной обмотке компенсационного ВТП2 остается неизменным \dot{U}_0 . Взаимодействие

встречно включенных обмоток w_{21} и w_{22} (рис. 4) формирует выходное напряжение такой конструкции (рис. 3а):

$$\dot{U}_{\text{ВЫХ}} = \dot{U}_p - \dot{U}_0 = \dot{U}_{\text{ВН}}.$$

Однако такой метод требует наличия еще одного идентичного ВТП 2 (рис. 4) и пригоден только при неизменной частоте опорного напряжения ($\dot{U}_{\text{оп}}$ или $\dot{U}_{\text{вх}}$). Если частота $\dot{U}_{\text{оп}}$ изменяется, то изменяется угол φ_0 (рис. 3б) и последующие построения и расчеты $\dot{U}_{\text{ВН}}$ будут необъективными.

Предлагаемая методика измерения и расчета $\dot{U}_{\text{ВН}}$ основана на повторном использовании $\dot{U}_{\text{оп}}$ при оценке параметров \dot{U}_0 и при оценке параметров $\dot{U}_{\text{ВН}}$:

1. Задав фиксированную частоту $\dot{U}_{\text{оп}}$, в отсутствие объекта контроля в рабочей зоне ВТП, определяли U_0 и φ_0 (рис. 3б);
2. При той же заданной частоте, введя объект контроля в рабочую зону ВТП, измеряли U_p и φ_1 ;
3. Рассчитывали параметры $\dot{U}_{\text{ВН}}$:

$$|\dot{U}_{\text{ВН}}| = \sqrt{|\dot{U}_0|^2 + |\dot{U}_p|^2 - 2|\dot{U}_0| \cdot |\dot{U}_p| \sin \Delta\varphi};$$

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_0;$$

$$\sin \psi = \frac{|\dot{U}_p|}{|\dot{U}_{\text{ВН}}|} \sin \Delta\varphi;$$

$$\text{Im} \dot{U}_{\text{ВН}*} = -\frac{|\dot{U}_{\text{ВН}}|}{|\dot{U}_0|} \cos \psi;$$

$$\text{Re} \dot{U}_{\text{ВН}*} = \frac{|\dot{U}_{\text{ВН}}|}{|\dot{U}_0|} \sin \psi,$$

где $\dot{U}_{\text{ВН}*}$ – приведенное (относительное) значение вносимого напряжения.

Рассмотренную установку и разработанную методику использовали для изучения выходных характеристик щелевых ВТП.

Оценку параметров начального поля, создаваемого обмотками возбуждения щелевых ВТП, и выполнение задания 3 проводили, собрав еще одну экспериментальную установку. Она включала источник электропитания ТЕС-23, тесламетр, использующий эффект Холла Г70. Использовали только ка-

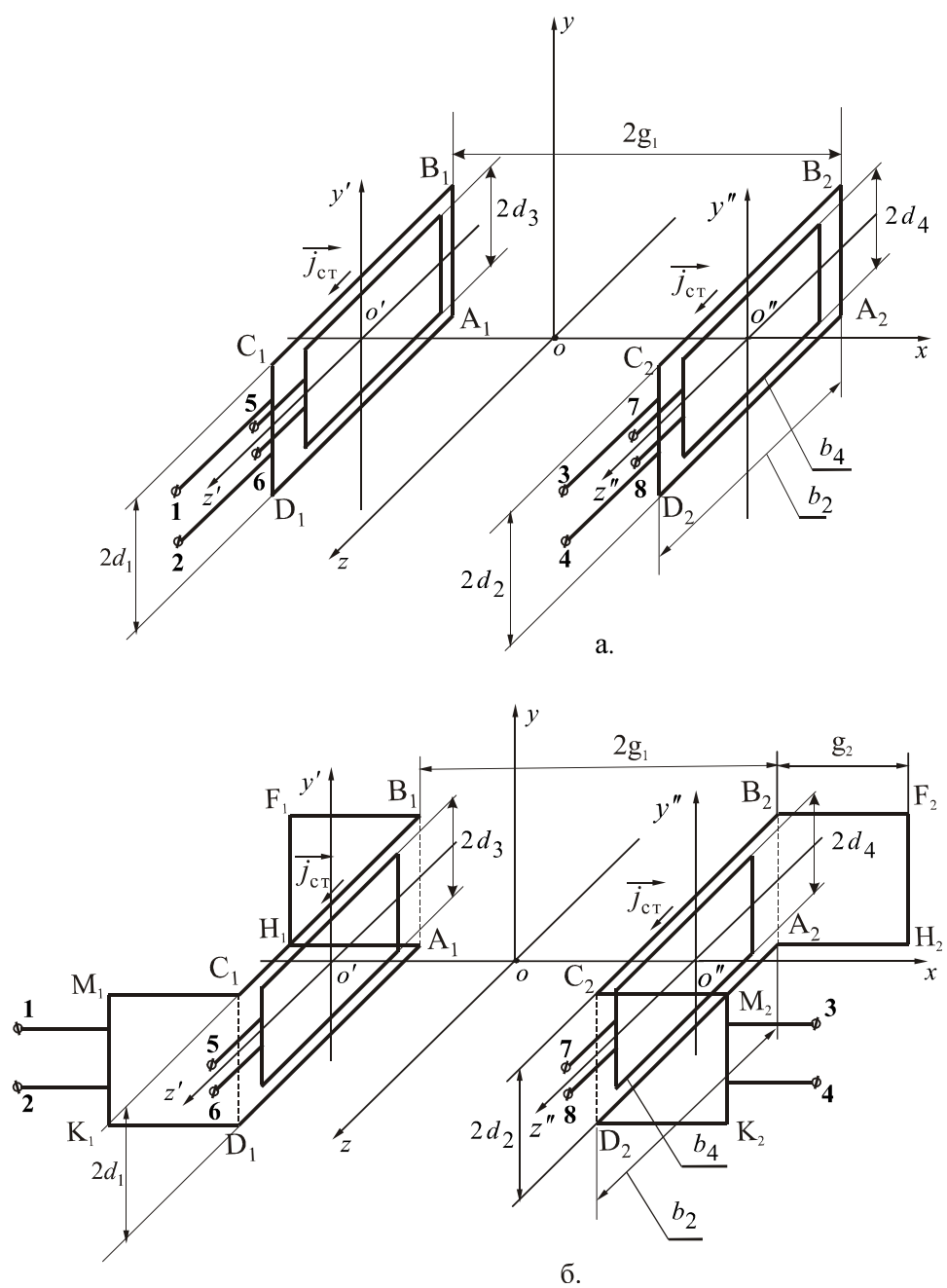


Рис. 5. Схема установки многожильных прямоугольных катушек индуктивности (рамок) для исследования параметров электромагнитного поля щелевых параметрических и трансформаторных ВТП

тушки индуктивности в виде простых прямоугольных рамок ($A_1B_1C_1D_1$ и $A_2B_2C_2D_2$) и прямоугольных рамок с загнутыми концами, ($F_1H_1A_1B_1C_1D_1K_1M_1$ и $F_2H_2A_2B_2C_2D_2K_2M_2$), содержащих 20 витков провода марки ПЭЛ диаметром 0,6 мм (рис. 5а и 5б).

Методика испытаний построена на измерении прибором Г70 составляющих магнитной индукции поля, создаваемого указанными катушками индуктивности (рис. 5а и 5б), при протекании по ним тока от источника ТЕС-23. При этом ТЕС-23 работал в режиме источника тока. Поэтому указанные рамки с током использовали, как обмотки возбуждения щелевых ВТП. Точки наблюдения выбирали на осях системы $Oxyz$ и в плоскости симметрии yoz . Результаты измерений сравнивали с теоретическими расчетами [18–20].

В дополнение к вышеупомянутым исследованиям по расчету выходных характеристик щелевых ВТП указанную методику видоизменили, добавив в конструкцию еще две рамки (рис. 5а и 5б). Они также содержали по 20 витков провода марки ПЭЛ диаметром 0,6 мм и играли роль измерительных обмоток преобразователя. В качестве объекта контроля использовали томпаковые полосы (томпак Л90) размерами $0,28 \times 20$ мм в поперечном сечении.

Согласно видоизмененной методике синусоидальный сигнал с усилителя мощности частотой 25 КГц подавали на обмотки возбуждения. Выходной сигнал с измерительных обмоток подавали на усилитель измерительный низкочастотный У4-28 и далее на вольтметр ШЦ300. Исследовали зависимость выходного напряжения на измерительных обмотках при варьировании длины рамок.

Анализ зависимостей проводили, используя относительное значение участвующих параметров. Использовали два вида нормировки для получения таких параметров ВТК:

- нормировка по радиусу $R1$ алюминиевых объектов контроля (нормировка 1): $\beta'_0 = R1\sqrt{\gamma_1\omega\mu_0}$; $d'_3 = d_3/R1$; $d'_4 = d_4/R1$ $b'_3 = d_3/R1$; $b'_4 = b_4/R1$; $\Delta x' = \Delta x/R1$; $\Delta y' = \Delta y/R1$; $k_1R1 = \beta'_0\sqrt{\mu_1} = \chi'$. Так как в работе $\sqrt{\mu_1} = 1$, то $k_1R1 = \beta'_0 = \chi'$;

- нормировка 2 по параметру $d_3 = d_4$ (полувысота измерительной обмотки): $R1_* = R1/d_3$; $\beta_0 = d_3\sqrt{\gamma_1\omega\mu_0}$; $\Delta x'' = \Delta x/d_3$; $\Delta y'' = \Delta y/d_3$; $d''_3 = d''_4 = 1$; $b''_3 = b''_4 = 2$; $k_1R1 = R1_*\beta_0\sqrt{\mu_1} = \chi$. Так как в работе $\sqrt{\mu_1} = 1$, то $k_1R1 = R1_*\beta_0 = \chi$.

Результаты экспериментов и их анализ

На рис. 6 приведены годографы вносимого относительного напряжения $\dot{U}_{вн*}$ щелевого ВТП при контроле указанных отрезков алюминиевой проволоки. Результаты измерений и расчетов (расчетные выражения приведены в работе [21]) как самих годографов, так и линий влияния отдельных параметров (η' и β'_0) свидетельствуют о хорошем качественном их совпадении в случае контроля щелевыми ВТП и подтверждают результаты подобных ис-

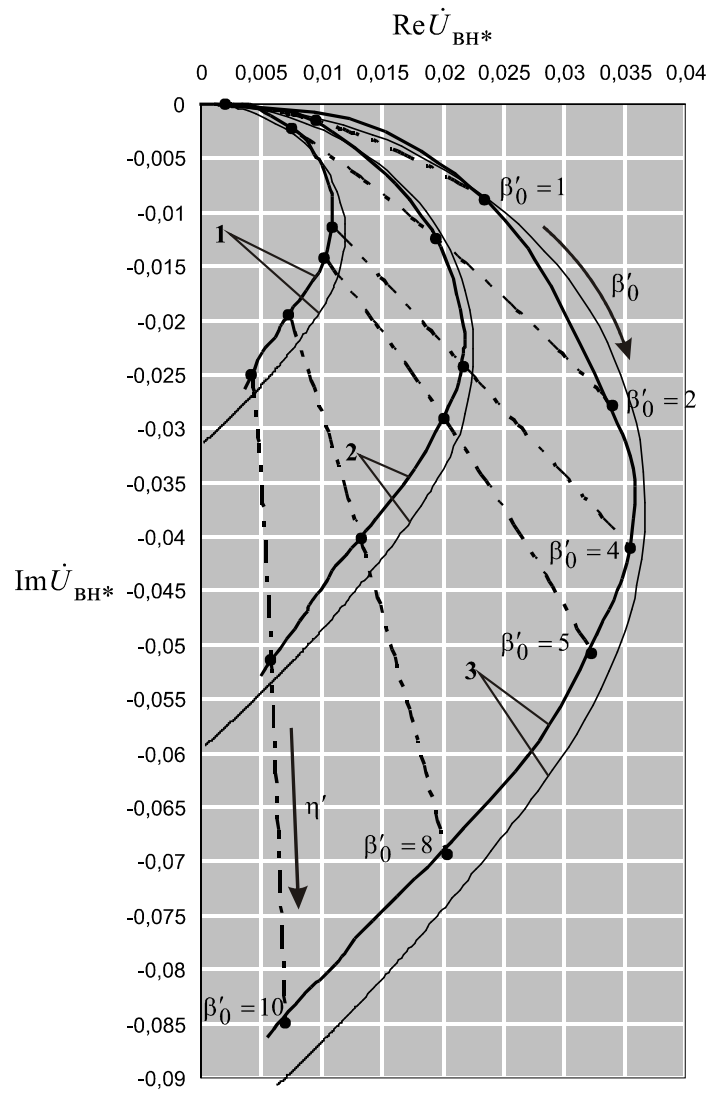


Рис. 6. Годографы вносимого напряжения $|\dot{U}_{\text{BH}^*}|$ щелевого ВТП

при контроле неферромагнитного цилиндра:
 — экспериментальные зависимости;
 - - - теоретические (расчетные) зависимости;
 1 — $\eta' = 0,052$; 2 — $\eta' = 0,108$; 3 — $\eta' = 0,203$

следований других авторов, сделанных ранее, а также известные причины несовпадения результатов эксперимента с расчетами [2; 5; 10]. Также хорошее совпадение теоретических и экспериментальных результатов демонстрируют кривые зависимостей выходных характеристик ВТП (рис. 7). Особое значение имеет одинаковый характер и интенсивность изменения теоретических и экспериментальных зависимостей. Используя известную связь между $|\dot{U}_{\text{ВН}^*}|$ и векторным потенциалом поля $|\dot{A}_{\text{ВН}^*}|$, нетрудно обосновать подобие картин поля, создаваемых щелевым ВТП теоретически и экспериментально.

Результаты анализа указанных зависимостей предопределяют одинаковый характер изменения чувствительностей ВТП к контролируемым параметрам и мешающим факторам при ВТК. Следовательно, все теоретические выводы относительно возможностей и условий отдельного контроля параметров $\gamma; R1_*; \rho_{01}$ амплитудным, фазовым и амплитудно-фазовым методом с выделением информации о $|\dot{U}_{\text{ВН}^*}|; \text{Re}(\dot{U}_{\text{ВН}^*}); \text{Im}(\dot{U}_{\text{ВН}^*})$ [22; 23] становятся экспериментально обоснованными.

В процессе изготовления линейно протяженные металлические изделия претерпевают перемещения поперечные основному движению [31]. В работе [24] рассмотрены и обоснованы зависимости выходных характеристик при поперечном смещении объекта контроля в рабочей зоне преобразователя.

В зависимости от того, как происходит смещение этого объекта по отношению к измерительным обмоткам щелевого ВТП и к направлению начального поля \dot{B}_0 (рис. 8), величина $|\dot{U}_{\text{ВН}^*}|$ изменяется по разному (рис. 9). Зависимости этого параметра при смещении $\Delta y'$ или $\Delta x'$ оказываются симметричными относительно плоскости xoz . При этом экспериментально подтверждено, что при смещении в направлении $\Delta y'$ происходит существенное изменение $|\dot{U}_{\text{ВН}^*}|$ вплоть до условия «инверсии фазы» (при этом $|\dot{U}_{\text{ВН}^*}|$ уменьшается до нуля, а фаза $\dot{U}_{\text{ВН}^*}$ скачком изменяется на 180°) (рис. 10). Также экспериментально подтвержден метод отстройки от влияния произвольного поперечного перемещения объекта контроля в рабочей зоне двух щелевых ВТП (рис. 11 и 12).

Измеряли первичные параметры магнитного поля, создаваемого обмотками возбуждения щелевых ВТП как для обмоток возбуждения в виде простых рамок, так и в виде рамок с загнутыми концами (рис. 5). Установлен качественно одинаковый характер их изменения (рис. 13). Это однозначно предопределяет подобие теоретических расчетов и экспериментальных измерений всех вторичных параметров зоны однородности ВТП [18–20; 32]:

* формулы расчета параметра для оценки степени однородности поля, параметра для оценки степени максимальной неоднородности в точке на границе зоны, координаты этой точки, а также для оценки коэффициента заполнения рабочей зоны однородности; степени целесообразности ведения ВТК в рабочей зоне однородности;

* параметры, описывающие геометрические размеры зоны однородности: максимальный радиус зоны в поперечном сечении, минимально допустимую длину зоны однородности для параметрических и трансформаторных щелевых ВТП.

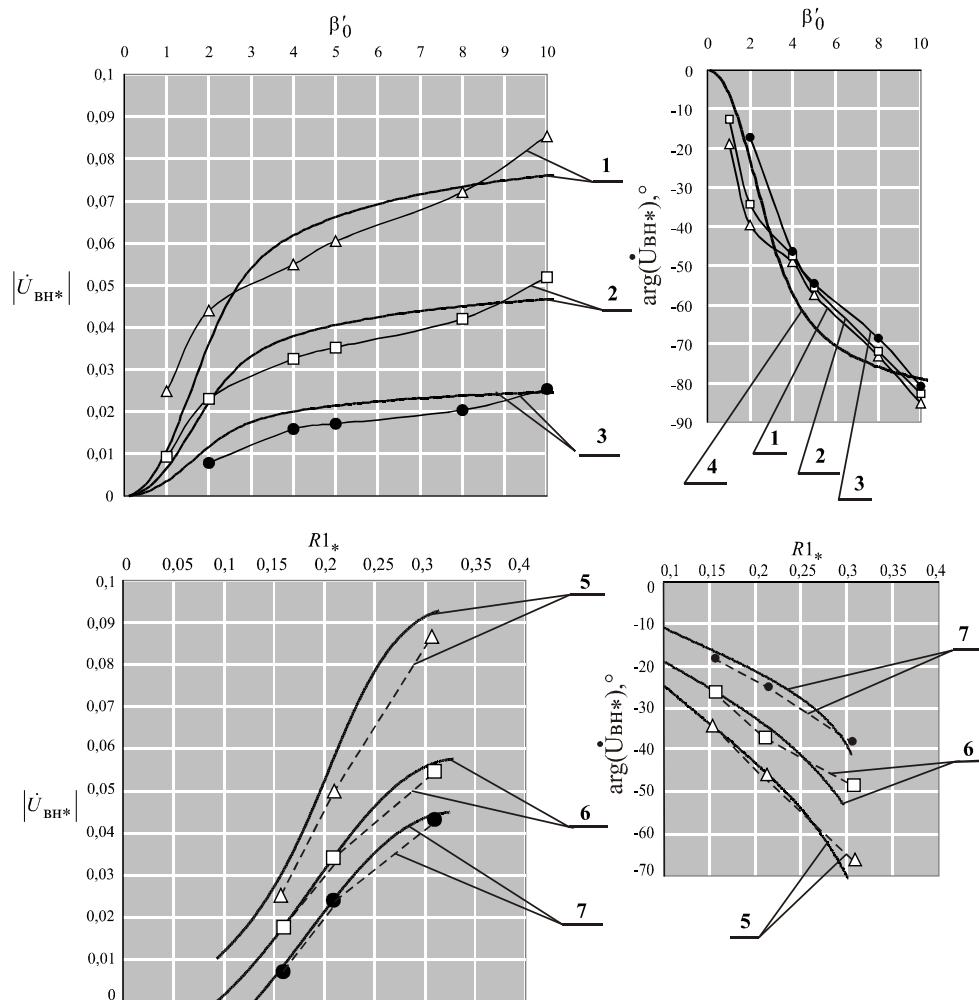
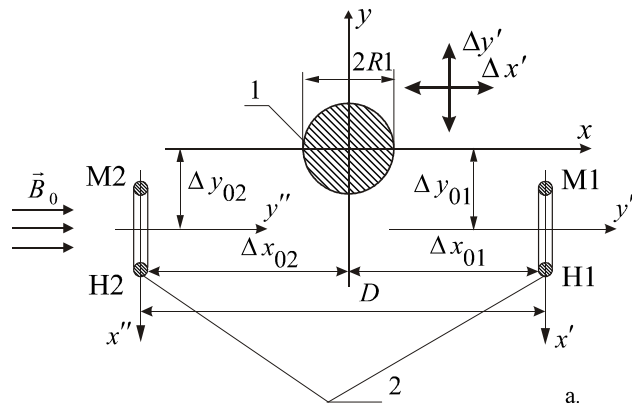
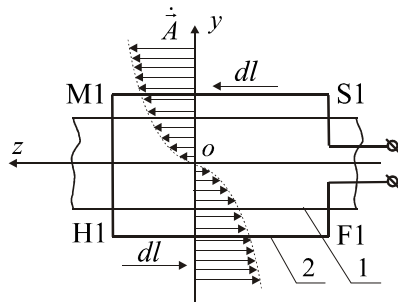


Рис. 7. Зависимости отдельных составляющих выходных характеристик ВТП от влияющих параметров контроля:
 ————— — теоретические (расчетные) зависимости и
 ▽-▽-▽, □-□-□, ●-●-● — экспериментальные зависимости;
 1, 2, 3 — зависимости, построенные при $R1_*$, равном соответственно 0,306; 0,222; 0,156;
 4 — объединенная теоретическая зависимость для $R1_* = 0,306$ или 0,222 или 0,156 ;
 5, 6, 7 — зависимости, построенные при β_0 , равном соответственно 10; 4; 2



a.



б

Рис. 8. Схема, иллюстрирующая возможное перемещение объекта контроля в рабочей зоне трансформаторного шелевого ВТП:
 1 – линейно-протяженный объект контроля;
 2 – прямоугольные измерительные обмотки шелевого ВТП M1S1F1H1 и M2S2F2H2 .

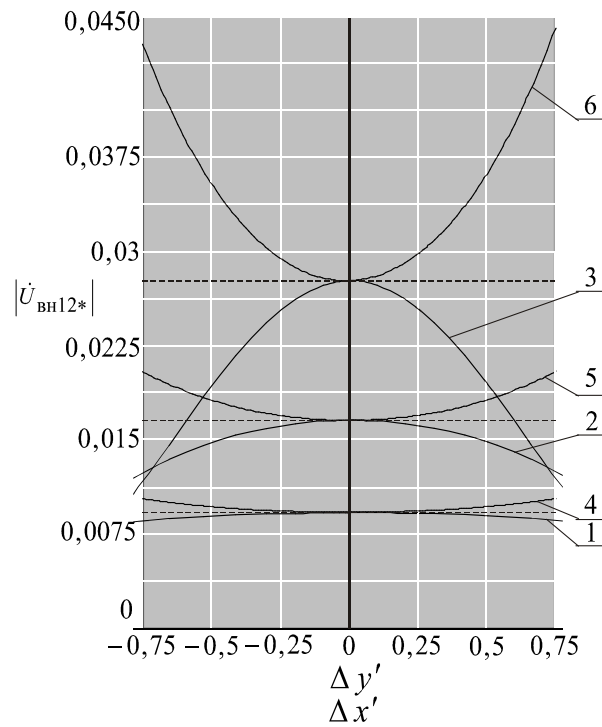


Рис. 9. Влияние горизонтального и вертикального поперечного перемещения объекта контроля в рабочей зоне щелевого ВТП на $|\dot{U}_{\text{вн}^*}|$:

- 1, 2, 3 – зависимости $|\dot{U}_{\text{вн}^*}|$ при движении объекта контроля поперек направления \vec{B}_0 (перемещение в направлении $\Delta y'$);
 4, 5, 6 – зависимости $|\dot{U}_{\text{вн}^*}|$ при движении объекта контроля согласно и встречно \vec{B}_0 (перемещение в направлении $\Delta x'$);
 1,4 – $\eta' = 0,031$; 2,5 – $\eta' = 0,063$; 3,6 – $\eta' = 0,120$

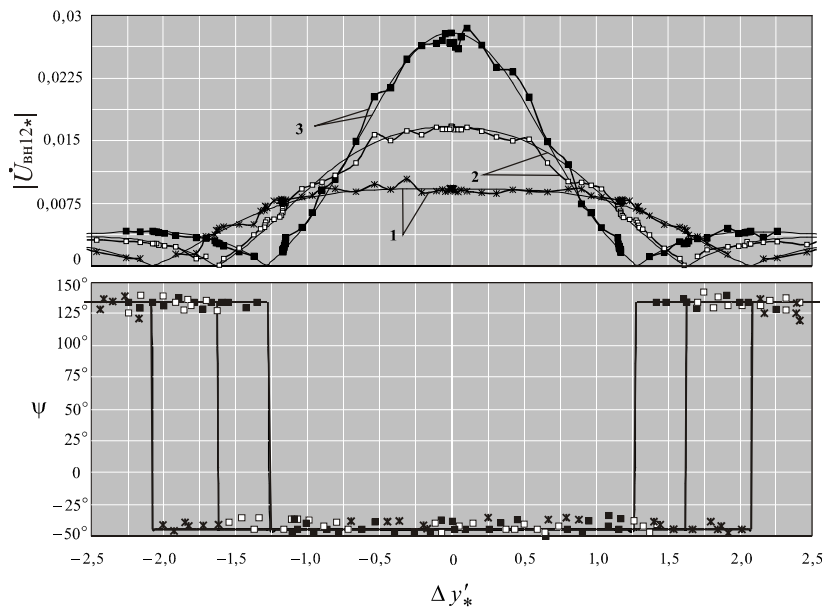


Рис. 10. Влияние $\Delta y'$ – вертикального смещения объекта контроля в рабочей зоне щелевого ВТП на величину $|\dot{U}_{ВН12*}|$ и Ψ :
 ————— – теоретические (расчетные) зависимости;
 ■■■■, □□□□, *-*-* – экспериментальные зависимости;
 1 – $\eta' = 0,031$; 2 – $\eta' = 0,063$; 3 – $\eta' = 0,120$

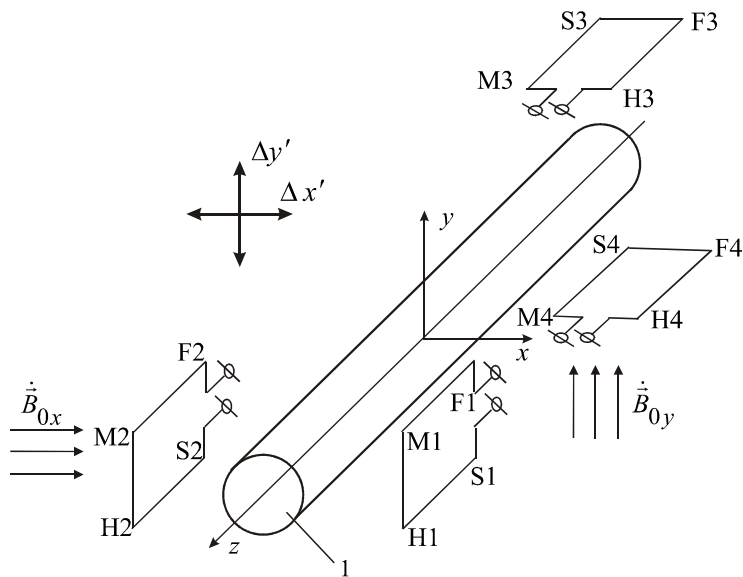


Рис. 11. Схема, поясняющая разработанный метод отстройки от влияния поперечного перемещения объекта контроля в рабочей зоне двух щелевых ВТП

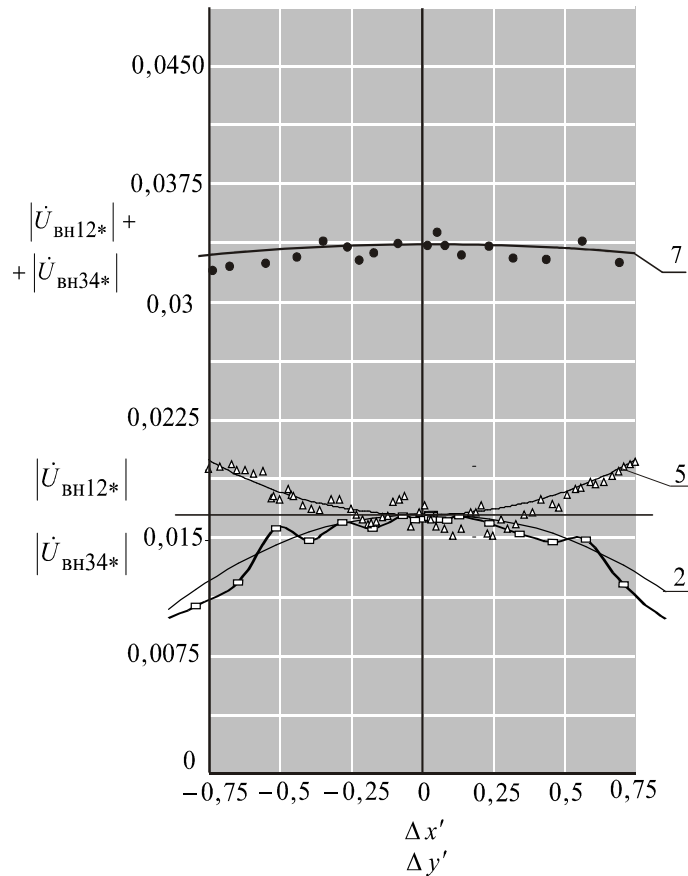


Рис. 12. Зависимости, иллюстрирующие взаимодействие двух щелевых ВТП (рис. 11) при подавлении поперечного перемещения объекта контроля в рабочей зоне преобразователей: $|\dot{U}_{\text{ВН12*}}|$ – модуль суммарного напряжения, наводимого на обмотках М1S1F1Н1 и М2S2F2Н2 ; $|\dot{U}_{\text{ВН34*}}|$ – модуль суммарного напряжения, наводимого на обмотках М3S3F3Н3 и М4S4F4Н4 ; 2 – зависимость $|\dot{U}_{\text{ВН12*}}|$ или $|\dot{U}_{\text{ВН34*}}|$ в случае, если объект контроля движется относительно любой указанной пары щелевых ВТП поперек направления поля; 5 – зависимости тех же пар ВТП, если объект контроля движется относительно любой указанной пары щелевых ВТП навстречу или вдоль направления поля; 7 – $|\dot{U}_{\text{ВН12*}}| + |\dot{U}_{\text{ВН34*}}|$ – зависимость суммарного напряжения на всех ВТП при произвольном поперечном перемещении объекта контроля; ————— – теоретические ($\eta' = 0,063$) зависимости; $\Delta \Delta \Delta$, $\square \square \square \square$, $\bullet \bullet \bullet$ – экспериментальные зависимости

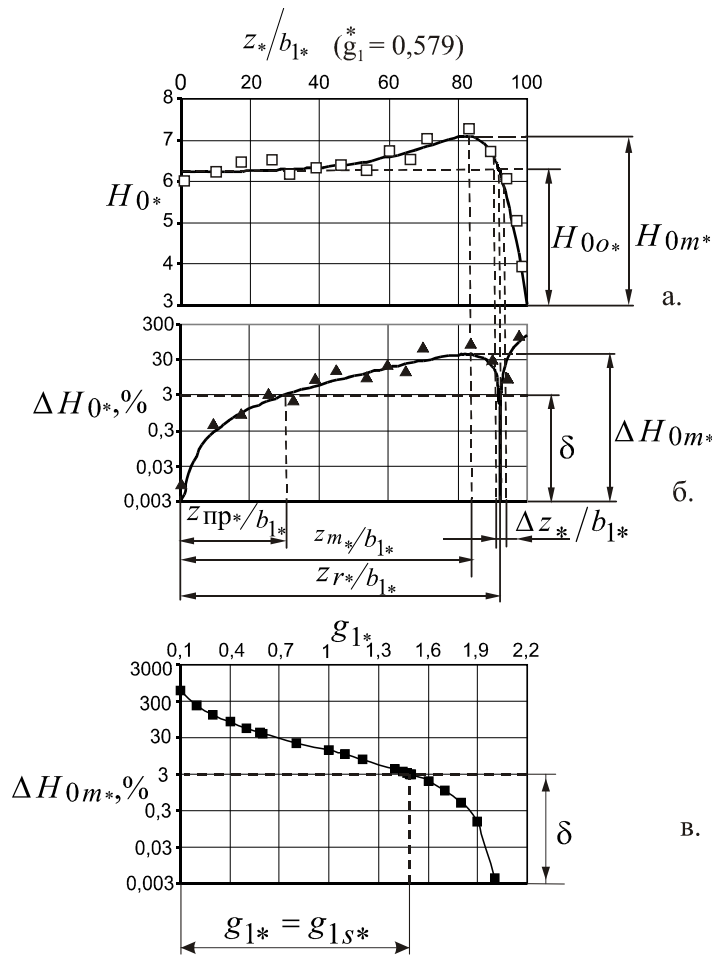


Рис. 13. Зависимости параметров, характеризующих распределение H_0 вдоль оси z от геометрических параметров рамок (b_{1*} на рис. 5), и результаты экспериментальных измерений:

$H_{0*} = \sqrt{H_{0ox}^2 + H_{0oy}^2 + H_{0oz}^2}$ – модуль напряженности магнитного поля и ее составляющие, измеренные и рассчитанные в произвольной точке на оси z ;
 $\Delta H_{0*} = |(H_{0o} - H_{0z})/H_{0o}|$ – модуль приращения напряженности магнитного поля при смещении точки наблюдения относительно центра координат 0;
 ΔH_{0m*} – максимально допустимое отклонение H_0 ;
 $\delta = 0,01$ – критерий степени однородности магнитного поля.

Варьируя длину обмоток возбуждения и измерительных обмоток в виде рамок (рис. 5а и 5б) и одновременно измеряя величину $\left| \dot{U}_{\text{ВН}^*} \right|$, установили минимально необходимые продольные размеры b_{2^*} и b_{4^*} обеспечивающие высокую степень однородности поля в рабочей зоне таких моделей ВТП. Конкретные количественные соотношения для параметрических и трансформаторных ВТП, установленные в результате экспериментов с указанными моделями на рис. 5а и 5б и по приведенной методике подробно, описаны в работах [18–20]. Результаты экспериментов также показали удовлетворительную адекватность результатам теоретических расчетов.

Заключение. Выводы по работе

Проведенные исследования и позволили сделать выводы:

1. Рассмотренные конструкции щелевых преобразователей можно определить как физические их модели.
2. Исследования показали достаточную качественную сопоставимость теоретических и экспериментальных результатов. Следовательно, экспериментально обоснована адекватность рассмотренных физических моделей ВТП и ориентированной для САПР математической модели (ММ) такого же ВТП, описанной в указанных работах авторов. Последнюю можно классифицировать как универсальную ММ. Она адекватно обеспечивает расчет выходных параметров и характеристик таких ВТП.
3. Эта ММ может быть использована на стадиях научно-исследовательских работ для автоматизированного проектирования режимов и конструкций указанных щелевых ВТП с использованием всех известных методов выделения полезной информации в области ВТК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Родигин Н. М., Коробейникова И. Е. Контроль качества изделий методом вихревых токов. Москва – Свердловск: Машгиз, 1958. 62 с.
2. Дорофеев А. Л. Неразрушающие испытания методом вихревых токов. М.: Оборонгиз, 1961. 158 с.
3. Дорофеев А. Л., Никитин А. И., Рубин А. Л. Индукционная толщинометрия. М.: Энергия, 1969. 152 с.
4. Герасимов В. Г. Электромагнитный контроль однослойных и многослойных изделий. М.: Энергия, 1972. 160 с.
5. Жуков В. К., Дрейзин В. Э., Лещенко И. Г. Индукционно-импедансный датчик с кольцевым магнитопроводом // Дефектоскопия. 1966. № 2. С. 14–22.
6. Степанов А. Л., Дорош Н. В. Математическая модель вихретокового преобразователя. Решение отдельных задач // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. № 1 (53). С. 146–152.
7. Великин А. Б., Франтов Г. С. Электромагнитные поля, применяемые в индукционных методах электроразведки. Обзор зарубежной литературы. Л.: Гостоптехиздат, 1962. 352 с.
8. Овчинников И. К. Лекции по курсу «Теория поля» для геофизиков-разведчиков. Свердловск: издание Свердловского горного института имени В. В. Вахрушева, 1963. 300 с.

9. *Якубовский Ю. В.* Индуктивные методы электроразведки. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 212 с.
10. *Хмелевской В.К.* Основной курс электроразведки. Часть II. М.: Издательство Московского университета, 1971. 150 с.
11. *Власов В. В., Комаров В. А.* Изучение электромагнитных явлений при воздействии на проводящий цилиндр поперечным однородным переменным магнитным полем // Дефектоскопия. 1971. № 2. С. 13–21.
12. *Шилов Н. М.* ЖТФ. 1939. № 9. С. 633–634.
13. *Штафль М.* Электродинамические задачи в электрических машинах и трансформаторах. М. – Л.: Энергия, 1966. 200 с.
14. *Каден Г.* Электромагнитные экраны. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1957. 150 с.
15. *Поливанов К. М.* Теория электромагнитного поля. М.: Энергия, 1975. 208 с.
16. *Смайт В.* Электростатика и электродинамика. М.: Иностранная литература. 1954. 604 с.
17. *Степанов А. Л., Воронин П. А.* Многослойный проводящий цилиндр в квазистационарном поперечном однородном электромагнитном поле. Деп. в ВИНТИ 08.10.96. № 2982 – В96.
18. *Степанов А. Л., Воронин П. А.* Исследование возможностей моделей источников по созданию приближенно-однородного электромагнитного поля. Деп. в ВИНТИ 24.05.01, №1321-В2001.
19. *Дедегкаев А. Г., Степанов А. Л.* Математическое моделирование обмоток возбуждения для САПР щелевых вихретоковых преобразователей с однородным электромагнитным полем // Известия вузов Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. Спец. выпуск «Математическое моделирование и компьютерные технологии». 2004. С. 93–102.
20. *Степанов А. Л.* Математические модели обмоток возбуждения для САПР щелевых вихретоковых преобразователей // Известия вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2004. Приложение № 9. С. 72–87.
21. *Степанов А. Л.* Моделирование работы щелевого трансформаторного вихретокового преобразователя с однородным электромагнитным полем. Ч. 1 // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2006. Приложение к № 2. С. 34–58.
22. *Степанов А. Л., Пагиев К. Х., Дедегкаев А. Г.* Моделирование работы щелевого трансформаторного вихретокового преобразователя с однородным электромагнитным полем. Возможности двухпараметровых методов контроля. Ч. 3 // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2006. Приложение к № 11. С. 22–33.
23. *Степанов А. Л.* Моделирование работы щелевого трансформаторного вихретокового преобразователя с однородным электромагнитным полем. Анализ чувствительностей преобразователя. Ч. 2 // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2006. Приложение к № 3. С. 63–76.
24. *Степанов А. Л.* Моделирование работы щелевого трансформаторного вихретокового преобразователя с однородным электромагнитным полем. Изучение влияния поперечного перемещения объекта контроля. Ч. 4 // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2007. № 3. С. 63–70.
25. *Дедегкаев А. Г., Степанов А. Л.* Ориентированная для САПР универсальная математическая модель вихретокового преобразователя. Часть 1 // Результирующее поле обмотки возбуждения. Вестник Дагестанского государственного технического университета. 2015. № 1. (Вып. 36). С. 70–78.

26. Степанов А. Л., Дедегкаев А. Г. Математическая модель вихретокового преобразователя. ЭДС измерительных обмоток // Труды Сев.-Кавк. гор.-мет. ин-та (ГТУ). 2015. Вып. 22. Владикавказ. С. 22–31.
27. Черный С. Г. Судовые компьютерные сети: Конспект лекций для студентов направления 6.070104 «Морской и речной транспорт» специальности «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики», для студентов направления 6.050702 «Электромеханика» специальности «Электрические системы и комплексы транспортных средств», специальности «Электромеханические системы автоматизации и электропривод» дневной и заочной форм обучения. [Электронный ресурс] Керчь. КГМТУ. 2011. (01.12.2011). URL :https://studopedia.ru/4_117898_vvedenie.html (дата обращения 20.10.2017).
28. Иванов А. И. Широкополосный УМЗЧ с малыми нелинейными искажениями // Радио. 1994. № 2. С.12–13.
29. Демин С., Сенаторов Д. Доработка проигрывателя компакт-дисков // Радио. 2002. №2. С. 34.
30. ГОСТ 24289–80. Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения.
31. Биметаллическая проволока / А. Л. Тарнавский, В. В. Гурылев, Б. Б. Щуровский и др. М.: Металлургиздат, 1963. 122 с.
32. Степанов А. Л., Дедегкаев А. Г., Пагиев К. Х. Математическая модель взаимодействия щелевых вихретоковых преобразователей и проводящих цилиндрических объектов // Изв. вузов. Электромеханика. 2006. № 2. С. 7–14.



УДК 621.383.8

*Канд. техн. наук, доцент КОДЗАСОВА Т. Л.,
студент КОДЗАСОВ В. А.*

БЕСКОНТАКТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОНКИХ И СВЕРХТОНКИХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК

Данная работа посвящена описанию бесконтактного метода определения диэлектрических характеристик тонких и сверхтонких полимерных пленок.

Ключевые слова: *полимерные материалы, тонкие пленки, сверхтонкие пленки, диэлектрическая проницаемость, тангенс диэлектрических потерь.*

T. L. Kodzasova, V. A. Kodzasov

CONTACTLESS METHOD OF THE DETERMINATION OF DIELECTRIC PROPERTIES OF THIN AND ULTRATHIN POLYMER FILMS

This work is devoted to description of a non-contact method of determining the dielectric properties of thin and ultrathin polymer films.

Key words: *polymeric materials, thin films, ultrathin films, dielectric permeability, tangent of dielectric losses.*

Бесконтактный метод определения диэлектрических характеристик тонких и сверхтонких полимерных пленок – это эффективный метод измерения основных функциональных параметров электронных материалов, к которым относятся диэлектрическая проницаемость ϵ и тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$. Тонкие и сверхтонкие пленки являются важнейшими элементами конструкций приборов микроэлектроники.

Бесконтактные методы определения диэлектрических параметров полимерных материалов были предложены специально для тонких и сверхтонких пленок, применяемых в электронных устройствах, поскольку обычные традиционные методы определения этих параметров в данном случае не работают. Во-первых, потому что очень тонкие пленки в этом диапазоне легко деформируются и сминаются. Во-вторых, потому что невозможно изготовить однослойные опытные образцы конденсаторов для измерений.

В данной работе предложено расширение диапазона и улучшение качества методики, разработанной ранее и нашедшей применение. Она оказалась достаточно эффективной.

1. Показана невозможность создания опытных конденсаторов по следующим причинам:

- контактные электроды в конденсаторах невозможны из-за вакуумных прослоек;
- притертые электроды невозможны из-за того, что толщина смазки соизмерима с толщиной пленки;
- напыленные в вакууме электроды невозможны из-за того, что глубина диффузии напыляемых металлов соизмерима с толщиной пленки.

2. В качестве опытных образцов применяются многослойные пакеты, составленные из испытываемых пленок.

3. Предложенная методика с применением микрометрических электродов описана в работе [1].

4. Определение толщины пакета производится путем измерения толщины каждой пленки, что очень невыгодно.

В результате проведенного анализа даны предложения по улучшению качества измерений и расширению диапазона применения.

1. Измеряемые толщины должны быть расширены с 25 мкм до минимальных толщин 5–1 мкм и менее. Для этого необходимо разработать миниатюрные микрометрические электроды, точность измерений которых не хуже 0,1 мкм.

2. Должны быть ужесточены требования к точности измерений поскольку свойства очень тонких пленок зависят от толщины. Это связано с тем, что в каждой пленке существует два слоя (приповерхностный слой толщиной 1–1,5 мкм, в котором энергетические связи между молекулами асимметричны, и объемный слой, где эти связи симметричны. Свойства этих слоев глубоко различны. Если имеется образец толщиной 1 мм, то влияние приповерхностного слоя для него ничтожно. Если имеется пленка толщиной 1–2–3 мкм, то на базе оптиметров – толщина единичных пленок в пакете получается путем деления общей толщины пакета на количество слоев.

Как и в ГОСТе [2] измерения производятся в два этапа[1].

1 этап. Устанавливается расстояние между микрометрическими электродами, равное d_0 . В межэлектродное пространство вводится пакет измеряе-

мых пленок. Замеряются: C_0 – емкость полученного конденсатора; d_0 – толщины измеряемых пленок; $\text{tg } \delta_1$ или Q_1 .

2 этап. Из конденсатора извлекается пакет пленок, восстанавливается емкость конденсатора до уровня C_0 путем сближения электродов; $D_{\text{экв}}$ – расстояние между электродами, при котором емкость конденсатора равна C_0 . Замеряются $d_{\text{экв}}$, $\text{tg } \delta_2$ или Q_2 .

Полученных данных достаточно для расчета ϵ и $\text{tg } \delta$ испытываемых пленок.

Далее приводятся формулы для расчета.

Диэлектрическая проницаемость ϵ определяется по формуле:

$$\epsilon = \frac{d_0}{d_{\text{экв}} - d_g},$$

где d_0 – суммарная толщина пленок в пакете.

$$d_g = d_0 - d_\delta.$$

Формула для расчета тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg } \delta_\Delta$:

$$\text{tg } \delta_\Delta = (\text{tg } \delta_{\text{изм1}} - \text{tg } \delta_{\text{изм2}}) \cdot \left(1 + \frac{d_g}{d_\Delta - d_g} \right).$$

Или при измерении на куметре:

$$\text{tg } \delta_\Delta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1 \cdot Q_2} \cdot \left(1 + \frac{d_g}{d_\Delta - d_g} \right).$$

При отсутствии воздушного зазора (толстые образцы), когда воздушный зазор $d_\Delta = 0$, вышеприведенные формулы превращаются в формулы, рекомендованные 22372-77 [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодзасова Т. Л., Кодзасова А. А. Бесконтактный способ определения ϵ и $\text{tg } \delta$ тонких и сверхтонких диэлектрических пленок в диапазоне частот 10^2 – 10^8 Гц // Сборник научных трудов СООАНВШ РФ . 2012. Вып. № 10.
2. ГОСТ-22372-77 «Методы определения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне частот от 100 до $5 \cdot 10^6$ Гц». М., 1977.
3. Кодзасова Т. Л. Бесконтактный способ определения ϵ и $\text{tg } \delta$ тонких и сверхтонких диэлектрических и сегнетоэлектрических пленок в диапазоне частот 100 – 10^6 Гц. Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2010.



УДК 624.012.36

Канд. техн. наук, доцент МАНУКЯНЦ А. Х.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА МОНОЛИТНОГО БЕЗБАЛОЧНОГО БЕСКАПИТЕЛЬНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ

Рассмотрен каркас здания с базилически монолитным железобетонным потолком.

Ключевые слова: *капитель, ригель, надколонная плита, расчетная схема, безбалочное перекрытие.*

A. H. Manukians

FEATURES OF THE CALCULATION OF MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE FLOORS BACKPEDALING

The considered frame of the building with a column grid of 6x6 meters and basipetally monolithic reinforced concrete ceiling. It is noted that the lack of capitails does not provid a complete rigid coupling of columns with a plate and promotes uniform distribution of the bending moments across the width of the plate.

Key words: *Capital, replacement frame, nadolinny plate, braced system, settlement scheme.*

В настоящее время наибольшее применение получили монолитные безбалочные бескапительные перекрытия взамен перекрытий с капителиями.

Известно [1–3], что устройство капителей необходимо для более жесткого сопряжения колонны с плитой и равномерного распределения изгибающих моментов по ширине плиты.

Наличие капителей позволяет выполнять расчет плиты методом заменяющих рам, основанным на расчленении безбалочного перекрытия на две взаимно перпендикулярные системы рам, за ригели которых принимаются полосы плиты шириной, равной полусумме прилегающих пролетов плиты перпендикулярного направления.

После расчета заменяющих рам окончательные значения моментов ригелей рамы распределяются между надколонными и пролетными полосами шириной, равной половине пролета перпендикулярного направления.

Отсутствие капителей в монолитном безбалочном перекрытии не обеспечивает полного жесткого сопряжения колонны с плитой и не способствует равномерному распределению изгибающих моментов по ширине плиты. Поэтому расчет по методу заменяющих рам требует корректировки в части уменьшения ширины надколонной плиты. Очевидно также, что отсутствие капителей уменьшает сопротивление каркаса горизонтальным нагрузкам. В связи с этим конструктивную схему здания целесообразно принять по связевой системе с диафрагмами жесткости, что позволяет каркасу воспринимать только вертикальные нагрузки.

Чтобы выявить влияние расчетной схемы на армирование плиты, выполнены расчеты монолитного безбалочного бескапитального перекрытия с надколонной плитой шириной от 0,6 м до 3,0 м. При этом надколонная плита является ригелем рамы, воспринимающим только вертикальные нагрузки.

Для расчета выбран каркас здания с сеткой колонн 6×6 м, сечением колонн 0,4 × 0,4 м, толщиной плиты 0,22 м, расчетной нагрузкой на перекрытие 10 кН/м².

Нагрузка на ригель, передаваемая по грузовым площадям в виде треугольников, заменяется на эквивалентную равномерно распределенную путем умножения на коэффициент 5/8. Тогда погонная равномерно распределенная нагрузка на ригель составляет

$$q = 5 / 8 \cdot 60 = 37,5 \text{ кН/м.}$$

От этой нагрузки определены опорные и пролетные изгибающие моменты соответственно по формулам:

$$M_{\text{оп}} = qL^2 / 12 = 37,5 \cdot 6^2 / 12 = 112 \text{ кН} \cdot \text{м,}$$

$$M_{\text{пр}} = qL^2 / 24 = 37,5 \cdot 6^2 / 24 = 56,25 \text{ кН} \cdot \text{м,}$$

где L – пролет ригеля.

Учет развития пластических деформаций позволяет уравнивать опорный и пролетный изгибающие моменты ригеля (надколонной плиты):

$$M_{\text{оп}} = M_{\text{пр}} = qL^2 / 16 = 37,5 \cdot 6^2 / 16 = 84,375 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

По данному моменту подобрана продольная рабочая арматура надколонной плиты.

В результате при ее ширине в пределах 0,6÷3,0 м принято одинаковое число симметричной арматуры в количестве 13Ø12А-III с различным шагом.

Пересечение надколонных плит образует пролетную плиту квадратной формы, которая рассчитывается как плита, опертая по контуру, армируется арматурой Ø6А-III. Размеры в плане пролетной плиты, в зависимости от ширины надколонной плиты, составляют 5,4; 4,8; 4,2; 3,6 и 3,0 м (рис. 1).

Расчеты показали, что с уменьшением ширины надколонной плиты, принимаемой за ригель рамы, увеличивается расход арматуры. Для плиты с размерами 6×6 м изменение расхода арматуры находится в пределах от 590 кг до 730 кг – увеличение составило 20 %.

Кроме расчета плиты перекрытия по изгибающему моменту, выполнен также расчет на продавливание по расчетной схеме, представленной на рис. 2 [4]. При этом предполагают, что продавливание происходит по боковой поверхности пирамиды, меньшим основанием которой служит площадь сечения колонны, а боковые грани наклонены под углом 45° к горизонтали.

При расчетной нагрузке на перекрытие $q = 10 \text{ кН/м}^2$ и толщине плиты 0,22 м продавливающая сила составила 354 кН, а прочность плиты на продавливание – 363 кН. Это означает, что прочность плиты на продавливание обеспечена.

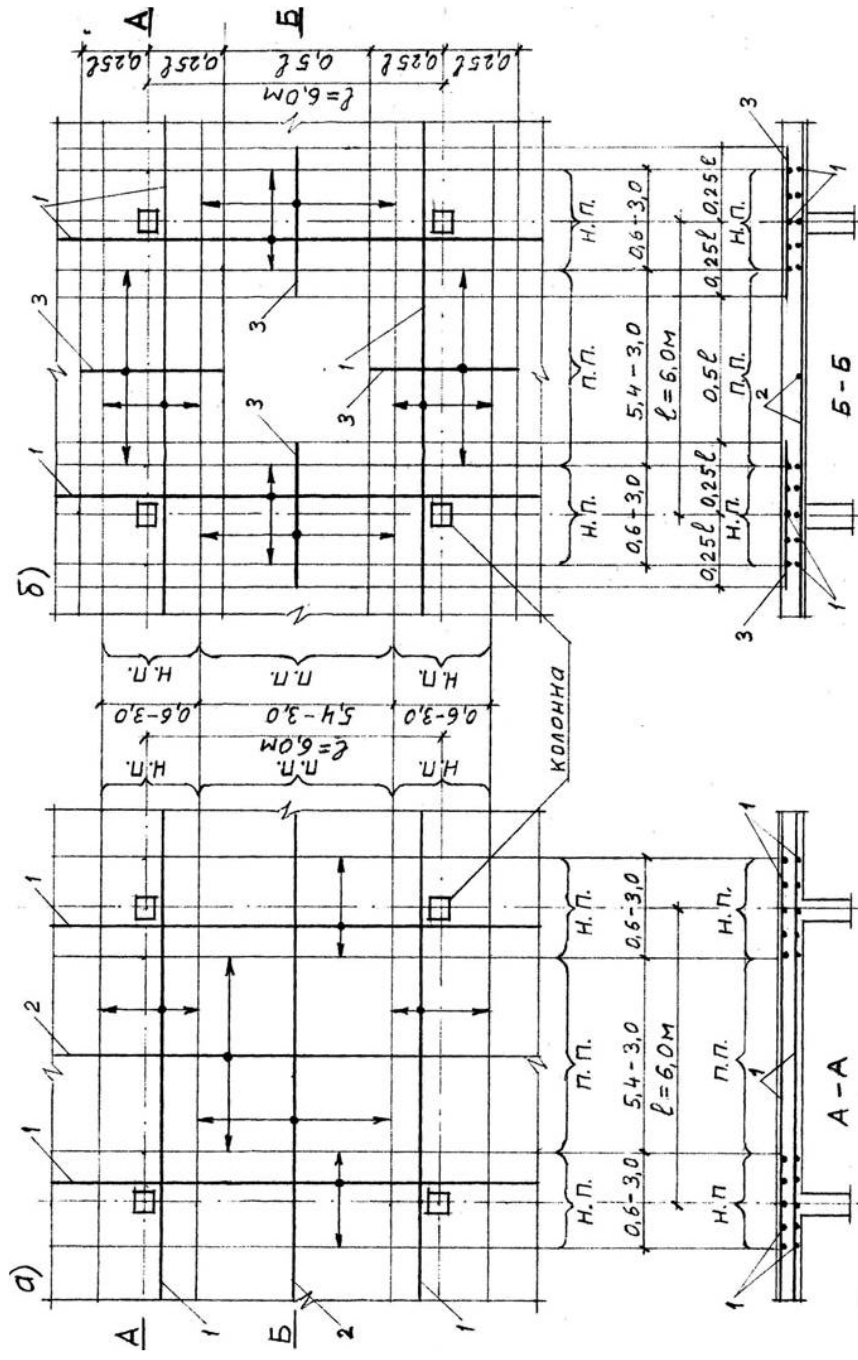


Рис. 1. Армирование монолитного безбалочного бескапитального перекрытия:
 а — у нижней грани; б — у верхней грани; Н.П. — накладная плита; П.П. — пролетная плита

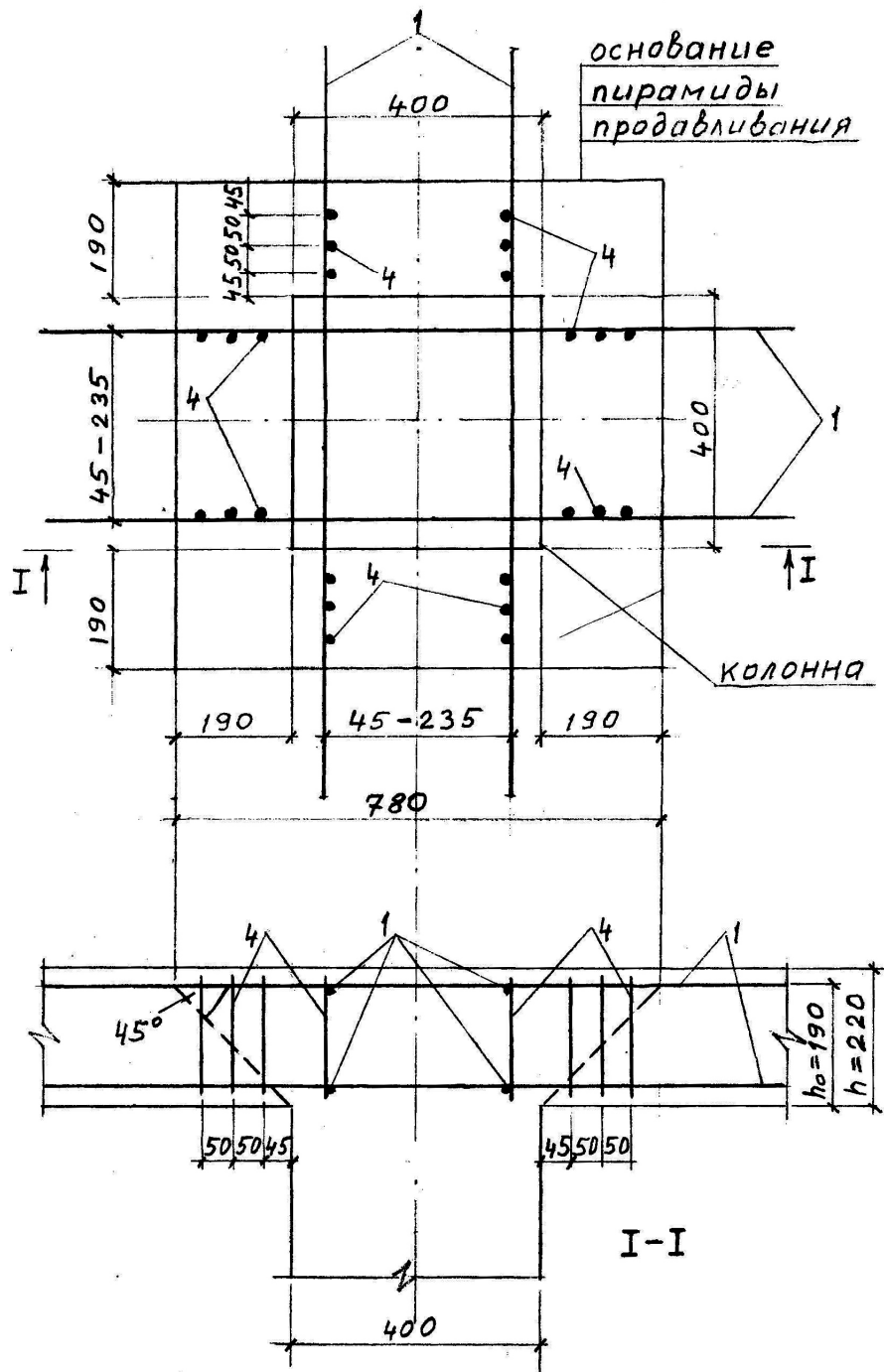


Рис. 2. Расчетная схема плиты на продавливание, армирование сопряжения плиты

Прочность на продавливание можно увеличить путем установки поперечной арматуры, пересекающей боковые грани пирамиды продавливания.

Если, например, установить в зоне продавливания три поперечных стержня в два ряда с шагом 50 мм у каждой грани колонны, то прочность плиты на продавливание увеличится на 180 кН при стержнях Ø6А-I и на 240 кН при Ø6А-III.

На рис. 1, 2 арматура обозначена позициями:

1-Ø12А-III, симметричная с шагом 45, 90, 145, 185 и 235 мм соответственно для надколонных плит (н.п.) шириной 0,6; 1,2; 1,8; 2,4 и 3,0 м.

2-Ø6А-III, у нижней грани плиты с шагом 120, 130, 200, 250 и 300 мм соответственно для пролетных плит (п.п.) со стороны 5,4; 4,8; 4,2; 3,6 и 3,0 м.

3-Ø6А-III, у верхней грани плиты с шагом 120; 130; 200; 250 и 300 мм соответственно для надколонных плит (н.п.) шириной 0,6; 1,2; 1,8; 2,4 и 3,0 м.

4-Ø6А-I (Ø6А-III), поперечная, шаг 50 мм.

Таким образом, отсутствие капителей существенно влияет на напряженное состояние монолитного безбалочного перекрытия и требует уточнения его расчетной схемы согласно выполненным расчетам.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Велихова П. А.* Проектирование и расчет железобетонных сооружений / перевод с немецкого. АО «Московское научное издательство». М.: «МА-КИЗ», 1928.

2. Справочник проектировщика промышленных сооружений. Том IV. Железобетонные конструкции. Главная редакция строительной литературы. Москва-Ленинград, 1935.

3. *Дорфман А. Э., Левонтин Л. Н.* Проектирование безбалочных бескапитальных перекрытий. М.: Стройиздат, 1975.

4. *Гольшова А. Б.* Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие. Киев: Будивельник. 1985.



УДК 621.928.3

Д-р техн. наук, доцент АГУЗАРОВ В. О.,
аспирант АГУЗАРОВ Г. В.

ВЛИЯНИЕ РЕЛАКСАЦИИ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛАХ НА ИЗНОС ШЕЕК

В коленчатых валах в галтелях шатунных шеек в основном концентрируются остаточные напряжения, которые при пробеге двигателя от 50–130 тыс. км релаксируют напряжение и коробят вал. Он изгибается, бьется. Шатуны становятся в нижней части под углом. Поскольку зазор между буртом шатунной шейки и нижней частью шатуна маленький, трение шатуна происходит с выделением тепла, которое передается вкладышу и он плавится.

Считалось, что тепло приводит к биению коленчатого вала. Однако эксперимент по нагреву шатунной шейки показал обратное.

В настоящее время коленчатые валы КАМАЗа выполняются частично без полостей в шатунных шейках и подвергаются азотированию.

Что закаленные валы, что азотированные имеют концентраторы напряжений. Концентраторы напряжений – это в основном галтели шатунных шеек.

Ключевые слова: *полость, шатунная шейка, напряжение, коленчатый вал, биение, нагрев, азотирование, закалка, ремонтпригодность.*

V. O. Aguzarov, G. V. Aguzarov

THE INFLUENCE OF RELAXATION OF RESIDUAL STRESSES IN CRANKSHAFTS FOR WEAR NECKS

The crankshafts in galteljah crankpins mainly concentrated residual stresses that while mileage engine from 50-130 thousand. km relaksirujut voltage and which elevates the shaft. He bent beats. Connecting rods are the bottom of the angle. Because the gap between the collar and the bottom of the neck moved Rod little connecting rods rubbing against, heat is generated, which is passed to the liner and he melts. It was thought that the heat leads to oscillation of the crankshaft.

However, the experiment on the heat moved back and neck showed the opposite. Currently, crankshafts, KAMAZ executed partially without cavities in the connecting rod and shakes are subjected to nitriding. That hardened shafts that nitrided have stress concentrators. It's mostly stress concentrators galteli crankpins.

Key words: *cavity, crankpin, voltage, crankshaft, heartbeat, heating, hardening, nitriding, maintainability.*

До настоящего времени еще нечетко выявлены признаки, по которым надлежит классифицировать износ, поэтому, естественно, не создано и единой классификации видов износа [1–4], и тем более для сопряжения шейка-вкладыш коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания.

Научные основы создания условий, обеспечивающих надежную, длительную, малоизносную работу опор, базируются главным образом на гидродинамической теории смазки. Но и подшипники, предназначенные для работы в условиях гидродинамической смазки, во время пуска и остановки машины, работают в условиях граничной смазки [5; 6].

К настоящему времени гидродинамическая теория смазки и связанная с ней теория граничного трения достигли такого развития, при котором возможна реализация существенно возросших удельных нагрузок на опорах при одновременном повышении сроков их службы. Срок службы опор двигателя высокий, но и немало случаев преждевременного выхода их из строя.

Исследование видов износа пары трения шейка – вкладыш коленчатого вала V-образных двигателей внутреннего сгорания было проведено более чем на 240 карбюраторных и дизельных двигателях мощностью 95–150 кВт, поступающих на ремонтные заводы. При определении видов износа использованы имеющиеся рекомендации, согласно которым, по Б. И. Костецкому, предлагается различать пять видов износа деталей машин: схватывание первого рода, окислительный, тепловой (схватывание второго рода), абразивный и осповидный (усталостный).

20–23 % двигателей, поступающих на ремонт, имеют износ шатунных шеек коленчатого вала в начальной стадии, похожий на схватывание первого рода [7–10]. Однако здесь трение происходит при наличии смазочного материала и сопровождается налипанием антифрикционного сплава на шатунную шейку в условиях высоких скоростей относительного перемещения трущихся поверхностей. В дальнейшем процесс налипания антифрикционного сплава развивается, в результате чего перекрываются масляные каналы, масло в зону трения не поступает, и температура в ней резко повышается, вызывая оплавление пары трения. Плавится не только поверхность шатунной шейки (рис. 1), но и стальная основа вкладыша, что свидетельствует о достижении в сопряжении температуры плавления стали.

Характерные особенности данного вида износа деталей – возникновение в условиях высоких скоростей скольжения сопряженных поверхностей и при наличии смазочного материала, а также существенное повышение температуры в зоне трения – не позволяют классифицировать его как схватывание первого рода; его следует отнести к тепловому износу [11–14]. Эти валы имеют биение.

Оплавление пары трения шатунная шейка-вкладыш происходит за счет возникновения дополнительной зоны трения в сопряжении и уменьшения теплоотвода от нее смазочным материалом, которая возникает из-за увеличения биения коленчатого вала в процессе работы двигателя.

Исследования показали, что плавлению пары трения шатунная шейка – вкладыш предшествует биение коленчатого вала, хотя есть мнение, что биение вызывается оплавлением пары трения. Для этого был проведен эксперимент, состоящий в том, что шатунные шейки коленчатого вала нагревали газовой горелкой до 700–800 °С на глубину 4–5 мм, при этом закаленный слой подвергли отпуску, после чего измеряли биение вала; оно составляло 0,15–0,2 мм. Биение коленчатых валов с оплавленными шатунными шейками (обычно бывает оплавлена одна шейка, редко – две), достигающее 2 мм, является результатом релаксации остаточных напряжений правки и рихтовки в горячем

состоянии. Коренные подшипники этих валов остаются не оплавленными, биение валов, у которых оплавлены коренные и шатунные шейки (их число составляет около 3 % от всех поступающих в ремонт валов), является результатом их работы при недостатке или отсутствии смазочного материала и не превышает 0,3 мм.

Что за дополнительная зона трения, которая возникает из-за увеличения биения коленчатого вала в процессе работы двигателя?

Коренные шейки валов с оплавленными шатунными шейками имеют повышенный износ. Средняя величина износа коренных шеек коленчатых валов КАМАЗа, имеющих оплавленную шатунную шейку, составляет $X = 0,06$ мм. Среднее квадратическое отклонение $S1 = 0,05$ мм. Среднее значение износа коренных шеек коленчатого вала ЗИЛ-130 $X2 = 0,14$ мм, среднее квадратическое отклонение $S2 = 0,035$ мм. Коленчатый вал КАМАЗа имеет меньший износ, так как он из легированной стали 42ХМФА, а ЗИЛ-130 из стали 45. Износ вкладышей в 1,5 раза больше чем шеек. Начальный зазор в коренном подшипнике 0,1–0,156 мм. Иногда зазор в подшипнике доходит от 0,4 до 0,8 мм.

С увеличением износа увеличивается релаксация остаточных напряжений правки (ЗИЛ-130) или рихтовки (КАМАЗ, ГАЗ), что приводит к увеличению биения коленчатого вала. Биение увеличивается за счет того, что образующая шатунной шейки (со стороны коренных) уменьшается, укорачивается или сжимается освободившимися напряжениями. Щеки уже не параллельны друг другу, а становятся под углом. Укорочение составляет до 0,44 мм. Причем – это отклонение от нижнего предела длины шатунной шейки. Длина шатунной шейки для КАМАЗа 67 мм.

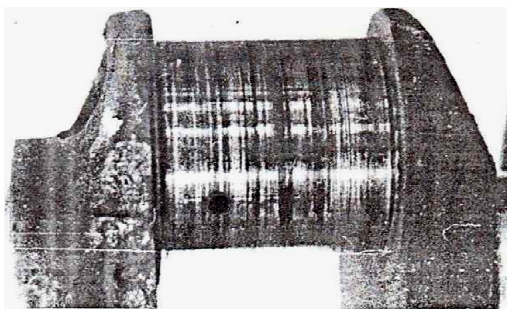


Рис. 1. Оплавление шатунной шейки

В настоящее время появились коленчатые валы иностранных двигателей без полостей в шатунных шейках. В пример иностранным коленчатым валам завод КАМАЗ начал выпускать часть двигателей внутреннего сгорания с коленчатыми валами без полостей в шатунных шейках. Все эти валы без полостей подвергаются (для увеличения срока службы) азотированию шеек вместо закалки токами высокой частоты.

Азотированные коленчатые валы имеют один ремонтный размер – 0,25 мм. И то, если шейки не будут изношены и вал не будет бить.

А валы, в которых оплавлена одна шатунная шейка, будут иметь биение 1 мм, а иногда и больше. Качество таких валов в пределах 20 %.

Кроме того, валы, не имеющие повреждения шатунных шеек, тоже имеют биение 0,03–0,05 мм. Это в пределах 30–40 % и они будут заменены на новые азотированные коленчатые валы. Причем новые коленчатые валы необходимо балансировать с маховиком и корзиной, иначе они будут ломаться.

У азотированных коленчатых валов при транспортировке со станка на станок образуются вмятины, которые оказывают отрицательное влияние на работу подшипника. И еще – при азотировании увеличиваются диаметры коленчатых валов на 0,02 мм, что необходимо учитывать.

Относительно ремонтпригодности можно сказать, что азотированные валы не выдерживают и одного ремонтного размера. В этом плане у коленчатого вала КАМАЗа большое преимущество. ПО «КАМАЗ» выпускает коленчатые валы с десятью ремонтными размерами [12–13]. Один коленчатый вал КАМАЗа, изготовленный закалкой токами высокой частоты, может заменить шесть азотированных валов, которые идут в печь на переплавку. Кроме того, коленчатые валы, имеющие биение до 1 мм и более, могут быть выправлены до 0,2–0,3 мм, то есть до следующего ремонтного размера. Ремонтные заводы занимались этой правкой.

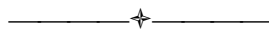
Ремонтпригодность коленчатого вала КАМАЗ, будь он с полостями в шатунных шейках или без них, хорошая.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Крагельский И. В., Добычин М. Н. и др.* / В кн.: Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977. С. 526.
2. *Кащеев В. Н.* О зависимости износостойкости металла в абразивном потоке от его поверхностной твердости, возникающей в процессе механической обработки // Изв. вузов. Физика. 1959. № 5. С. 58–63.
3. *Кошкин К. Т., Финкильштейн Э. С.* / В кн.: Износы и деформации деталей двигателя ЗИЛ-130. М.: Высшая школа, 1971.
4. *Липкинд А. Г.* / В кн.: Особенности ремонта двигателя ЗИЛ-130. Повышение качества ремонта автомобилей на заводах. М.: Московский дом научно-технической пропаганды им. Дзержинского, 1972.
5. *Краснов В. В., Адамович А. В.* Расчет многоопорных коленчатых валов тракторных дизелей с учетом деформации и выработки подшипников // Тракторы и с/х машины. 1976. № 2. С. 11–13.
6. *Козлов И. П. и др.* Износ шеек коленчатых валов двигателей ЗИЛ-130 // Сб. науч. тр. МИИСП. Ремонт машин и технология металлов. М., 1973. Т. X. Вып. 4. Ч. 1. С. 51–55.
7. *Липкинд А. Г. и др.* / В кн.: Ремонт автомобилей ЗИЛ-130. М.: Транспорт, 1970.
8. *Кошкин К. Т., Филькиштейн Э. С.* / В кн.: Износы и деформации деталей двигателя ЗИЛ-130. М.: Высшая школа, 1971.
9. *Мишин И. А.* Долговечность двигателей. Л.: Машиностроение, 1976. С. 288.
10. *Власов Ю. Л., Кондратенко М. Ю.* Абразивное изнашивание и ресурс двигателей КАМАЗ-740 // Автомобильная промышленность. 1987. № 7.
11. *Вентцель С. В.* / В кн. Смазка двигателей внутреннего сгорания. М.: Машгиз, 1963.
12. *Титунин Б. А.* Ремонт автомобилей КАМАЗ.

13. Агузаров В. О. Исследование причин деформации и повреждений коленчатых валов ЗИЛ-130 с целью увеличения межремонтного ресурса двигателя. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1974.

14. Буравцев С. К. Исследование работы подшипников и уравновешенности V-образного двигателя при изменении масс кривошипно-шатунного механизма: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1969.



УДК 622.235.432

Канд. техн. наук, доцент МАСКОВ Ю. П.

БЛУЖДАЮЩИЕ ТОКИ НА ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Рассмотрены различные типы блуждающих токов на подземных горных предприятиях (электротяговые, токи утечки, токи электростатических разрядов) и их вредные и опасные проявления: коррозия, влияние на электровзрывные цепи, измерительные цепи и т. п. Дан качественный анализ различных проявлений блуждающих токов, предложены рекомендации по уменьшению их вредного воздействия, относящиеся как к источникам блуждающих токов, так и к подверженным влиянию объектам. Особенно рассмотрено влияние блуждающих токов на электродетонаторы в связи с возможностью втекания блуждающих токов в электровзрывные цепи и вызванное этими токами несанкционированное срабатывание электродетонаторов, которое может привести к преждевременному взрыву со всеми вытекающими катастрофическими последствиями.

Ключевые слова: блуждающие токи, электровзрывание, подземные горные предприятия, электровзрывные цепи, преждевременный взрыв, защитные мероприятия.

В последнее время все большее внимание уделяется исследованию блуждающих токов, что объясняется их возрастающей интенсивностью и многообразием вредных и опасных проявлений. Особенно актуальной эта проблема является для горных предприятий, в частности, в связи с возможностью преждевременных взрывов зарядов вследствие воздействия блуждающих токов на электровзрывные сети.

Блуждающими токами называются токи, протекающие вне основной тоководущей системы по путям, не предназначенным для их протекания. Блуждающие токи классифицируются по виду источника и условиям возникновения. Различают пять видов блуждающих токов:

- 1) электротяговые блуждающие токи;
- 2) токи утечки из электрических цепей;
- 3) токи электромагнитных излучений;
- 4) токи электрических разрядов;
- 5) токи грозовых разрядов и ударов молнии.

На подземных горных предприятиях наиболее сильно проявляются три вида:

1. **Электротяговые блуждающие токи.** Их источниками являются токоведущие рельсовые пути контактной электровозной откатки. При прохождении по рельсам электрического тока часть его утекает в землю вследствие того, что рельсы всегда имеют естественный электрический контакт с грунтом. При этом образуются обширные зоны растекания блуждающих токов. Доля тока утечки из рельсов в землю тем больше, чем больше продольное сопротивление рельсовых путей, чем меньше переходное сопротивление от рельсов к грунту, чем больше электропроводность грунта.

Электротяговые блуждающие токи проявляются наиболее часто вследствие большой мощности источника и длительности протекания.

2. **Токи утечки из электрических сетей** образуются вследствие нарушения изоляции токоведущих проводов от земли, в частности, при различных замыканиях на землю, в результате чего часть тока утекает из сети в землю, распространяясь в различных направлениях. Величина и зона распространения токов утечки из электрических сетей зависит в основном от напряжения, геометрии сети, типа короткого замыкания, электрических свойств среды.

Как и в случае электротяговых блуждающих токов, поле токов из электрических сетей описываются уравнениями:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{E} &= 0; \\ \vec{\delta} &= \gamma \vec{E}; \\ \operatorname{div} \vec{\delta} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

где \vec{E} – вектор напряженности электрического поля, В/м;

$\vec{\delta}$ – вектор плотности блуждающих токов, А/м²;

γ – удельная электрическая проводимость грунта, См/м.

3. **Токи электрических разрядов.** Источниками блуждающих токов этого типа являются различные наэлектризованные тела, или тела, обладающие остаточным электрическим зарядом. Электризация происходит при механизированном зарядании шпуров, в результате снежных бурь, при трении различных материалов, на одежде рабочего и т. п. В результате электризации тела накапливают тот или иной электрический заряд. Заряд может возникнуть и без электризации, например, на кабеле, после его отключения, если кабель не заземлен. При распространении зарядов в системе заряженных тел протекают токи, величина которых зависит от величины зарядов и электрических параметров цепей, по которым течет ток.

Блуждающие токи иногда называют также сторонними токами, а их источники – сторонними источниками, хотя эти понятия не согласуются с общепринятыми в физике понятиями сторонних ЭДС.

Основными проявлениями блуждающих токов являются: действие на электровзрывные сети (все типы блуждающих токов); коррозия (электротяговые блуждающие токи); действие на цепи автоматики и управления (измерительные, электротяговые утечки, индуктивное влияние); непосредственное опасное воздействие на ВВ или детонирующий шнур (в основном, вследствие

электризации при пневмозарядании); нежелательное и часто опасное воздействие на человека (в различной степени – все типы блуждающих токов).

Наиболее опасным проявлением блуждающих токов является их воздействие на электродетонаторы (ЭД). Протекание блуждающих токов через электродетонаторы может привести к преждевременному взрыву со всеми вытекающими катастрофическими последствиями. Существуют два основных способа возникновения блуждающих токов в электровзрывной сети: втеkanie через участки с поврежденной изоляцией, наведение в электровзрывной сети с нормальной (или нарушенной) изоляцией в результате различных электромагнитных воздействий.

Ток, втекающий в электровзрывную сеть, будет тем больше, чем больше разность потенциалов в местах контакта, и чем меньше входное сопротивление образовавшейся цепи. Повреждение изоляции может привести к втечанию в электровзрывную сеть электротяговых блуждающих токов, токов утечки, токов электрических разрядов (включая грозовые).

Подробные исследования влияния блуждающих токов на электровзрывные цепи приводятся в [1; 2; 5; 6] и других.

При пневмозарядании взрывных полостей возможна интенсивная электризация ВВ, зарядного шланга, детонирующего шнура. Электризация сопровождается возникновением разноименно заряженных областей. Разность потенциалов между разноименно заряженными областями может достигнуть таких значений, что возникает электрический искровой разряд (непосредственно в массе ВВ, в детонирующем шнуре, электродетонаторе или аэровзвеси ВВ). В некоторых случаях энергии искрового разряда может оказаться достаточно для того, чтоб вызвать преждевременный взрыв.

Большой материальный ущерб приносит электрокоррозия под действием электротяговых блуждающих токов. Современное горное предприятие имеет разветвленные сети подземных металлических сооружений. Электрокоррозии подвергаются стальные и чугунные трубопроводы, стальные и свинцовые оболочки бронированных кабелей, металлическая крепь, конвейерные ставы, подошва рельсов, насосы и т.п. Участки повреждения обычно имеют площадь до нескольких квадратных сантиметров и значительную глубину. В некоторых случаях возникают сквозные повреждения. Интенсивность коррозии увеличивается при наличии в горных выработках агрессивной воды и почвы, а также влажной атмосферы. В результате коррозии металлических сооружений имеют место значительные потери металла.

В результате длительного влияния блуждающих токов на чугунные сооружения наблюдается графитизация чугуна. При этом металл выносятся токами из стенок сооружения, а остающийся графит создает видимость целостности стенок. Металл становится хрупким и разрушается от незначительных механических нагрузок, что может привести к аварии. Электрокоррозия приводит не только к существенному материальному ущербу, но и к различным аварийным ситуациям, дезорганизирующим ритмичную работу предприятия, представляющим реальную опасность для людей.

Если цепи автоматики, блокировки, сигнализации и другие используют в качестве одного из проводов землю, то блуждающие токи, втекая в эти цепи, могут привести к ложному срабатыванию устройств, потере управляемости автоматизированной установки, самопроизвольному включению. Так, в ряде

случаев были зарегистрированы самопроизвольные включения конвейеров, передача ложных сигналов, нарушения последовательности включения в цепях блокировки, вызванные блуждающими токами. При этом могут выйти из строя аппараты защиты, возникнуть серьезные аварии с механизмами, представляющими также опасность и для людей.

При измерении сопротивлений заземления, электрических параметров грунтов, изоляции различных установок относительно земли и некоторых других имеется возможность втекания блуждающего тока из земли в измерительную цепь. Это может существенно исказить результаты измерения, внести большую погрешность.

Блуждающие токи могут воздействовать непосредственно на тело человека. Например, при попадании под шаговое напряжение, при разряде через человека на землю различных заряженных тел, при непосредственном контакте с источником блуждающих токов. Принято считать, что электротяговые блуждающие токи неопасны для человека. Однако при плохом состоянии рельсовых стыков разность потенциалов, например, между токоведущим рельсом и трубопроводом (как показали экспериментальные исследования), может достигать 30–40 В. Учитывая, что при непосредственном контакте человека, рельса и трубопровода переходные сопротивления могут по различным причинам существенно уменьшиться (мокрые руки, сырая обувь и т. п.), следует признать опасным или, по крайней мере, нежелательным воздействие на человека электротяговых блуждающих токов.

Наиболее достоверным способом определения интенсивности, зоны распространения блуждающих токов, степени их опасности являются экспериментальные исследования. К настоящему времени накопился большой объем экспериментальных материалов по исследованию блуждающих токов на горных предприятиях.

Интенсивность, зона распространения и степень опасности блуждающих токов оцениваются различными способами: измерением разности потенциалов и токов между различными устройствами, непрерывной записью токов самописцами, осциллографированием и т. п.

Измерения электротяговых блуждающих токов проводились как в подземных условиях, так и на открытых горных разработках. Зарегистрированные значения колебались в очень широких пределах: от миллиампер до нескольких ампер. Так, величина тока между металлическими устройствами, находящимися в зоне растекания блуждающих токов, не имеющими электрического контакта с токоведущими рельсами (например, металлическая крепь и основания лебедки или конвейера), колебалась, в основном, в порядке 10–20 мА, а ток между токоведущим рельсовым путем и трубопроводом в отдельных случаях превышал 10 А (рудник «Молибден» г. Тырныауз). Токи утечки, проникающие из земли в подверженный влиянию объект, не превышают обычно 10–15 мА, однако при непосредственном контакте с устройством, случайно оказавшимся под напряжением (например, пускателем, корпусом двигателя), и землей токи утечки могут достигать, как и электротяговые, нескольких ампер. Токи утечки являются результатом аварийных, как правило, кратковременных режимов работы электроустановок.

Токи электрических разрядов протекают только в период разрядов (в большинстве случаев очень краткоременно), и поэтому при оценке их опас-

ности нельзя ориентироваться на амплитудное значение тока или напряжения. Необходимо учитывать энергию, способную выделиться при разряде. Наэлектризованные тела могут иметь потенциал в несколько киловольт, однако их электрической емкости может быть недостаточно для того, чтобы вызвать соответствующий эффект (воспламенение, взрыв и т. п.).

Многочисленные эксперименты, проведенные в СКГМИ (имитационное моделирование в сочетании с аналогичными исследованиями и статистической обработкой), позволили установить связь между величиной блуждающих токов и относительной вероятностью их появления. Эта связь хорошо описывается экспоненциальным законом распределения. Параметры закона имеют разную величину в зависимости от типа блуждающих токов и подверженных влиянию объектов. Выведенная зависимость является весьма важной, так как дает возможность прогнозировать вероятность возникновения блуждающих токов и возможных последствий их воздействия на различные объекты.

Рассмотрим основные мероприятия по уменьшению интенсивности и зоны распространения блуждающих токов. Для уменьшения интенсивности электротяговых блуждающих токов необходимо уменьшать сопротивление рельсового пути как обратного повода (применение отсасывающих кабелей, присоединение и прокладка параллельно рельсам старых кабелей, тросов и т. д.). Необходимо постоянно следить за сопротивлением рельсовых стыков.

Согласно ЕПБ сопротивление рельсового стыка должно быть не более сопротивления 4-х метров сплошного рельса. Для увеличения проводимости стыков можно применять графитовую проводящую смазку, дополнительные соединения проводниками; широкое распространение получили сварные стыки. Электрическое сопротивление рельсовых стыков должно периодически проверяться измерениями, в частности, с помощью стыкомеров.

Основные мероприятия по защите электровзрывных цепей и электродетонаторов от опасного воздействия блуждающих токов приведены в Федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности – «Правила безопасности при взрывных работах», утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 16 декабря 2013г. № 605.

Для защиты электровзрывных цепей от втекания сторонних (блуждающих) токов со всех электроустановок, кабелей, контактных и воздушных проводов и других источников электроэнергии (в том числе источников опасных электромагнитных излучений), действующих в зоне монтажа электровзрывной сети, напряжение должно быть снято до начала монтажа электровзрывной сети.

В подземных условиях в зону монтажа электровзрывной сети необходимо включать все выработки, в которых монтируется такая сеть.

При невозможности снятия напряжения с электрооборудования должны приниматься меры защиты от блуждающих токов (применение защищенных электродетонаторов, исключение повторного использования соединительных проводов, применение специальных зажимов для изоляции скруток проводов), утвержденные распорядительным документом организации, ведущей взрывные работы.

При монтаже электровзрывных сетей в подземных выработках допускается не отключать находящиеся в пределах опасной зоны вентиляторы местного проветривания, а также осветительные электрические сети и сигнализа-

цию напряжением не более 42 В с осуществлением мер защиты электродетонаторов от воздействия блуждающих токов.

В необходимых случаях при большом притоке воды в стволах допускается не снимать напряжение с насосов, при этом должны приниматься меры защиты от блуждающих токов.

При взрывании с помощью электродетонаторов, стойких к блуждающим токам и зарядам статистического электричества, допускается в выработках большого сечения использовать при зарядании и монтаже электровзрывной сети специальное самоходное оборудование с подъемными площадками.

Необходимо улучшать изоляцию токоведущих рельсов от грунта, т. е. увеличивать переходное сопротивление от рельсов к земле. Это достигается качественной прокладкой рельсовых путей, пропиткой шпал соответствующим составом и т. п. Нетокведущие рельсовые пути должны быть изолированы от токоведущих. При расчете электровозной откатки необходимо также учитывать, что с увеличением числа тяговых подстанций и рационального их расположения (при неизменной суммарной мощности потребителей) уменьшается интенсивность блуждающих токов.

Для уменьшения возможности выноса опасного потенциала в зону монтажа электровзрывной сети необходимо следить за тем, чтобы металлические устройства (особенно протяженные), не находящиеся под напряжением, не имели электрического контакта с токоведущими элементами или устройствами, которые могут оказаться под напряжением.

Для уменьшения интенсивности токов утечки необходимо применять меры, поддерживающие на должном уровне изоляцию силовых и осветительных сетей, ограничивающие ток короткого замыкания.

В условиях, вызывающих электризацию материала или объекта (например, при пневмотранспортировке ВВ), необходимо принимать меры (увлажнение, ограничение скорости ВВ, увеличение электрической проводимости пневмопровода и др.), снижающие электризацию.

Для уменьшения заряда, накапливающегося при электризации, необходимо создавать условия для стекания заряда в землю уже в процессе его образования, заземляя объекты, которые электризуются (например, электризующиеся шланги воздухопроводов должны быть обвиты металлической проволокой, присоединенной к заземляющему контуру). При возникновении остаточных зарядов на кабелях необходимо своевременно разряжать их с последующей проверкой остаточного потенциала.

Для предотвращения аварийных режимов необходимо, чтобы параметры и условия работы электрических установок и устройств, силовых и осветительных сетей соответствовали требованиям правил технической эксплуатации.

Для уменьшения интенсивности и зоны распространения в земле токов утечки необходимо повышать быстродействие защиты и автоматически отключать токоведущие элементы или устройства, находящиеся под напряжением, при различных замыканиях или нарушении изоляции.

Под влиянием блуждающих токов (электротяговых, утечки и др.) различные объекты, например металлическая крепь, трубопровод, рельсы и т. п. могут приобретать разные электрические потенциалы. Для снижения опасности можно временно, например на период монтажа электровзрывной сети и

производства взрыва, электрически соединять между собой объекты, имеющие различные потенциалы с целью создания эквипотенциальной зоны. При выравнивании потенциалов происходит и снижение их абсолютного уровня, что также уменьшает опасность.

В некоторых особо опасных случаях (высокой интенсивности блуждающих токов, невозможности соблюдать безопасные расстояния и т. п.) в качестве радикального средства устранения опасности можно рекомендовать отключение соответствующих источников: обесточивание на определенном участке токоведущих рельсовых путей и контактного провода, отключение тяговых или силовых подстанций и т. п.

Все перечисленные мероприятия относятся к источникам блуждающих токов. Они должны быть дополнены мероприятиями, относящимися к подверженным влиянию объектам. Эти мероприятия разрабатываются в соответствии с конкретными типами объектов (электровзрывная сеть, измерительная, ВВ и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Граевский М. М. и др.* Защита зарядов взрывчатых веществ от преждевременных взрывов блуждающими токами / Под ред. М. М. Граевского. М.: Недра, 1987. 381 с.
2. *Кушнеров П. И.* Безопасность взрывных работ при электровзрывании на угольных и сланцевых шахтах. Кемерово: Кузбассиздат, 2005. 661 с.
3. *Петров Ю. С.* Безопасность систем электровзрывания в горной промышленности // Безопасность в техносфере. 2012. № 5.
4. Единые правила безопасности при взрывных работах // (ПБ 13-407-01). Безопасность при взрывных работах. М.: ГУП НТЦ «Промышленная безопасность» Ростехнадзора России, 2002. № 13. Вып. 1. 248 с.
5. *Масков Ю. П., Худинян С. Г.* Опасные проявления блуждающих токов на горных предприятиях // Труды VII Международной научной конференции «Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений», Владикавказ, 14–16 сентября, 2010.
6. *Петров Ю. С., Масков Ю. П., Гуриев Р. Р., Грищенко А. С.* Экспериментальные исследования электротяговых блуждающих токов на подземных горных предприятиях // Труды СКГМИ (ГТУ). Владикавказ. 1996. Вып. 20.
7. *Масков Ю. П.* Основные методы ограничения электротяговых блуждающих токов на горных предприятиях // Вестник МАНЭБ. 2016. Т. 21.



УДК 621.548(470.65)

*Д-р техн. наук, профессор КЛЮЕВ Р. В.,
канд. техн. наук, доцент ГАВРИНА О. А.,
инженер ЛЫСОКОНЬ Э. С.,
магистр ПЕРЕЛЫГИНА А. В.,
МАДАЕВА М. З.**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК
ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

В статье обобщены сведения о ветроэнергетических установках, приведена классификация турбин ветрогенераторов. Рассмотрены новейшие разработки в области ветроэнергетики: как зарубежные, так и отечественные. Дана оценка ветроэнергетического потенциала Республики Северная Осетия-Алания с распределением среднегодовых скоростей ветра по районам республики. Построена роза ветров для местности, в которой находится проектируемая ветроэлектростанция (ВЭС) – селения Даргавс. Рассмотрено управление ветроэнергетической установкой: ориентация на направление ветра, регулирование мощности и частоты вращения ветродвигателя.

Ключевые слова: ветроэлектростанция, мощность, потребление электроэнергии, генератор.

*R. V. Klyuev, O. A. Gavrina, E. S. Lysokon,
A. V. PereLygina, M. Z. Madaeva*

**THE USE OF WIND TURBINES FOR POWER CONSUMERS
IN MOUNTAINOUS AREAS**

The article summarizes information about wind power plants, gives a classification of wind turbine turbines. The latest developments in the field of wind power engineering are considered: both foreign and domestic. The estimation of the wind energy potential of the Republic of North Ossetia-Alania with the distribution of average annual wind speeds in the regions of the republic is given. A wind rose for the area in which the projected wind power plant (VES) – the village of Dargavs is located. The management of the wind power plant is considered: orientation to the direction of the wind, regulation of the power and speed of rotation of the windmill.

Keywords: wind power station, power, electricity consumption, generator.

В настоящее время во многих странах значительные финансовые средства выделяются на развитие исследований в области возобновляемых источников электроэнергии, в том числе на перспективное использование энергии

* ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М. Д. Миллионщикова», г. Грозный

ветра. Необходим выбор наиболее перспективных районов с высоким ветроэнергетическим потенциалом, разработка методов эффективного применения ветроэнергетических установок, создание новых высокотехнологичных и экономичных материалов ветроустановок с целью повышения надежности энергоснабжения потребителей, улучшения экономических показателей [1–4].

В ходе работы было проведено исследование ветрового потенциала республики Северная Осетия-Алания.

К областям с наибольшими среднегодовыми скоростями ветра относятся Пригородный, Ирафский и Алагирский районы, поэтому именно эти районы стоит рассматривать в качестве потенциально пригодных для строительства ветроэлектростанций. В статье проведены расчеты ветроэлектростанции, используемой для электроснабжения потребителей с. Даргавс.

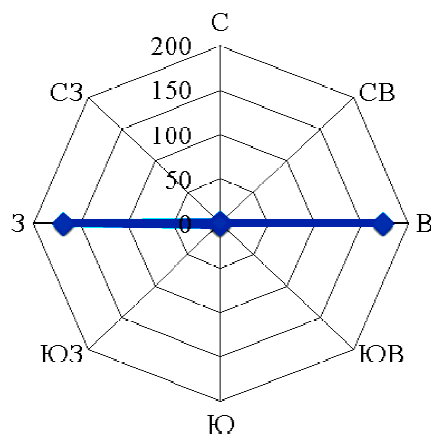


Рис. 1. Роза ветров с. Даргавс

По данным метеонаблюдений за 2016 год была построена роза ветров для с. Даргавс, приведенная на рис. 1, по которой видно, что в данном районе преобладают западные и восточные ветры.

Наибольшая среднегодовая скорость ветра по РСО-А наблюдалась в с. Даргавс, поэтому расположим проектируемую ВЭС именно там. Село Даргавс находится на высоте 1412 м над уровнем моря и является центром Даргавского сельского поселения – муниципального образования в Пригородном районе РСО-А. Постоянная численность населения (по состоянию

на 1 января 2016 года) составила 270 человек. В селе есть больница, школа, детский сад, дом культуры и пожарное депо.

С 1 января 2016 года норматив потребления электроэнергии для жителей жилых домов частной застройки республики составляет 137 кВт·ч на одного человека в месяц.

Тогда прогнозируемое потребление на 270 человек составит в месяц:

$$E_{\text{мес}} = 270 \cdot 137 = 36990, \text{ кВт}\cdot\text{ч}, \quad (1)$$

а суточное потребление района составит:

$$E_{\text{сут}} = \frac{E_{\text{мес}}}{30} = \frac{36990}{30} = 1233, \text{ кВт}\cdot\text{ч}. \quad (2)$$

Также необходимо обеспечить электроэнергией всю сопутствующую инфраструктуру. Расходы энергии с учетом этих потребителей в среднем возрастают на 40 %. При этом следует учесть возможные потери электроэнергии на нагрев в проводах и при трансформации. Тогда суточное энергопотребление района составит:

$$E_{\text{сут}} = 1,8 \cdot E_{\text{сут1}} = 1,8 \cdot 1233 = 2219, \text{ кВт}\cdot\text{ч}. \quad (3)$$

Необходимая мгновенная мощность $P_{\text{расч}}$, развиваемая ВЭУ:

$$P_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{сут}}}{T} = \frac{2219}{24} = 92,5, \text{ кВт}. \quad (4)$$

Известно, что при малых ветрах более продуктивно будут работать малые ветроустановки [2]. Соответственно, создание ветропарка из множества маломощных ВЭУ (до 50 кВт) более предпочтительно, чем установка одной ВЭУ мощностью, сопоставимой с расчетной. Далее производим выбор наиболее оптимального варианта, исходя из расчета общей стоимости ВЭУ. Были рассмотрены ветрогенераторы российского производства CondorAir номинальной мощностью 15, 18, 20, 30 и 50 кВт [3].

Высота мачты составляет в среднем 18 м. Скорость ветра на такой высоте:

$$v_1 = 6,2 \cdot \left(\frac{18}{10}\right)^{0,2} = 7, \text{ м/с}. \quad (5)$$

Рассчитаны мощности, развиваемые рассматриваемыми ветрогенераторами при среднегодовой скорости ветра $v_{\text{ср}} = 7 \text{ м/с}$ ($C_p = 0,45$; $\eta = 0,9$), а также их необходимое количество и стоимость. Данные расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1

Выбор ветрогенератора

Ветро-генератор	P_n , кВт	Диаметр ветро-колеса D, м	$P_{\text{ВЭУ}}$ при $v = 7 \text{ м/с}$	Кол-во ВЭУ, N	Мощность, развиваемая N ВЭУ $P_{\text{общ}}$, кВт	Стоимость, млн руб.	Общая стоимость, млн руб.
CondorAir 380-15	15	9,5	5,93	16	94,8	0,935	14,96
CondorAir 380-18	18	11,0	7,94	12	95,3	1,155	13,86
CondorAir 380-20	20	11,5	8,68	11	95,5	1,320	14,52
CondorAir 380-30	30	13,0	11,1	9	99,9	1,790	16,11
CondorAir 380-50	50	14,5	13,8	7	96,6	2,850	19,95

Наиболее оптимальным вариантом является ВЭУ мощностью 18 кВт.

При среднегодовой скорости ветра $v_{cp} = 7$ м/с ветропарк будет вырабатывать мгновенную мощность $P = 95,3$ кВт, а суммарная суточная выработка 12-ти ВЭУ составит:

$$E_{сутВЭУ} = 12 \cdot P_{ВЭУ} \cdot T = 7,94 \cdot 24 = 2287, \text{ кВт}\cdot\text{ч.} \quad (6)$$

Такая выработка полностью покрывает суточное энергопотребление объекта.

Выбираем ветрогенератор с горизонтальной осью вращения CONDOR AIRWES 380/50-18.

Для выбранного ветрогенератора была рассчитана зависимость развиваемой мощности от скорости ветра, приведенная на рисунке 2.

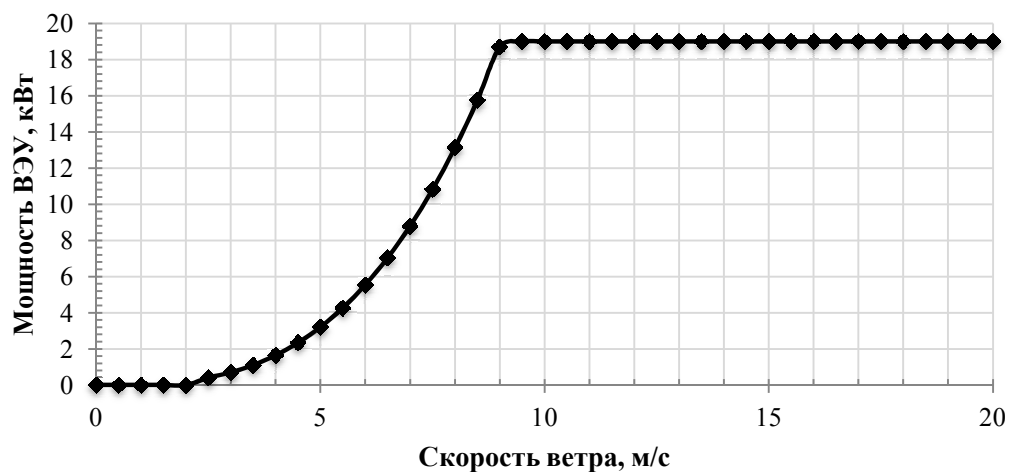


Рис. 2. Зависимость мощности, развиваемой ветрогенератором CONDOR AIR WES 380/50-18, от скорости ветра

Сводим все выбранное оборудование в таблицу с указанием стоимости. Общие капиталовложения K составят 40 651 254 рубля (таблица 2).

Таблица 2

Экономические характеристики ветроэлектростанции

№	Номенклатура товара	Кол-во, шт.	Цена за шт., руб.	Сумма, руб.
1	Ветрогенератор CONDOR AIRWES 380/50-18	12	1 155 000	13 860 000
2	АКБ EnergyWind 48-400	119	161 040	19 163 760
3	Инвертор DS492V THDx 3 фазы	1	687 000	687 000
4	Стеллаж для АКБ 500 мм · 700 мм · 500 мм · 2 полки	5	2 550	12 750
5	Кабель			152 535
Итого оборудование				33 876 045
6	Строительно-монтажные работы (20 % от стоимости оборудования)			6 775 209
Итого				40 651 254

Рассчитываем себестоимость электроэнергии, производимой проектируемой ВЭС [3]:

$$C_{эл} = \frac{P_n \cdot K + C}{W}, \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч}, \quad (7)$$

где P_n – нормативный коэффициент рентабельности;

K – общие капиталовложения;

C – общегодовые эксплуатационные расходы;

W – общее количество электроэнергии, вырабатываемой ВЭС в течение года.

Учитывая, что экономический срок службы оборудования T составляет 20 лет, нормативный коэффициент рентабельности составит:

$$P_n = \frac{1}{T} = \frac{1}{20} = 0,05. \quad (8)$$

Общегодовые эксплуатационные расходы C рассчитываются как сумма годовых расходов на эксплуатацию ВЭС $C_{экс}$ и на плановый ремонт $C_{рем}$. Для эксплуатации ВЭС необходимо 36 специалистов со средней заработной платой 25 000 рублей в месяц, что составит 900 000 рублей в год. Затраты на текущий ремонт могут быть приняты в размере 1 % от стоимости оборудования, то есть 4 065 125 рублей в год.

Тогда получаем:

$$C = C_{экс} + C_{рем} = 900000 + 4065125 = 4965125, \text{ руб.} \quad (9)$$

Общее количество электроэнергии, вырабатываемой ВЭС в течение года:

$$W = 365 \cdot E_{сутВЭС} = 365 \cdot 2287,2 = 834828, \text{ кВт}\cdot\text{ч}. \quad (10)$$

Себестоимость электроэнергии, производимой ВЭС, составит:

$$C_{эл} = \frac{0,05 \cdot 4065125 + 4965125}{834828} = 8,4, \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч}.$$

Рассчитаем срок окупаемости ВЭС:

$$T_{окуп} = \frac{K + C \cdot T}{P}, \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч}, \quad (11)$$

где P – прибыль без вычета затрат на покупку ВЭС, рассчитывается из стоимости электроэнергии в данном районе (согласно [3] стоимость 1 кВт·ч электроэнергии для сельских жителей РСО – Алания составляет 2,64 рубля) и общего количества электроэнергии, вырабатываемого ВЭС в течение года W :

$$P = 2,64 \cdot W \cdot T = 2,64 \cdot 834828 \cdot 20 = 44078918 \text{ , руб.} \quad (12)$$

Тогда срок окупаемости составит:

$$T_{\text{окуп}} = \frac{40651254 + 4965125 \cdot 20}{44078918} = 3,2 \text{ , года.}$$

Строительство ВЭУ можно считать экономически обоснованным.

Выводы

В последнее десятилетие в развитых странах разрабатываются энергетические программы, направленные на различные исследования в области ветроэнергетики: выбор районов с высоким ветроэнергетическим потенциалом, поиск способов эффективного применения ветроэнергетических установок, создание новых экономичных материалов ветроустановок с целью обеспечения высокой конкурентоспособности ветроэлектрических станций по сравнению с гидро- и теплоэлектростанциями.

Рассмотрены дополнительные устройства, предназначенные для повышения КПД ветроустановок – концентраторы ветрового потока.

Приведены основные характеристики ветра с выводом формулы для расчета мощности, вырабатываемой ветроагрегатом, с учетом коэффициента использования энергии ветра. Рассмотрены основные материалы лопастей ветроустановок с приведением механических характеристик используемых волокон.

Обобщены схемы генерирования электроэнергии ветроустановками, при этом выделены схемы автономной работы и схемы с подключением ВЭУ к сети. Проведен анализ использования различных типов электрических машин в качестве генераторов ветроустановок с рассмотрением положительных и отрицательных сторон.

При расчете ветроэлектростанции учтено изменение скорости ветра с увеличением высоты над поверхностью земли, а также изменение мощности ветроустановки при разных скоростях ветра, проведена оценка экономических характеристик [6–8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов Н. Н. Нетрадиционные возобновляемые источники и методы преобразования их энергии: учебное пособие для вузов. М.: ИД МЭИ. 2012.
2. Обозов А. Дж., Ботпаев Р. М. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие для вузов. Бишкек, 2010.
3. Безруких П. П. Ветроэнергетика (Справочное и методическое пособие). М.: ЭНЕРГИЯ. 2010.
4. Лукутин Б. В., Муравлев И. О., Плотников И. А. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015.
5. Beaumont J., Bech J. I., Brøndsted P. Composite recycling: Characterizing end of life wind turbine blade material / Proceedings of 19th International Conference on Composite Materials. 2014.

6. Босиков И. И., Ключев Р. В. Методы системного анализа природно-промышленной системы горно-металлургического комплекса. Монография, Владикавказ, 2015. 127 с.

7. Youn R.B., Klyuev R.V., Bosikov I.I., Dzeranov B.V. The petroleum potential estimation of the North Caucasus and Kazakhstan territories with the help of the structural-geodynamic prerequisites // Устойчивое развитие горных территорий. 2017. Т.9. №2 (32). С. 172–178.

8. Klyuev R. V., Bosikov I. I. Research of water-power parameters of small hydropower plants in conditions of mountain territories // 2016, 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Year: 2016, Pages: 1–5, DOI: 10.1109/ICIEAM.2016.7911420.



УДК 621.3

*Д-р техн. наук, профессор ПЕТРОВ Ю. С.,
канд. техн. наук, профессор РОГАЧЕВ Л. В.,
канд. техн. наук, доцент СОИИ А. М.*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАКОНОВ КИРХГОФА ДЛЯ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Рассмотрены возможности составления расчетных уравнений на базе законов Кирхгофа, содержащие в качестве независимых переменных только токи, только напряжения или токи и напряжения совместно. Приведены матричные формы записи уравнений различного типа, показаны методы их упрощения, автоматически приводящие к методу контурных токов или методу узловых потенциалов в зависимости от типа выбранных независимых переменных. Дан алгоритм применения законов Кирхгофа для расчета электрических цепей.

Ключевые слова: электрическая цепь, законы Кирхгофа, матричные уравнения, электрический ток, напряжение и мощность.

Y. S. Petrov, L. V. Rogachev, A. M. Soin

METHODOLOGICAL FEATURES OF THE APPLICATION OF KIRCHHOFF'S LAWS TO CALCULATE ELECTRICAL CIRCUITS

The possibilities of the compilation of the estimated equations based on Kirchhoff's laws, containing as independent variables, only current, only voltage or current and voltage together. Given the matrix form of equations of different types, shows the methods of simplification that would automatically lead to the method of loop currents or method of nodal potentials, depending on the type of the selected independent variables. An algorithm for application of Kirchhoff's laws to calculate electrical circuits.

Key words: electric circuit, Kirchhoff's laws, matrix equations, electric current, voltage and power.

Теория электрических цепей основана на законах Кирхгофа и законе энергетического равновесия (баланса мощностей). Эти законы имеют различную интерпретацию в зависимости от типа цепей и конкретных приложений. Применение законов Кирхгофа для расчета электрических цепей имеет существенные методические особенности, которые недостаточно рассмотрены в учебной литературе [1–4].

В наиболее общем случае законы Кирхгофа можно записать в следующей форме:

$$\sum i_q = \sum J_p, \quad (1)$$

$$\sum u_k = \sum e_n. \quad (2)$$

Если законы Кирхгофа применять непосредственно в формулах (1) и (2), то в общей системе уравнений, описывающих электрическое состояние цепи (рассматривается обычная задача анализа), будет « n » неизвестных токов и « m » неизвестных напряжений на элементах цепи (в частном случае может быть $n = m$). Для уменьшения количества неизвестных II закон Кирхгофа записывают [1–4] обычно в форме:

$$\sum (i_k R_k + L_k \frac{di_k}{dt} + \frac{1}{C_k} \int i_k dt) = \sum e. \quad (3)$$

В формуле (3) напряжения на элементах цепи выражены через токи в этих элементах. В этом случае общее число неизвестных уменьшается до числа токов (ветвей) в схеме, что упрощает дальнейший анализ цепи. Далее эту форму записи будем условно называть первой.

Однако можно использовать также замену токов на напряжения и получить систему уравнений, в которой неизвестными будут напряжения на элементах (или отдельных участках) цепи (вторая форма записи). В этом случае уравнение (1) будет иметь вид:

$$\sum (u_q G_q + \frac{1}{L_q} \int u_q dt + C_q \frac{du_q}{dt}) = \sum J. \quad (4)$$

Уравнения (3) и (4) являются дуальными. Значения буквенных обозначений в приведенных формулах не расшифровываются в силу их общеизвестности.

Продолжая рассматривать различные формы записи законов Кирхгофа, можно отметить и возможность третьей – смешанной формы записи, когда от общих уравнений (1) и (2) переходят к расчетным уравнениям, содержащим в качестве неизвестных как токи, так и напряжения элементов цепи:

$$\sum F_q(i, f_i(u)) = \sum J_p, \quad (5)$$

$$\sum F_k(u, f_u(i)) = \sum e_n, \quad (6)$$

где $f_i(u)$ – ток ветви, выраженный через напряжение;

$f_u(i)$ –напряжение ветви, выраженное через ток.

Примером применения третьей формы записи законов Кирхгофа может служить широко распространенный при расчетах переходных процессов метод переменных состояний. Сущность метода, как известно, заключается, в составлении и решении дифференциальных уравнений состояния цепи, записанных в нормальной форме Коши. За переменные состояния обычно принимают переменные, которые содержат наибольшее количество информации о состоянии цепи. Такими переменными являются напряжения u_C на емкостных элементах и токи i_L в индуктивных элементах. После составления законов Кирхгофа в виде (1) и (2) выполняют математические преобразования с целью получить другие уравнения относительно u_C и i_L . Эти уравнения будут содержать как токи, так и напряжения, т. е. будут соответствовать третьей смешанной форме представления расчетных уравнений – формулы (5) и (6)).

При анализе установившихся режимов в электрических цепях законы Кирхгофа можно записать в матричной форме. Для упрощения излагаемого материала далее методика применения законов Кирхгофа будет рассматриваться применительно к конкретному топологическому графу электрической цепи (рис. 1).

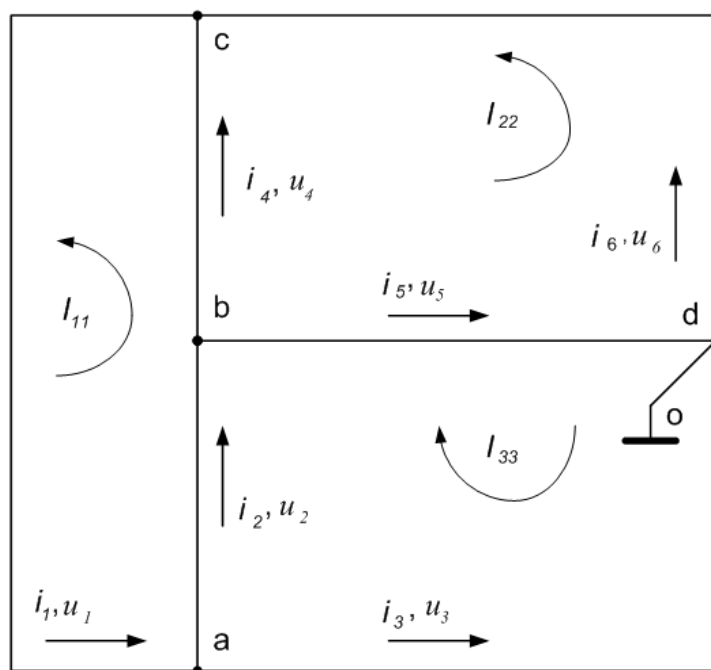


Рис. 1. Топологический граф электрической цепи

На схеме (рис. 1) сопротивление ветвей, источники напряжения и тока не показаны. Матричное уравнение для первой формы записи закона Кирхгофа применимо к электрической схеме, граф которой показан на рис. 1, будет иметь вид (для упрощения рассматривается цепь постоянного тока):

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ R_1 & R_2 & 0 & R_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -R_4 & R_5 & R_6 \\ 0 & R_2 & -R_3 & 0 & R_5 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \\ I_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum J_a \\ \sum J_b \\ \sum J_c \\ \sum E_1 \\ \sum E_2 \\ \sum E_3 \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Формула (7) получена на основании общепринятой методики составления матричного уравнения такого типа. Как известно, для сокращения объема вычислений используется метод контурных токов. Этот метод может быть получен на основании использования понятия «контурный ток» и следующего матричного уравнения:

$$\begin{bmatrix} R_1 & R_2 & 0 & R_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -R_4 & R_5 & R_6 \\ 0 & R_2 & -R_3 & 0 & R_5 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_{11} \\ I_{11} + I_{33} \\ -I_{33} \\ I_{11} - I_{22} \\ I_{22} + I_{33} \\ I_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum E_I \\ \sum E_{II} \\ \sum E_{III} \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Первая строка матрицы произведения (8) получается равной:

$$I_{11}(R_1 + R_2 + R_4) - I_{22}R_4 + I_{33}R_2 = \sum E_I,$$

т. е. совпадает с выражением, составленным по обычным правилам метода контурных токов. Таким образом, если перемножить матрицы и приравнять между собой соответствующие строки левой и правой матриц, то получим уравнения метода контурных токов в обычной форме записи.

Используя вторую форму записи закона Кирхгофа, составим матричное уравнение электрической цепи (рис. 1) на основе соотношения $I_{ab} = (U_{ab} \pm E) \cdot G_{ab}$:

$$\begin{bmatrix} G_1 & -G_2 & -G_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & G_2 & 0 & -G_4 & -G_5 & 0 \\ -G_1 & 0 & 0 & G_4 & 0 & G_6 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \\ U_5 \\ U_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum J_a \\ \sum J_b \\ \sum J_c \\ \sum E_I \\ \sum E_{II} \\ \sum E_{III} \end{bmatrix}. \quad (9)$$

В уравнении (9) неизвестными являются падения напряжения на сопротивлениях ветвей, а в уравнении (10) – потенциалы узлов. В первом случае токи определяются отношением $U_k / R_k = I_k$, а во втором – по закону Ома для участка цепи, содержащего ЭДС.

Для записи уравнений по методу узловых потенциалов воспользуемся матричным произведением:

$$\begin{bmatrix} G_1 & -G_2 & -G_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & G_2 & 0 & -G_4 & -G_5 & 0 \\ -G_1 & 0 & 0 & G_4 & 0 & G_6 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \varphi_c - \varphi_a \pm E_1 \\ \varphi_a - \varphi_b \pm E_2 \\ \varphi_a \pm E_3 \\ \varphi_b - \varphi_c \pm E_4 \\ \varphi_b \pm E_5 \\ -\varphi_c \pm E_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum J_a \\ \sum J_b \\ \sum J_c \end{bmatrix}. \quad (10)$$

Первая строка первого столбца матричного произведения (10) получается равной

$$-\varphi_a(G_1 + G_2 + G_3) + \varphi_b G_2 + \varphi_c G_1 = \sum J_1 \pm E_1 G_1 \pm E_2 G_2 \pm E_3 G_3,$$

т. е. совпадает с выражением, составленным по обычным правилам метода узловых потенциалов. Таким образом, из равенства (10) после перемножения матриц получаются обычные уравнения метода узловых потенциалов.

Следует также отметить методику применения законов Кирхгофа для расчета нелинейных цепей. Наряду с графическими методами расчета нелинейные цепи рассчитываются аналитически, при аналитическом задании ВАХ нелинейных элементов. При этом возможны два способа задания: ток, как функция напряжения $I = f(U)$ или, наоборот, напряжение как функция тока $U = f(I)$. В первом случае следует записывать законы Кирхгофа через напряжения, а во втором – через токи. Решение полученной системы уравнений осуществляется, как правило, на компьютере.

Обобщая изложенное, рассмотрим алгоритм применения законов Кирхгофа для расчета электрических цепей (рис. 2). Первым этапом расчета является общий анализ цепи: определение числа ветвей, узлов, независимых контуров, возможность упрощения схемы и т. д. После проведенного анализа записываются уравнения по законам Кирхгофа для токов и напряжений отдельно и далее анализируются варианты записи законов Кирхгофа для дальнейшего расчета с использованием первого, второго или третьего типа представления расчетных уравнений. После окончательной записи расчетных уравнений производится их решение и определение зависимых переменных.

Обычно общее решение помимо определения токов и напряжений включает в себя анализ энергетических процессов в цепи и составление баланса мощностей. Если баланс мощностей выполняется, то расчеты выполнены верно и анализ цепи на этом заканчивается. Если баланс мощностей не выполняется, то производится проверка составленных уравнений и новый расчет.

Такие способы упрощения общей системы уравнений приводят фактически к уравнениям, составленным по методу контурных токов или методу узловых потенциалов, что существенно упрощает расчет без использования специальных правил составления уравнений по этим методам.

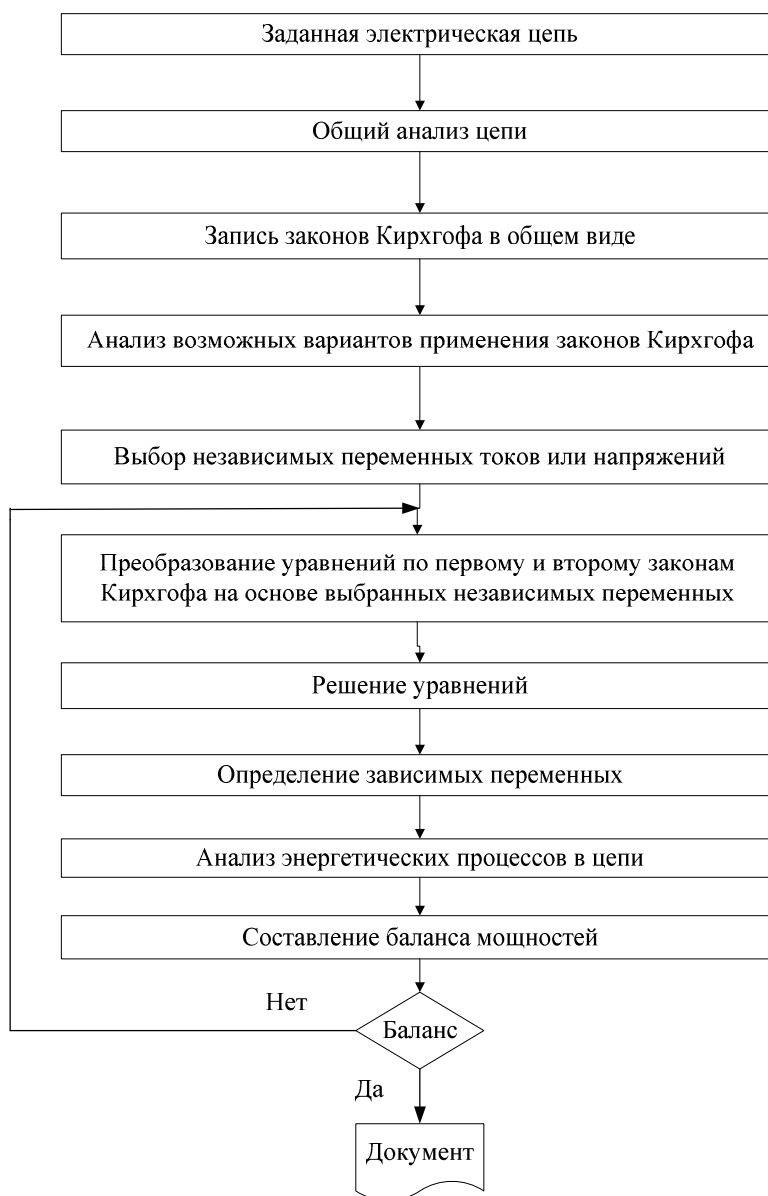


Рис. 1. Анализ энергетических процессов в цепи

Рассмотренные в статье варианты записи расчетных уравнений, составленные на основе законов Кирхгофа, могут быть использованы в той или иной форме в зависимости от конкретной топологии цепи и целей анализа. Это позволяет систематизировать методику применения законов Кирхгофа для расчета электрических цепей и повысить эффективность расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Атабеков Г. И.* Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи. Учебник для ВУЗов / *Г.И. Атабеков*. М.: Энергия, 1978. 592 с.
2. *Нейман Л. Р.* Теоретические основы электротехники: Учебник для вузов. В 2-х т.: Том 1 / *Л. Р. Нейман, К. С. Демирчан*. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоиздат, 1981. 536 с.
3. *Зевеке Г. В.* Основы теории цепей: Учебник для вузов / *Г. В. Зевеке, П. А. Ионкин, А. В. Нетушил, С. В. Страхов*. 4-е изд., перераб. М.: Энергия, 1975. 752 с.
4. Теоретические основы электротехники: Учеб. для вузов. В 3-х т. / Под общ. ред. *К. М. Поливанова*. Т. 1. *К. М. Поливанов*. Линейные электрические цепи с сосредоточенными постоянными. М.: Энергия, 1972. 240 с.
5. *Бессонов Л. А.* Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М.: Гардарики, 2006. 702 с.



УДК 622.235.432

*Канд. техн. наук, профессор РОГАЧЕВ Л. В.,
канд. техн. наук, доцент САХАНСКИЙ Ю. В.*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОДЕТОНАТОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Рассмотрена номенклатура электродетонаторов, выпускаемых в настоящее время в России. Проанализированы особенности конструкции, сферы назначения и применения основных отечественных электродетонаторов. Также рассмотрены электродетонаторы специального назначения. Выявлена положительная динамика производства горных и строительных работ в России, как основной сферы применения электродетонаторов. Определены наиболее важные параметры электродетонаторов, необходимые для эксплуатации и расчета параметров системы электровзрывания. Проанализирована тенденция к увеличению доли применения электронных электродетонаторов, выявлены их основные достоинства и недостатки, а также доля на рынке систем инициирования в России.

Ключевые слова: *электродетонатор, инициирование, электровзрывная цепь, электронный электродетонатор.*

L. V. Rogachev, Yu. V. Sakhansky

PROSPECTS FOR THE USE OF ELECTRIC DETONATORS OF VARIOUS TYPES

The nomenclature of electric detonators, currently produced in Russia, is considered. The structural features, the scope of application and the application of the main

domestic electric detonators have been analyzed. Also, special-purpose electric detonators are considered. The positive dynamics of production of mining and construction works in Russia has been revealed, as the main field of application of electric detonators. The most important parameters of electric detonators necessary for operation and calculation of the parameters of the electric explosion system are determined. The tendency to increase the share of the use of electronic electric detonators is analyzed, their main advantages and disadvantages are revealed, as well as the share in the market of initiation systems in Russia.

Keywords: electric detonator, initiation, electroblasting circuit, electronic electric detonator.

В последние десятилетия по мере совершенствования конструкции и технологии производства электродетонаторов (ЭД) требования к ним и их область применения претерпели существенные изменения.

Номенклатура электродетонаторов, выпускаемых в настоящее время в России, состоит из ЭД общего применения и специальных, мгновенного и замедленного действия, нормальной и пониженной чувствительности к току, предохранительных и не предохранительных.

Рассмотрим основные виды ЭД более подробно.

Электродетонаторы ЭД-8Ж и ЭД-3Н почти идентичны по конструкции и принципу инициации. В данных ЭД применяются так называемые «малогазовые композиции», используемые в качестве зажигательных и замедляющих составов, сгорающие с образованием твердых веществ, что обеспечивает постоянную скорость горения и стабильность величины замедления.

Области применения ЭД различных типов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные типы отечественных электродетонаторов

Тип ЭД	Безопасный ток $I_{\text{БЕЗОП}}, \text{A}$	Импульс воспламенения $K, \text{A}^2\cdot\text{мс}$	Характеристики	Категория документа, ТУ
Пониженной чувствительности к току и зарядам статического электричества				
<i>Непредохранительные</i>				
ЭД-1-8-Т	1,0 88	Мгновенного действия	ДИШВ 773951.300ТУ-81	При взрывании в условиях опасных по блуждающим токам. При импульсной обработке деталей взрывом
ЭД-1-3-Т	1,0 88	Короткозамедленного и замедленного действия	То же	То же
<i>Нечувствительные к блуждающим токам</i>				
ЭД-24	0,20 29-37?	Непредохранительные, мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия, высокочастотные 52 кГц	ДИШВ 773951.003ТУ-91	Для зарядов ВВ с использованием обратного инициирования зарядов с применением механизированного заряжения

<i>ЭД специальные, мгновенного действия</i>					
ЭДС-1	0,18 -	Сейсмические нормальной чувствительности	ДИШВ 773951.009ТУ-94 ТУ84-1139-87	Для инициирования зарядов ВВ при сейсморазведке	
ЭДС-2	0,18 -	Сейсмические нечувствительные к блуждающим токами	ДИШВ 773951.002ТУ-93	То же	
ТЭД-200 ТЭД-270	0,2 (7-17)·10 ⁻³	Термостойкие	ДИШВ 773951.501ТУ-75	При прострелочно-взрывных работах в нефти и газоскважинах	
ЭДВ-1 ЭДВ-2	Включение в сеть 380В приводит к перегоранию мостика без взрыва ЭД; К = 14	Высоковольтные	ТУ84-305-87	Для инициирования одиночных зарядов ВВ в импульсных установках при повышенной опасности блуждающих токов	
АТЭД-15	0,20 -	Высоковольтные, безопасные, быстродействующие, высокоточные	АТЭД-15ТУ	Для группового инициирования (20 и более ЭД)	
ЭД-22 ЭД-27 ЭД-29	0,92 88	Для крепления труб в трубных решетках пониженной чувствительности к току	ТУ84-1119-87 ДИШВ 773951.005ТУ-92	Для запрессовки труб в теплообменных аппаратах и котлах	
Тип ЭД	Безопасный ток I _{БЕЗОП.} , А	Импульс воспламенения К, А ² ·мс	Характеристики	Категория документа, ТУ	Область применения
<i>Пониженной чувствительности к току и зарядам статического электричества</i>					
<i>Непредохранительные</i>					
ЭД-1-8-Т	1,0	88	Мгновенного действия	ДИШВ 773951.300ТУ-81	При взрывании в условиях опасных по блуждающим токам. При импульсной обработке деталей взрывом.
ЭД-1-3-Т	1,0	88	Короткозамедленного и замедленного действия	То же	То же

<i>Нечувствительные к блуждающим токам</i>					
ЭД-24	0,20	29-37	Непредохранительные, мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия, высокочастотные 52 кГц	ДИШВ 773951.003ТУ-91	Для зарядов ВВ с использованием обратного инициирования зарядов с применением механизированного заряжения
<i>ЭД специальные, мгновенного действия</i>					
ЭДС-1	0,18	2,0	Сейсмические нормальной чувствительности	ДИШВ 773951.009ТУ-94 ТУ84-1139-87	Для инициирования зарядов ВВ при сейсморазведке
ЭДС-2	0,2 частотой 100 кГц	-	Сейсмические нечувствительные к блуждающим токам	ДИШВ 773951.002ТУ-93	То же
ТЭД-200 ТЭД-270	0,2	$(7-17) \cdot 10^{-3}$	Термостойкие	ДИШВ 773951.501ТУ-75	При прострелочно-взрывных работах в нефти и газоскважинах
ЭДВ-1 ЭДВ-2	Включение в сеть 380 В приводит к перегоранию мостика без взрыва ЭД;	14	Высоковольтные	ТУ84-305-87	Для инициирования одиночных зарядов ВВ в импульсных установках при повышенной опасности блуждающих токов
АТЭД-15	0,20		Высоковольтные, безопасные, быстродействующие, высокоточные	АТЭД-15ТУ	Для группового инициирования (20 и более ЭД)
ЭД-22 ЭД-27 ЭД-29	0,92 88		Для крепления труб в трубных решетках пониженной чувствительности к току	ТУ84-1119-87 ДИШВ 773951.005ТУ-92	Для запрессовки труб в теплообменных аппаратах и котлах

Электродетонаторы типа ЭДКЗ-ПМ, ЭДКЗ-П, ЭДКЗ-ПМК структурно подобны ЭД-3Н, но отличаются от них присутствием защитной оболочки, повышенной инициирующей способностью и замедляющим составом.

Предохранительный слой, когда гильза ЭД нагревается в момент горения замедляющего состава, переходит в газообразное состояние и флегматизирует метановоздушную среду вокруг ЭД до того, как он взорвется. В результате вероятность воспламенения метана в шахте или ином месте, опасном по пыли и газу, резко снижается, что позволяет использовать этот электрический детонатор во взрывоопасных условиях, а повышенная сила инициирования (что связано с увеличением массы заряда взрывчатого вещества (ВВ) в ЭД на 30 %) позволяет использовать его в групповых взрывах.

Электродетонаторы ЭД-8Т и ЭД-1-3-Т относятся к детонаторам с пониженной чувствительностью и используются там, где высокая вероятность

блуждающих токов или зарядов статического электричества высока, из-за чего эти детонаторы защищены увеличенным диаметром нити накаливания (таким образом, безопасный ток увеличивается от 0, 2 А (для ЭД-3Н) до 1,0 А) и путем установки электростатического экрана между головкой зажигания и втулкой.

Детонатор ЭД-24 закрывает рассматриваемый диапазон детонаторов общего назначения, основной особенностью которых является наличие трансформатора на ферритовом кольце, спрессованного полиэтиленом вместе с полиэтиленовой пробойкой, первичной обмоткой которого является провод электровзрывной цепи. Вторичная обмотка соединена с мостиком нити накала.

Благодаря такой конструкции электрического воспламенителя ЭД нечувствителен к паразитным токам и статическому электричеству, он не срабатывает от источника постоянного напряжения до 500 В, источника переменного тока с напряжением 380 В и частотой 50 Гц, статического электричества с уровнем до 35 кВ и электромагнитных полей. Для его инициирования требуется переменный ток 3А и частота 52 кГц.

Специальные электрические детонаторы ЭДС-1 и ЭДС-2 от детонаторов общего назначения отличаются наличием нихромового мостика большего диаметра и трансформатора на ферритовом кольце (ЭДС2-2).

Для проведения взрывных работ в условиях высокой температуры и атмосферного давления используются электрические детонаторы ТЭД-200 и ТЭД-270, которые содержат специальное взрывчатое вещество, не разлагающееся, не взрывающееся при высокой температуре, а также имеющее антистатическое покрытие самого ЭД.

Особым типом специальных электродетонаторов выступают высоковольтные электродетонаторы – ЭДВ-1, ЭДВ-2, АТЭД-15. Их отличительной чертой является отсутствие воспламенительной головки и инициирующего взрывчатого вещества. В этом типе детонаторов электрический воспламенитель представляет собой металлический мост, спаянный или отштампованный к вилке в конце провода, который, будучи подвергнутым высоковольтному разряду, пропускает через себя мощный импульс тока, при этом инициируется и возникает ударная волна, приводящая к детонации взрывчатого вещества.

Включение такого ЭД в сеть 220 / 380V приводит только к перегоранию моста без взрыва ЭД, ЭД не взрываются при пожаре, подключении к промышленной сети напряжением 220 В, при пропуске через него тока до 50 А, а также разрядов статического электричества и т. п.

Такие высокие характеристики безопасности делают этот тип электродетонаторов незаменимыми при использовании взрывных технологий для аварийного восстановления и спасательных операций, для устранения техногенных и экологических катастроф, то есть в экстремальных условиях. В сочетании с генераторами группового подрыва эти электрические детонаторы позволяют создавать необходимые детонационные фронты взрывных зарядов, что является обязательным для зарядов, учитывающих тип взрывчатого вещества в режиме его детонации, скорость реакции химического состава и т. д.

Электрические детонаторы ЭД-22, ЭД-27 и ЭД-33 используются для прессования титановых и алюминиевых труб в теплообменниках и котлах с

использованием взрывных зарядов, таких как детонирующие шнуры и специальные взрывчатые вещества.

В настоящее время в России общий экономический подъем привел к фактическому возрождению горно-рудной промышленности и повышению объемов горных и строительных работ (см. рис. 1).

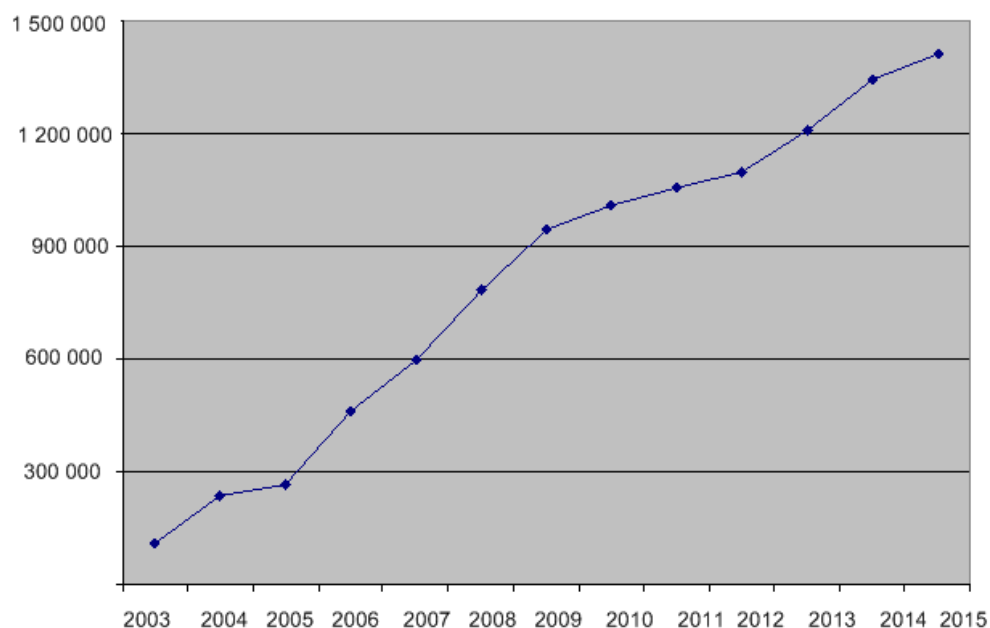


Рис. 1. Динамика потребления ЭД в России за 2003–2015 гг.
(источник: Межведомственная комиссия по взрывному делу www.mvkmine.ru)

Рассмотрим общую структуру производства и потребления промышленностью ЭД, различных по степени замедления (рис. 2).



Рис. 2. Соотношения типов ЭД по степени замедления в общем объеме применяемых в промышленности ЭД (данные за 2015 год)
(источник: Межведомственная комиссия по взрывному делу www.mvkmine.ru)

Из данных диаграммы (рис. 2) можно сделать вывод о практически равной доле всех типов ЭД, с небольшим выделением в большую сторону короткозамедленных ЭД. Это связано с увеличением количества горных и вскрышных работ, требующих применения широкого диапазона степеней замедления.

Вне зависимости от типа, назначения и устройства все ЭД обладают рядом определенных параметров, из которых можно выделить следующие наиболее важные при эксплуатации ЭД и расчете параметров системы электро-взрывания:

Энергетические параметры

1) Электрическое сопротивление, определяется по формуле:

$$r = \rho_M \frac{4l_M}{\pi d_M^2} + \rho_{II} \frac{8l_{II}}{\pi d_{II}^2}, \text{ Ом,}$$

где ρ_M, ρ_{II} – удельное сопротивление материала мостика и концевых проводов;

d_M, d_{II} – диаметр мостика и жилы концевых проводов;

l_M, l_{II} – длина мостика и концевых проводов (в один конец).

Сопротивление для каждого типа ЭД нормируется ГОСТ 21806-76 и по данным Межведомственной комиссии по буровзрывному делу доля ЭД, у которых сопротивление выходит за установленные пределы, среднестатистически составляет 0,06 %.

2) Безопасный ток. Величина тока, длительное протекание которого через мостик ЭД не вызывает его срабатывание. На практике под безопасным понимают ток, который, протекая в течение 5 минут через ЭД, не вызывает его срабатывание. Величина безопасного тока зависит от материала, диаметра и длины мостика, а также от состава и физической структуры воспламенительного состава головки электровоспламенителя. По величине безопасного тока ЭД классифицируют на устойчивость к блуждающим токам.

3) Воспламеняющий ток. Характеризует чувствительность к воспламенению одиночных ЭД.

4) Безотказный ток. Величина тока, обеспечивающего взрывание группы ЭД при самом неблагоприятном сочетании их параметров (т. е. встреча в одной группе ЭД с наибольшим и наименьшим импульсами инициирования), а при взрывании переменным током – при самой неблагоприятной фазе включения тока.

5) Импульс воспламенения. Характеризует количество энергии, приходящейся на единицу сопротивления мостика, достаточной для воспламенения электровоспламенителя. Определяется по формуле:

$$K = 2,56 \frac{c\gamma}{\rho} d^4 (T_B - T_0) = I^2 t,$$

где c, γ, ρ – удельная теплоемкость, плотность, удельное сопротивление материала мостика;

d – диаметр мостика;

T_B, T_0 – температура воспламенения состава и начальная температура мостика.

Временные параметры

1) Время передачи θ . Параметр, зависящий от скорости реакции состава ЭД, размеров и прочности головки электровоспламенителя и расположения мостика накаливания в нем. Данная величина имеет существенное значение для безотказного инициирования групп ЭД, обладающих разной чувствительностью.

2) Время срабатывания. Производная величина от времени передачи, определяемая по формуле:

$$t_C = t_B + \theta,$$

где t_B, θ – время воспламенения и передачи замедляющего состава соответственно. Разброс по времени срабатывания у разных ЭД зависит от тех же факторов, что и разброс по импульсам воспламенения и времени передачи.

Функциональные параметры

1) Предохранительность. Обеспечивает проведение взрывных работ в условиях опасных по газу и пыли.

2) Иницирующая способность ЭД. Свойство ЭД вызывать полную детонацию зарядов ВВ.

3) Стойкость к воздействию блуждающих токов. Способность ЭД сохранять свои свойства и не давать преждевременных взрывов под воздействие блуждающих токов, независимо от природы их происхождения.

4) Стойкость к механическим воздействиям, деформациям и динамическим нагрузкам.

5) Водостойкость.

Из всех современных ЭД особо стоит выделить электродетонаторы с электронным замедлителем, впервые запатентованные в 1979 г. в США. В настоящее время в связи с бурным развитием электронных технологий, позволяющих производить дешевые интегральные микросхемы, встал вопрос о практическом внедрении таких типов детонаторов. От обычного ЭД его электронный аналог отличается наличием особого замедляющего элемента, состоящего из электролитического конденсатора и интегральной микросхемы.

Команда на взрыв подается во все ЭД группы одновременно, а электронная схема замедлителя выдает воспламеняющий импульс в электровзрыватель через определенный промежуток времени, заранее запрограммированный в каждом ЭД. При этом номер ступени в каждом ЭД кодируется непосредственно при его изготовлении на заводе, а интервал между ступенями задается взрывником непосредственно в процессе работы путем отправки специального кодирующего импульса.

В настоящее время спрос на электронные электродетонаторы невелик только из-за их высокой стоимости, однако со временем, очевидно, вопрос высокой стоимости может быть решен. Подтверждением этого является статистика применения электронных ЭД при взрывных работах в России (рис. 3) с 1,5 % в 2010 году до 17 % в 2015 году.

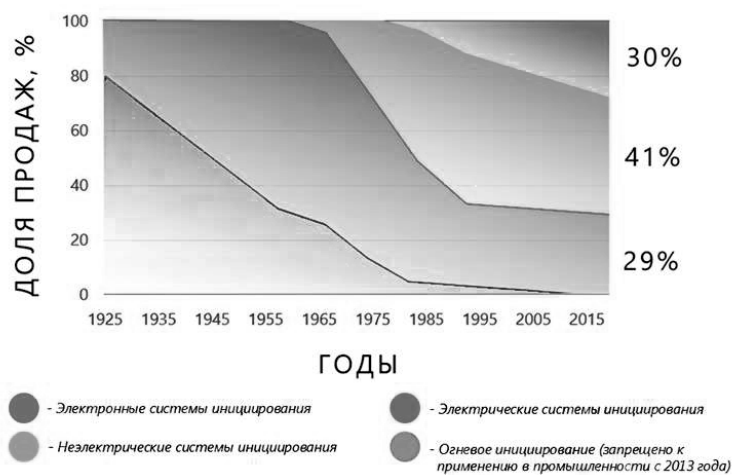
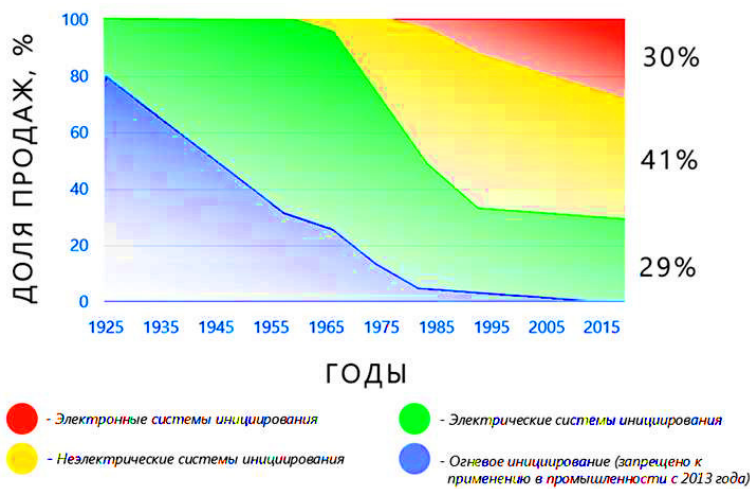
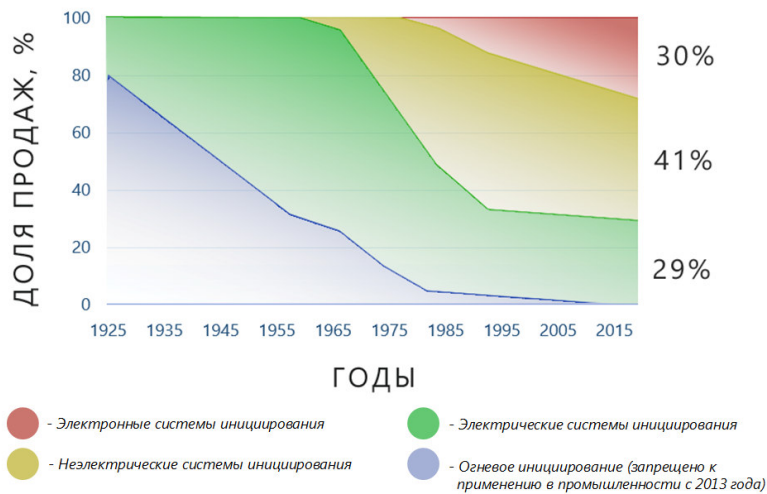


Рис. 3. Динамика применения систем инициирования различных типов ЭД
 (источник: http://www.oricaminingsservices.com/page/products_and_services/electronic_blasting_systems/i-kon_ii/the_next)

Достоинства электронных ЭД (в сочетании с электронным взрывным прибором) следующие:

- возможность программирования временных интервалов с количеством до 60 ступеней замедления и интервалами между ступенями от 2 до 100 мс при одинаковой конструкции ЭД;
- повышенная точность временных ступеней (разброс не более 1 мс);
- нечувствительность к блуждающим токам и, как следствие, невозможность случайного или умышленного взрыва кроме как специальным взрывным прибором, а также возможность автоматической проверки блоком управления взрывных приборов состояния электровзрывной цепи и блокирования процесса взрывания при невыполнении условий безотказности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Граевский М. М.* Справочник по электрическому взрыванию зарядов взрывчатых веществ. М.: Рандеву-АМ. 2000.
2. *Петров Ю. С.* Основы теории электровзрывания. Владикавказ: изд-во СКГМИ (ГТУ) Терек, 1998.
3. *Петров Ю. С., Саханский Ю. В., Масков Ю. П.* Классификация и анализ современных способов и средств инициирования промышленных взрывов // Научный вестник (технические науки). Изд. «Усом». Тамбов. № 1 (7). 2016.
4. *Саханский Ю. В.* Перспективные направления совершенствования электродетонаторов // Сборник трудов XLIV Международной научно-практической конференция: Технические науки – от теории к практике. Новосибирск. № 3(40). 14.04.2015.



УДК 622.235.432

*Канд. техн. наук, доцент САХАНСКИЙ Ю. В.,
доктор техн. наук, профессор РОГАЧЕВ Л. В.*

АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ИНИЦИИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДЕТОНАТОРОВ

Проведен обзор современных взрывных приборов – средств инициирования электровзрывных цепей. Проанализированы их основные технические и функциональные характеристики. Приведен общий алгоритм работы данных приборов. Определена и обоснована необходимость разработки нового современного универсального автоматического прибора инициирования, обладающего дополнительными функциональными возможностями по сравнению с существующими приборами инициирования, описан научно-технический задел наработок авторов в данном направлении.

Ключевые слова: электровзрывание, электровзрывной прибор, электродетонатор, электровзрывная цепь, алгоритм.

ANALYSIS AND DEVELOPMENT PROSPECTS MODERN MEANS OF INITIATING ELECTRIC DETONATORS

The review of modern explosive devices – means of initiation of electric explosive circuits is carried out. Their main technical and functional characteristics are analyzed. The general algorithm for the operation of these devices is given. The necessity of developing a new modern universal automatic initiation device is described and justified, and the scientific and technical background of the authors' studies in this direction and possessing additional functionality in comparison with existing initiation devices is described.

Key words: electrioblasting, electric explosive device, electric detonator, electroblasting circuit, algorithm.

Современные средства инициирования по сравнению с приборами взрывания, применявшимися ранее, более совершенны конструктивно, обладают повышенным запасом прочности при наработке на отказ, могут работать при большом разбросе температуры окружающей среды и влажности воздуха, а также позволяют взрывать большое количество электродетонаторов (ЭД) при разных способах соединения электровзрывной цепи.

В общем виде алгоритм работы приборов взрывания можно представить в следующем виде.

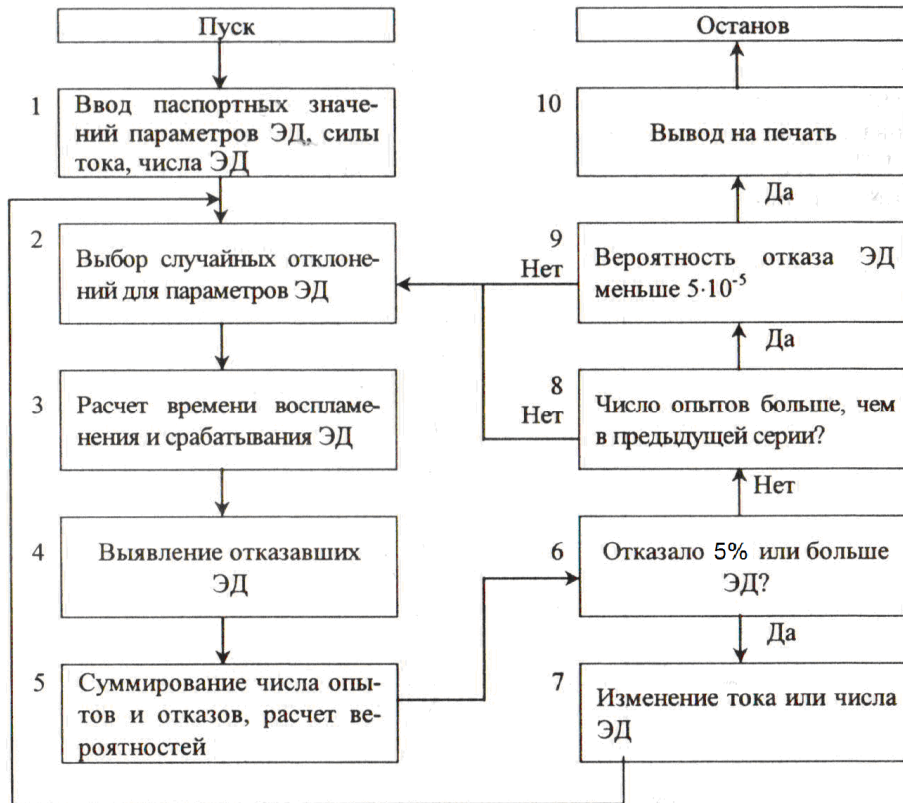


Рис. 1. Алгоритм работы современных приборов инициирования

Некоторые модификации данных приборов также имеют встроенный омметр для оперативного измерения сопротивления электровзрывной цепи.

Практически все современные приборы взрывания модернизированы таким образом, что в процессе эксплуатации возможно заменять их элементы питания без доступа к блокам прибора.

Однако разработанные и применяемые в настоящее время приборы инициирования ЭД не всегда обеспечивают достаточно высокий уровень безопасности и надежности проводимых электровзрывных работ.

Контроль таких параметров как состояние изоляции электровзрывной цепи, измерение и контроль уровня потребления энергии цепью позволит повысить безотказность и безопасность электровзрывания, однако до сих пор измерение и контроль этих параметров при электровзрывании не реализуются.

Ввиду этого необходима разработка таких приборов и методов инициирования электровзрывных цепей, которые обладали бы дополнительными функциональными возможностями, такими как измерение и контроль напряжения источника питания, допустимого значения величины блуждающих токов, величины сопротивления изоляции электровзрывной цепи, номинального напряжения на конденсаторе – накопителя взрывного прибора, значения входного сопротивления электровзрывной цепи.

В СКГМИ (ГТУ) в настоящее время ведутся разработки универсального автоматического прибора взрывания, обладающего всеми вышеперечисленными характеристиками. На данный прибор получен патент РФ на изобретение (№ 2534782 от 07.10.2014 г.).

В нижеследующих таблицах представлены основные эксплуатационные и технические характеристики разрабатываемого прибора (универсального прибора взрывания), которые используются для сравнения с наиболее широко распространенными современными аналогами, применяемыми при электровзрывных работах.

Таблица 1

Сравнительные характеристики современных приборов инициирования

Показатель	Универсальный автоматический прибор взрывания (Россия)	Прибор взрывной ПВЗ-1700 (Россия)	Конденсаторный взрывной прибор КВП-2/200 (Россия)	Взрывной прибор i-kon™ II Ogica (Австралия)
1	2	3	4	5
<i>Эксплуатационные характеристики</i>				
Измерение и контроль допустимого напряжения источника питания	Да	Нет	Да	Да
Измерение и контроль величины входного сопротивления электровзрывной цепи	Да	Да	Нет	Да
Измерение и контроль номинального напряжения конденсатора-накопителя	Да	Нет	Да	Да

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
Измерение и контроль значения сопротивления изоляции электровзрывной цепи	Да	Нет	Да	Да
Измерение и контроль допустимого расчетного значения величины блуждающих токов	Да	Нет	Нет	Нет
Индикация отказов	Да	Нет	Нет	Нет
<i>Технические характеристики</i>				
Максимальное число одновременно взрываемых ЭД нормальной чувствительности	680	600	625	400
Время подачи импульса, мс	10	3	10	4
Величина взрывного импульса тока, А ² с	3-6	2-4	2-4	3-5
Номинальное напряжение конденсатора-накопителя	1500	1700	1700	1500
Возможное отклонение напряжения конденсатора-накопителя от номинального, В	±50	±100	±100	±50

Таблица 2

Сравнительные функциональные характеристики современных приборов инициирования

Эксплуатационный показатель	Универсальный автоматический прибор взрыва-ния (Россия)	Прибор взрывной ПВЗ-1700 (Россия)	Конденсаторный взрывной прибор КВП-2/200 (Россия)	Взрывной прибор i-kon TM II Orica (Австралия)
1	2	3	4	5
Измерение и контроль допустимого напряжения источника питания	Да	Нет	Да	Да
Измерение и контроль величины входного сопротивления электровзрывной цепи	Да	Да	Нет	Да

1	2	3	4	5
Измерение и контроль номинального напряжения конденсатора-накопителя	Да	Нет	Да	Да
Измерение и контроль значения сопротивления изоляции электровзрывной цепи	Да	Нет	Да	Да
Контроль допустимого расчетного значения величины блуждающих токов	Да	Нет	Нет	Нет
Индикация отказов	Да	Нет	Нет	Нет

Таблица 3

Сравнительные технические характеристики современных приборов инициирования

Технический показатель	Универсальный автоматический прибор взрывания (Россия)	Прибор взрывной ПВЗ-1700 (Россия)	Конденсаторный взрывной прибор КВП-2/200 (Россия)	Взрывной прибор i-kon TM II Orica (Австралия)
1	2	3	4	5
Максимальное число одновременно взрываваемых ЭД нормальной чувствительности	680	600	625	400
Время подачи импульса, мс	10	3	10	4
Величина взрывного импульса тока, А·мс ²	3-6	2-4	2-4	3-5
Номинальное напряжение конденсатора-накопителя	1500	1700	1700	1500
Возможное отклонение напряжения конденсатора-накопителя от номинального, В	±50	±100	±100	±50

Использование предлагаемого универсального автоматического прибора взрывания позволит, по сравнению с существующими аналогами, осуществлять контроль источника питания, контроль величины блуждающих токов, измерение входного сопротивления электровзрывной цепи, напряжения на конденсаторе-накопителе, определяющее его заряд. Все это существенно повысит эффективность, безопасность и безотказность в работе с электровзрывными цепями.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Граевский М. М.* Справочник по электрическому взрыванию зарядов взрывчатых веществ. М.: Рандеву-АМ, 2000.
2. Универсальный автоматический прибор взрывания. Патент РФ № 2534782 2014 г.



УДК 621.3

*Канд. техн. наук, профессор ЧУМБУРИДЗЕ Д. С.,
д-р техн. наук, профессор ПЕТРОВ Ю. С.,
канд. техн. наук, доцент МАСКОВ С. П.*

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПОСЛЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Рассмотрены электрические соотношения в электрических цепях, в которых протекают только свободные токи. Дан анализ превращения энергии на различных элементах цепи. Выведенные соотношения проиллюстрированы на примере конкретного электротехнического устройства.

Ключевые слова: *электрическая цепь, резистор, индуктивность, емкость, мощность, энергетический баланс.*

Y. S. Petrov, D. S. Chumburidze, S. P. Maskov

SUPPLY ENERGY PROCESSES IN ELECTRICAL CHAINS AFTER POWER DISCONNECT

Electrical relationships in electrical circuits in which only free currents flow are considered. The analysis of energy conversion on various elements of the chain is given.

The derived relationships are illustrated by the example of a specific electrical device

Key words: *electric circuit, resistor, inductance, capacitance, power, energy balance*

Основными законами, которые определяют состояние электрической цепи и происходящие в ней процессы, являются законы Кирхгофа и уравнения энергетического баланса. Они справедливы для всех типов электрических цепей и во все периоды их функционирования.

Законы Кирхгофа применяются в самых разнообразных формах: для мгновенных значений, действующих, в комплексной, операторной формах и т. д.

Баланс мощностей и энергетический баланс также представлены различными уравнениями, наиболее общими среди которых можно считать выражения, использующие мгновенные значения токов и напряжений:

$$\sum_{k=1}^{k=K} u_k i_k = \sum_{n=1}^{n=N} e_n i_n + \sum_{q=1}^{q=Q} u_q i_q. \quad (1)$$

Частным случаем формулы (1) является выражение с правой частью, равной нулю:

$$\sum_{k=1}^{k=K} u_k i_k = 0. \quad (2)$$

Выражение (2) справедливо для режима работы электрической цепи, в которой отсутствуют источники тока и напряжения, то есть в цепи без принужденных составляющих токов и напряжений. В такой цепи протекают только свободные токи. Энергетические процессы в этом случае существенно отличаются от энергетических процессов цепи с источниками энергии.

Если энергетические соотношения цепи с источниками энергии изучены очень подробно [1–3], то цепи без источников тока и напряжения в литературе представлены фрагментарно [4, 5], без должной математизации и обобщения, что и явилось основанием для написания данной статьи, в которой сделана попытка систематизировать и обобщить материал по теории, аспектам энергетического анализа цепей, в которых протекают свободные токи и напряжения.

Будем рассматривать цепи по мере их усложнения. В цепи с последовательным соединением резистора R и индуктивности L , в которой до отключения источника энергии протекал ток i , после отключения источника и образования короткого замыкания конденсатора-накопителя, в магнитном поле катушки энергия рассеивается в окружающее пространство в процессе ее преобразования в тепло в резистивном элементе. Энергетический баланс определяется из уравнения, составленного по второму закону Кирхгофа:

$$L \frac{di}{dt} + iR = 0. \quad (3)$$

Для перехода к мощности умножают на ток i оба слагаемых (3):

$$\frac{Li^2(t)}{2} + i^2(t)R = 0. \quad (4)$$

Исходя из (4), можно утверждать, что в любой момент времени мощность магнитного поля катушки и мощность рассеивания диссипативного элемента взаимно компенсируют друг друга.

Для определения энергии выполним интегрирование. Так как переходной процесс теоретически длится бесконечно долго, то, интегрируя в пределах от «0» (момент коммутации) до «∞», получим всю энергию рассеивания:

$$\int_0^{\infty} Ri^2 dt = R[i(0)]^2 \int_0^{\infty} e^{-2\frac{R}{L}t} dt = \frac{Li^2(0)}{2}. \quad (5)$$

Так как, $i(0)$ – ток в момент коммутации, то $Li^2(0) / 2$ – энергия, запасенная в катушке индуктивности к моменту коммутации; в соответствии с (5) вся она рассеивается в резисторе в течение переходного процесса.

Рассмотрим режим разряда (короткого замыкания – к. з.) цепи R, C с начальным напряжением на конденсаторе $u(0)$. При этом уравнение цепи:

$$u_C + iR = 0. \quad (6)$$

Умножая (6) на ток i , получим:

$$\frac{Cu^2(t)}{2} + i^2(t)R = 0. \quad (7)$$

Исходя из (7), можно утверждать, что в любой момент времени мощность электрического поля конденсатора и мощность рассеивания резистора взаимно компенсируют друг друга.

Для определения энергии элемента цепи выполним интегрирование:

$$\int_0^{\infty} Ri^2 dt = \frac{u^2(0)}{R} \int_0^{\infty} e^{-2\frac{t}{RC}} dt \approx \frac{Cu^2(0)}{2}. \quad (8)$$

В соответствии с (8) вся энергия, запасенная в конденсаторе к моменту коммутации, рассеивается в резисторе в течение переходного процесса.

Необходимо отметить, что процесс заряда конденсатора (принципиально отличается от процесса разряда) в данном случае не рассматривается.

Рассмотрим далее последовательное соединение L, R, C . Уравнение на основе второго закона Кирхгофа контура из последовательного соединения L, R, C , не содержащего источников энергии, имеет вид:

$$u_C + iR + L \frac{di}{dt} = 0. \quad (9)$$

Для получения мощности умножим все слагаемые выражения (9) на $i=C du_C/dt$, в результате получим:

$$Cu_C \frac{du_C}{dt} + i_R^2 R + Li_L \frac{di_L}{dt} = 0, \quad (10)$$

то есть

$$p_C(t) + p_R(t) + p_L(t) = 0, \quad (11)$$

где

$$p_C(t) = \frac{C}{2} \frac{du_C^2}{dt}, p_L(t) = \frac{L}{2} \frac{di_L^2}{dt}, p_R(t) = Ri^2.$$

Так как

$$f \frac{df}{dt} = \frac{1}{2} \frac{df^2}{dt}.$$

Таким образом, выражение (10) можно переписать как:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{Cu_c^2}{2} \right) + i^2 R + \frac{d}{dt} \left(\frac{Li_L^2}{2} \right) = 0. \quad (12)$$

Если теперь проинтегрировать (12), воспользовавшись определенным интегралом с переменным пределом t и значением нижнего предела $t=0$, соответственно к моменту коммутации, то получим:

$$\int_0^t i^2 R dt + \frac{Li^2}{2} \Big|_{i_{t=0}}^{i_{t=t}} + \frac{u_c u^2}{2} \Big|_{u_{c_{t=0}}}^{u_{c_{t=t}}}, \quad (13)$$

Откуда

$$\int_0^t i^2 R dt + \frac{Li^2(t)}{2} - \frac{Li^2(0)}{2} + \frac{Cu_c^2(t)}{2} - \frac{Cu_c^2(0)}{2} = 0. \quad (14)$$

Или

$$\int_0^t i^2 R dt + \frac{Li^2(t)}{2} + \frac{Cu_c^2(t)}{2} = \frac{Li^2(0)}{2} + \frac{Cu_c^2(0)}{2}. \quad (15)$$

При коротком замыкании цепи R, L, C, в которой протекал ток в момент коммутации $i(0)$ и на конденсаторе было напряжение $u_c(0)$, физически процесс происходит таким образом, что ток $i \rightarrow 0$ и $u_c(0) \rightarrow 0$ (теоретически при $t \rightarrow \infty$). Поэтому для $t \rightarrow \infty$ равенство (15) можно записать в виде:

$$\int_0^t i^2 R dt = \frac{Li^2(0)}{2} + \frac{Cu_c^2(0)}{2}. \quad (16)$$

Уравнение (16) является основным, выражающим энергетический баланс в цепи R, L, C, в которой отсутствуют источники ЭДС и тока и, следовательно, протекает только свободный ток, его физическая интерпретация состоит в следующем: энергия магнитного поля, которой обладает катушка индуктивности к моменту коммутации, и энергия электрического поля, которой обладает конденсатор к этому же моменту коммутации, с течением времени полностью преобразуется в тепло и рассеивается в окружающее пространство. Это положение является формулировкой энергетического баланса в данной цепи. Уравнения (5) и (8) являются частным случаем уравнения (16).

На основе рассмотренных случаев можно сформулировать следующее правило, выражающее энергетические соотношения в любой цепи, где протекают только свободные токи (то есть отсутствуют источники ЭДС и тока): энергия, которой обладали все реактивные элементы цепи к моменту коммутации (моменту установления свободного режима), с течением времени преобразуется в тепло в активных сопротивлениях (резистивных элементах) цепи и рассеивается в окружающее пространство вплоть до полного превраще-

ния начальной энергии в тепло. При этом процессе протекания свободных токов энергия реактивных элементов может перераспределяться между ними, причем приращение энергии на конкретном элементе может быть как положительным, так и отрицательным; однако полная (общая) накопленная энергия остается постоянной, за вычетом энергии, преобразованной в тепло к моменту рассмотрения.

В более общем виде формулу (16) можно записать для случая, когда имеются несколько индуктивностей, емкостей и резисторов:

$$\sum_{k=1}^{k=K} \int_0^{\infty} i_k^2 R_k dt = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{L_n i_{Ln}^2(0)}{2} + \sum_{s=1}^{s=S} \frac{C_s u_s^2(0)}{2}. \quad (17)$$

Таким образом, формула (17) выражает энергетический баланс цепи со свободными токами в наиболее общем виде.

Рассмотрим пример применения формулы (17) для анализа работы электротехнического устройства – прибора электрического инициирования электродетонаторов (ЭД), так называемого электрического прибора взрыва [6]. Принципиальная электрическая схема прибора показана на рисунке 1.

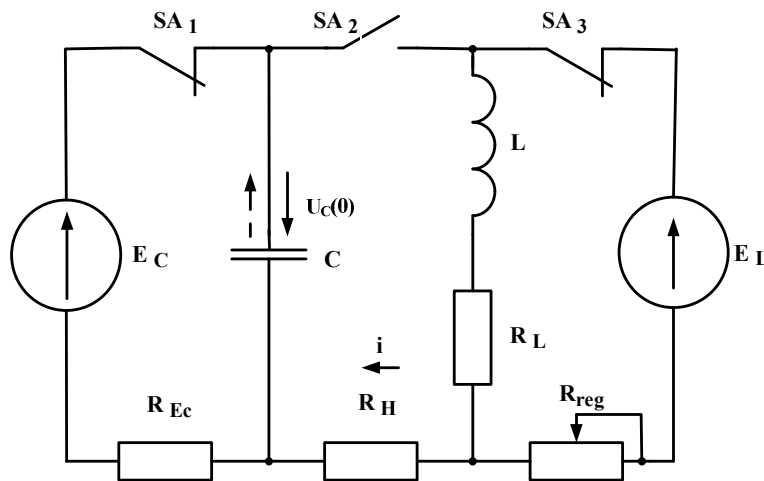


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема прибора взрыва с двумя накопителями энергии

Прибор имеет два накопителя энергии – индуктивность L и емкость C и два источника ЭДС – E_L и E_C ; R_L – активное сопротивление катушки индуктивности, R_C и R_{reg} – регулируемые сопротивления в цепях соответственно с источниками E_C и E_L , R_H – сопротивление нагрузки, т. е. сопротивление электровзрывной цепи, S_{A1} , S_{A2} , S_{A3} – ключи.

Как видно из приведенной на рис. 1 схемы, конденсатор C и индуктивность L в исходном состоянии находятся в электрически не связанных между собой контурах, т. к. ключ S_{A2} разомкнут и контуры соединены только одной ветвью с сопротивлением R_H . При замкнутых ключах S_{A1} и S_{A3} конденсатор "С" заряжается до напряжения $U = E_C$, а через индуктивность протекает ток

$$I = \frac{E_L}{R_L + R_{reg}}.$$

На конденсаторе запасается энергия $0,5E^2C$, а на индуктивности $0,5LI^2$. Если теперь разомкнуть ключ S_{A1} и одновременно замкнуть ключ S_{A2} и разомкнуть ключ S_{A3} , то энергия, накопленная в конденсаторе C и катушке L , будет выделяться в сопротивлении нагрузки R_n , т. е. в электровзрывной цепи.

Рассмотренная электрическая цепь после коммутации будет представлять собой последовательное соединение “ C ”, “ R_n ”, “ R_L ” и “ L ” с ненулевыми начальными условиями ($U_C(0)$ на емкости и $I_L(0)$ на индуктивности). Электрическое состояние такой цепи (примем $R = R_n + R_L$) описывается дифференциальным уравнением:

$$Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int idt \pm u_C(0) = 0. \quad (18)$$

В уравнении (18) перед слагаемым $u_C(0)$ поставлены два знака (“+” и “-”), что соответствует согласному или противоположному направлению напряжения на конденсаторе $U_C(0)$ относительно направления тока в контуре.

На рисунках 2, 3 даны графики изменения во времени i , u , W от времени на элементах цепи.

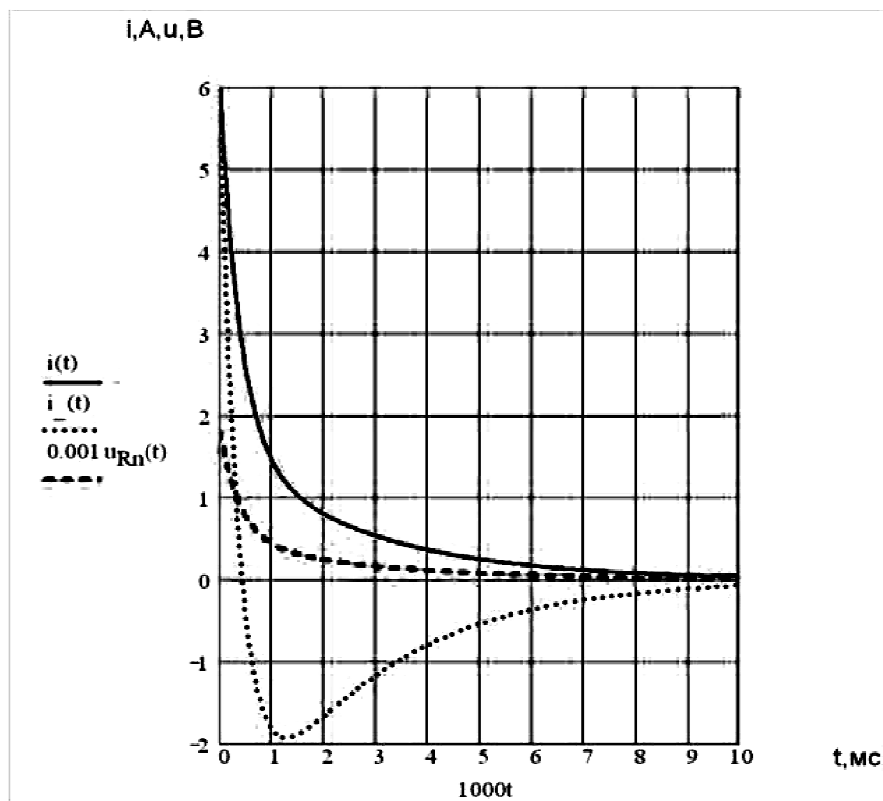


Рис. 2. Графики изменения токов в цепи и напряжения на нагрузке

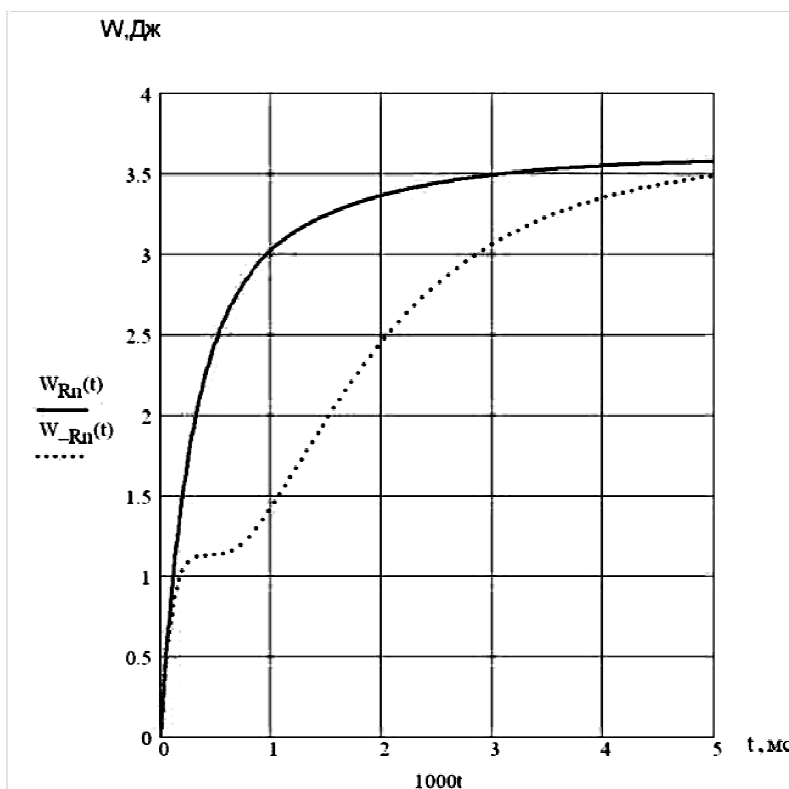


Рис. 3. Графики изменения энергии во времени

Как видно из представленных графиков, токи, напряжения и мощности на всех элементах цепи с течением времени стремятся к нулю. Энергия, накопленная на реактивных элементах в процессе протекания токов, преобразуется в тепло в резистивных элементах (ЭД). Рассмотренные энергетические соотношения в цепях, в которых протекают только свободные токи, дополняют возможности анализа электрических цепей, могут быть полезными при расчете и проектировании различных электротехнических устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Нейман Л. Р.* Теоретические основы электротехники: учебник для вузов; 3-е изд., перераб. и доп.; в 2-х т. / Л. Р. Нейман, К. С. Демирчан. Л.: Энергоиздат. 1981. Т. 1. 536 с. С. 107–144.
2. *Зевеке Г. В.* Основы теории цепей: учебник для вузов; 4-е изд., перераб. / Г. В. Зевеке, П. А. Ионкин, А. В. Нетушил, С. В. Страхов. М.: Энергия, 1975. 752 с.
3. *Бессонов Л. А.* Теоретические основы электротехники: учебник для вузов; 9-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1996. 638 с.
4. *Атабеков Г. И.* Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: учебник для вузов / Г. И. Атабеков. М.: Энергия, 1978. 592 с.
5. *Поливанов К. М.* Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи с сосредоточенными постоянными. М.: Энергия, 1965. 360 с.



УДК 622.235.432

*Канд. техн. наук, доцент САХАНСКИЙ Ю. В.,
канд. техн. наук, профессор РОГАЧЕВ Л. В.,
студ. КЮРДЖИЕВ А. Н.*

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ПРОВОДОВ В ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ ЦЕПИ

Рассмотрено влияние активных и реактивных параметров соединительных, распределительных и магистральных проводов на общие параметры электровзрывной цепи. Проанализировано элементарное звено эквивалентной схемы замещения проводов в электровзрывной цепи. Определена зависимость параметров проводов электровзрывной цепи от частоты. Рассмотрены амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики эквивалентной цепи. Описано влияние высокочастотного инициирования на изменение реактивных параметров проводников электровзрывной цепи. Получены зависимости первичных параметров магистральных проводов электровзрывной цепи от частоты и взаимного расположения проводов. Выведено уравнение зависимости параметров проводов цепи от источников энергии, воздействующих на электровзрывную цепь, отличных друг от друга по характеру воздействия.

Ключевые слова: *электровзрывная цепь, электровзрывание, магистральные провода, соединительные провода, электродетонатор.*

Yu. V. Sakhansky, L. V. Rogachev, A. N. Kurdzhiev

ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF THE MAIN AND CONNECTING WIRES OF THE ELECTRIC EXPLOSION CIRCUIT

The influence of active and reactive parameters of connecting, distributing and main wires on the general parameters of the electric explosion circuit is considered. The elementary link of the equivalent circuit for the replacement of trunk wires is analyzed. The dependence of the parameters of the electric blast circuit conductors on the frequency is determined. The amplitude-frequency and phase-frequency characteristics of an equivalent circuit are considered. The influence of high-frequency initiation on the change in the reactive parameters of conductors of an electric explosive circuit is described. The dependences of the primary parameters of the main wires of the electric explosion circuit on the frequency and relative location of the conductors in the wire are obtained. An equation is derived for the dependence of the parameters of the conductors of a chain on energy sources act-

ing on an electric explosive circuit, which differ from one another in the nature of the effect on the circuit.

Key words: electroexplosive chain, electric explosion, main wires, connecting wires, electric detonator.

При монтаже электровзрывной цепи электродетонаторы (ЭД) соединяются со взрывным прибором при помощи магистральных концевых и соединительных проводов (рис. 1), образующих линии с распределенными электрическими параметрами.

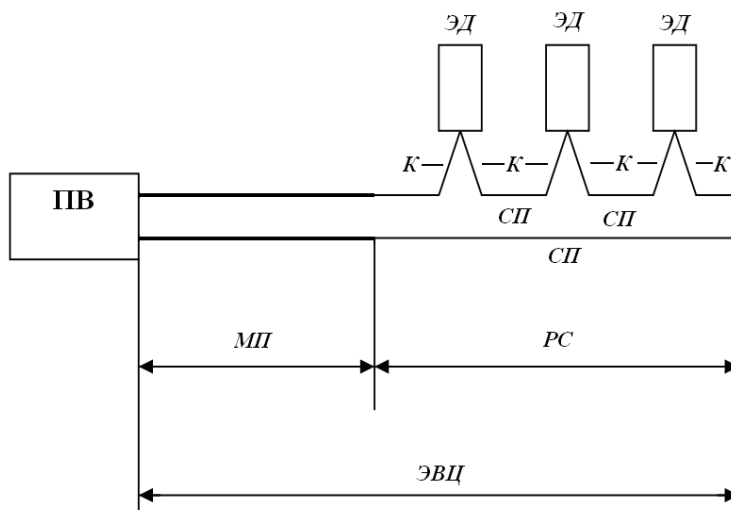


Рис. 1. Основные элементы электровзрывной цепи:
 ЭВЦ – электровзрывная цепь, ПВ – прибор взрыва, ЭД – электродетонаторы,
 РС – распределительная сеть, МП – магистральные провода,
 СП – соединительные провода, К – концевые провода

Для экономичности электровзрывной цепи и улучшения ее параметров следует, по возможности, уменьшать длину и сечение всех проводов, особенно проводов распределительной сети, уничтожаемой при взрыве.

Величины реактивных параметров магистральных и соединительных проводов, а также величина их резистивного сопротивления, используемая в качестве критерия качества монтажа проводов, являются важными, но недостаточно полными информативными параметрами. В частности, при высокочастотном инициировании, при анализе сторонних электромагнитных воздействий, при исследовании условий безотказности необходимо учитывать частотные характеристики электровзрывной цепи.

Эквивалентная схема замещения электровзрывной цепи при последовательном соединении ЭД имеет вид (рис. 2).

На рисунке 2 участок 1 – соответствует магистральным проводам, участок 2 – распределительной сети, состоящей из соединительных проводов и ЭД. При этом L_{01} и C_{01} – реактивные параметры магистральных проводов, L_{02} и C_{02} – реактивные параметры распределительной сети; R_{01} и G_{01} – активные

параметры магистральных проводов, R_{02} и G_{02} – активные параметры распределительной сети. Все параметры являются удельными – на единицу длины линии, что позволяет унифицировать расчет режимов работы цепи.

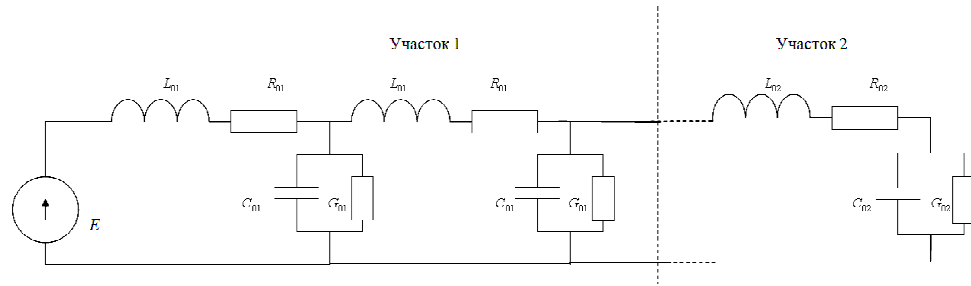


Рис. 2. Эквивалентная схема замещения электровзрывной цепи

При анализе линии с распределенными параметрами, эквивалентной магистральным проводам, для многих расчетов удобнее использовать не эквивалентную схему замещения, а выделить из нее элементарное звено (рис. 3).

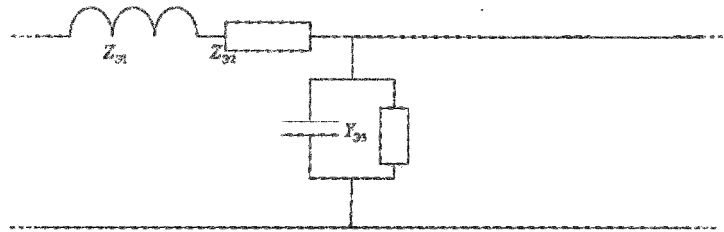


Рис. 3. Элементарное звено эквивалентной схемы замещения магистральных проводов

Очевидно, что элементарное звено представлено четырехполюсником с Г-образной схемой замещения.

Элементарное звено охватывает два ЭД, расположенные относительно начала сети. Такое расположение определено для упрощения эквивалентной схемы, придания ей качества универсальной – одинаковой как для последовательного, так и для параллельного соединения ЭД.

Параметры элементарного звена определяются выражениями:

$$Z_{Э1} = Z_{Э2} = Z_{10} \sqrt{\frac{Z_{10}}{Z_{1k}} (Z_{10} - Z_{1k})} Z_{2k} = R_{Э2} + jL_{Э2} = 0,5R_{02} + j\omega 0,5L_{02},$$

$$Y_{Э3} = \sqrt{\frac{Z_{1k}}{Z_{2k} Z_{10} (Z_{10} - Z_{1k})}} G_{Э2} + j\omega,$$

где Z_{10} , Z_{1k} и Z_{2k} – сопротивления, определяемые из опытов холостого хода и короткого замыкания для Т-образной схемы замещения;
 ω – циклическая частота.

Таким образом, электровзрывную цепь можно представить, как соединение двух линий с распределенными параметрами.

Параметры линии, эквивалентной магистральным проводам, в общем случае могут быть представлены как функции комплексной частоты s :

$$\gamma = \sqrt{(R_{01} + sL_{01})(G_{01} + sC_{01})},$$

$$\rho = \sqrt{\frac{R_{01} + sL_{01}}{G_{01} + sC_{01}}},$$

где γ – постоянная распространения магистральных проводов;

ρ – волновое сопротивление магистральных проводов.

Наиболее полную информацию об электрических параметрах электровзрывной цепи могут дать их частотные характеристики. Они отражают реакцию на гармоническое воздействие и в общем виде определяются комплексной передаточной функцией (комплексным коэффициентом передачи) $N(s)$, представляющей собой отношение комплексных амплитуд сигналов на выходе четырехполюсника x_1 и x_2 :

$$N(s) = \frac{x_2}{x_1}.$$

Функция $N(s)$ в частных случаях может представлять собой входное сопротивление, комплексную входную проводимость m , комплексный коэффициент передачи по току или напряжению и т. д. При этом она может быть представлена как

$$N(j\omega) = N_1(\omega) + jN_2(\omega) = Ne^{j\varphi(\omega)},$$

где $N(\omega)$ – амплитудно-частотная, а $\varphi(\omega)$ – фазо-частотная характеристики, определяемые выражениями:

$$N(\omega) = \sqrt{N_1^2(\omega) + N_2^2(\omega)},$$

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{N_2(\omega)}{N_1(\omega)}.$$

$x_2 \rightarrow x_1$

На рисунке 4 представлены экспериментально полученные зависимости первичных параметров магистральных проводов от частоты и взаимного расположения проводников в проводе, а также показаны зависимости распределения первичных параметров магистральных проводов, полученные для провода ВП-08. При этом первая цифра обозначения графика указывает на рас-

стояние между проводами (200 мм, 100 мм, 50 мм), скрученными между собой, а вторая – на характер определяемой величины: 1 – индуктивная составляющая, 2 – емкостная. Таким образом, графики 1-1, 2-1, 3-1, 4-1 – относятся к индуктивной составляющей реактивных параметров магистральных проводов, графики 1-2, 2-2, 2-3, 2-4 – к емкостной составляющей, график 5 – определяет величину R_0 .

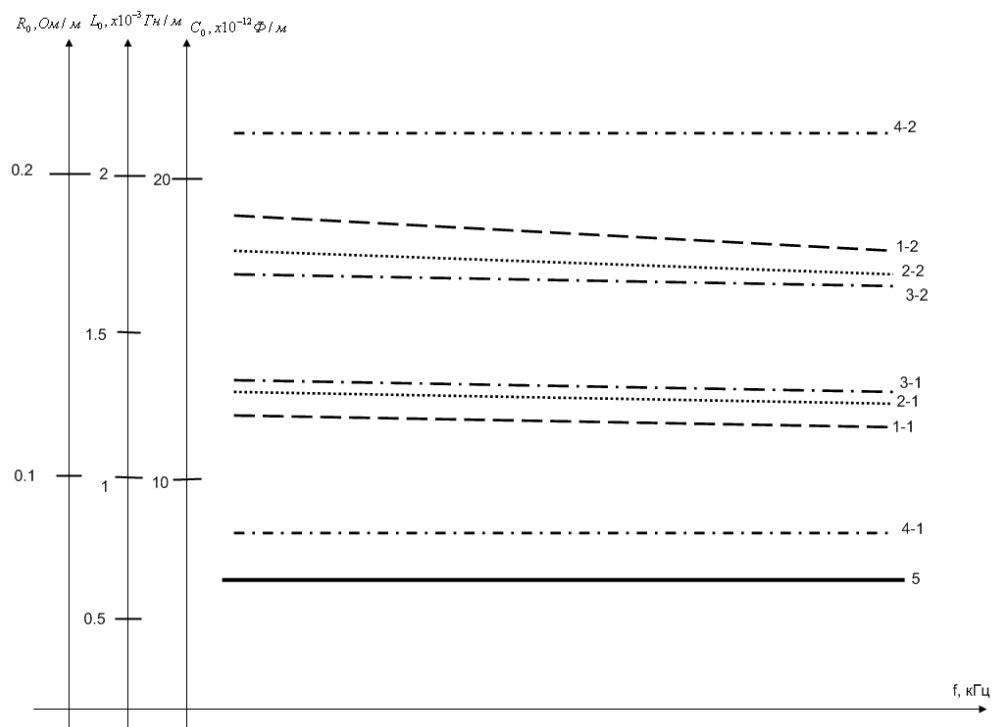


Рис. 4. Зависимости первичных параметров магистральных проводов от частоты и взаимного расположения проводников в проводе

Использование частотных характеристик при определении параметров магистральных и соединительных проводов позволит более точно рассчитать параметры высокочастотного инициирования, определить влияние на электровзрывную цепь сторонних источников энергии, провести расчеты условий безотказности с достаточной для практики точностью.

Однако сторонние источники энергии, воздействующие на электровзрывную цепь (на магистральные провода в том числе), могут отличаться друг от друга по характеру воздействия на сеть (постоянное напряжение, переменное, экспоненциальное и т. д.). В этом случае воздействие можно записать схемной функцией:

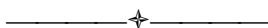
$$T(s) = \frac{N(s)}{M(s)} = \frac{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_0}{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_0},$$

где $s = \sigma + j\omega$ – комплексная частота.

Схемная функция будет иметь различный конкретный вид в зависимости от применяемой схемы соединения цепи, от характера возмущения источника питания, от конкретных условий применения исследуемых цепей и т. п. Однако схемные функции для одной и той же цепи будут различными при различных состояниях электровзрывной цепи: до инициирования (цепь собрана, проверена и готова к подключению взрывного прибора – исходное состояние), после подачи инициирующего импульса – рабочее состояние.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Граевский М. М.* Справочник по электрическому взрыванию. М.: Рандеву-АМ, 2004.
2. *Лурье А. И.* Электрическое взрывание зарядов. М.: Недра, 1973.
3. ПБ 13-407-01 Единые правила безопасности при взрывных работах (Дата актуализации: 12.02.2016).
4. *Петров Ю. С.* Основы теории электровзрывания. Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), изд-во «Терек», 1998.
5. Nobel Nefte, 2007, November. P. 204–210.
6. *Петров Ю. С., Саханский Ю. В., Масков Ю. П.* Классификация и анализ современных способов и средств инициирования промышленных взрывов // Научный вестник (технические науки). Тамбов: изд. «Ucom». 2016. № 1(7).



УДК 330

*Ассистент ГАБАРАЕВА Ж. Ф.,
студент ТАТРОВА Ф. Д.*

СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ПЛАТЕЖНЫЕ СРЕДСТВА

В данной статье рассматриваются современные электронные платежные средства – криптовалюты, виды криптовалют, отрицательные и положительные черты криптовалют.

Ключевые слова: *криптовалюта, биткоин, эфириум, лайткоин, зи-кэш, дэш, риппл.*

Zh. F. Gabaraeva, F. D. Tatrova

MODEM -ELECTRONIC MEANS OF PAYMENT

This article discusses the current e-money is cryptocurrency, cryptorrenncy types, negative and positive features of cryptocurrency.

Key words: *cryptocurrency, bitcoin, etherium, litecoin, Z-cash, dash, ripple.*

Криптовалютой называют особую разновидность электронного платежного средства, это математический код. Называется она так из-за того, что при обращении этих цифровых денег используются криптографические элементы, а именно – электронная подпись.

Единицей измерения в этой системе считаются «коины» (монеты). Криптовалюта не имеет никакого реального выражения типа металлических монет или бумажных банкнот. Она существует исключительно в цифровом виде.

Основной отличительной чертой криптоденег от настоящих, является способ их появления в цифровом пространстве. «Выпуск» цифровых денег происходит различными способами: это и ICO (первичное размещение монет, система инвестирования), и майнинг (поддержание специальной платформы для создания новых криптоденег), и форжинг (образование новых блоков в уже имеющихся криптовалютах). То есть криптовалюта возникает буквально «из Интернета».

Другое важное отличие от обычной валюты состоит в децентрализации выпуска. Выпуск электронной валюты представляет собой генерирование математического кода с последующей электронной подписью. Эмитировать реальные деньги вправе исключительно Центробанк, а вот выпускать криптоденеги – любой человек. Для того чтобы совершать операции при помощи криптовалюты, не нужно контактировать ни с какими сторонними организациями (банками).

Платежи при помощи цифровых денег осуществляются по системе безналичного расчета. Исключение составляют разве что биржи, посредством

которых криптовалюта можно монетизировать, то есть перевести в обычные платежные средства.

Обращение такой валюты происходит по системе «блок-чейна» («замкнутая цепь» с англ). Эта система представляет собой распределенную по миллионам персональных компьютеров во всем мире базу данных. При этом хранение и запись информации при обращении криптовалют происходит на всех устройствах сразу, что гарантирует абсолютную прозрачность и открытость производимых транзакций.

Для расчетов виртуальными деньгами используется только их номер, поэтому криптовалюта и не нуждается в реальном выражении. Цифровые платежные средства защищены криптографическим кодом, их нельзя ни подделать, ни запретить.

Другой чертой, делающей их популярными, является полная анонимность. При проведении транзакций никто не получит никаких сведений о плательщике или получателе, из всех данных будет использоваться только номер электронного кошелька. Эту валюту можно получить самостоятельно, т. е. цифровую валюту можно достать практически «из воздуха». А ведь на покупке и продаже, а также инвестировании криптовалюты можно еще и зарабатывать деньги. Криптовалюты могут быть обменены на традиционные денежные средства, вследствие чего они способны приносить вполне осязаемый доход.

Цифровые деньги впервые появились в 2008 году, а к настоящему времени их существует уже несколько тысяч разновидностей. Это так называемые мыльные пузыри. Цифровые валюты ничем не обеспечены: ни золотовалютными резервами, ни экономикой того или иного государства. Единственное, что определяет их ценность – это спрос. Чем он выше, тем дороже приходится платить за определенную валютную единицу. Кроме того, создатели тех или иных криптовалют чаще всего устанавливают заранее объем эмиссии, при достижении которого монеты больше выпускаться не будут.

Наиболее распространенные виды криптовалюты:

1. Биткойн (BTC, bitcoin, на данный момент один биткойн эквивалентен 4200 долларов США). Криптовалюта биткойн простыми словами – это самая первая цифровая валюта, на основе которой разрабатывались все последующие. Разработчик биткойна (группа разработчиков) – Сатоши Накамото. Для этой валюты заявлен предел по количеству в 21 000 000, однако в настоящее время он все еще не достигнут.

2. Эфириум (ethereum, равен 300 долларов США). Это разработка российского программиста Виталия Бутерина. Появилась такая валюта сравнительно недавно – в 2015 году. Сейчас она довольно популярна наряду с биткойнами.

3. Лайткойн (litecoin, LTC, приравнен к 40 долларам США). Валюта разработана программистом Чарли Ли и выпускается с 2011 года. Лайткойн считается аналогом серебра среди криптовалюты (а биткойн – аналогом золота). Выпуск лайткойнов, как и биткойнов, тоже лимитирован и составляет 84 000 000 единиц.

4. Зи-кэш (Z-cash, 200 долларов США).

5. Дэш (dash, 210 долларов США).

6. Риппл (Ripple, 0,15 долларов США).

Кроме указанных наименований, в электронном обращении используются также Даркоин, Праймкоин, Пиркоин, Доджкоин и многие другие.

Наиболее популярной из всех криптовалют является биткоин. Ее название составлено из слов «бит» – наименьшая единица информации и «коин», что в переводе с английского означает «монета». Для биткоина создана не только программа, но и специальный цифровой кошелек, в котором можно эту валюту хранить.

Кроме этого, сейчас есть даже особые банкоматы, в которых можно перевести биткоины в привычные бумажные деньги, а ряд торговых сетей и магазинов принимают эту валюту для расчета наряду с обычными купюрами и монетами.

По своим основным характеристикам цифровые деньги в значительной степени отличаются от обычных. Это влечет не только сплошные плюсы, но и некоторые минусы для пользователей.

Плюсы:

1. Добыть такие деньги при помощи специально организованной деятельности (майнинга) может любой желающий.
2. Все операции с криптовалютами (так называемые транзакции) происходят абсолютно анонимно.
3. Децентрализованный выпуск.
4. Для каждой разновидности криптовалюты предусмотрен предел выпуска.
5. Криптовалюта защищена уникальным кодом вроде электронной подписки.
6. При транзакциях практически нет комиссий.

Минусы:

1. Если пользователь потерял пароль от своего электронного кошелька, это означает для него потерю всех находящихся в нем средств.
2. Криптовалюта характеризуется высокой волатильностью в связи со спецификой ее обращения.
3. В отношении криптовалют могут предприниматься попытки различных негативных воздействий со стороны национальных регуляторов денежного обращения (например, Центробанк РФ).
4. Со временем процесс добывания криптомонет все более и более усложняется.

В целом же все криптоединицы валюты характеризуются теми же чертами, что и современные деньги, а именно: они универсальны; являются обменным средством; их можно накапливать; выполняют расчетную функцию.

Чаще всего новые криптовалюты выпускают под конкретные задачи. Если биткоин был разработан исключительно под транзакции и его часто называют виртуальным золотом, то, например, этериум предусмотрен не только под переводы денег, в нем уже заложены смарт-контракты. А роль аналога серебра в мире криптовалют отведена лайткоину.

Существует ряд способов заработка криптовалют, а также вариантов получения с них прибыли, чем и пользуются наиболее продвинутые пользователи.

В целом криптовалюта по своим характеристикам во многом схожа с традиционными деньгами, однако имеет и ряд принципиальных отличий, которые позволяют цифровым деньгам все больше набирать популярность в современном информационном пространстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Деньги, кредит, банки / Под ред. Н. Н. Мартыненко, Ю. А. Соколовой. М.: Юрайт, 2017.
2. Кочергин Д. А. Электронные деньги. М.: Маркет ДС, 2011.
3. Скудалова Т. В. Валютное регулирование и валютный контроль. СПб.: Интермедия, 2015.



УДК 330

*Д-р экон. наук, профессор ГАЛАЧИЕВА С. В.,
аспирант ХАЧЕТЛОВА Е. Р.,
студ. БЕСТАЕВА В. Г.*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕНЕДЖМЕНТА ПРОЦЕССАМИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА ТЕРРИТОРИИ

В данной статье рассмотрены предложения по совершенствованию государственного регулирования процессов устойчивого экономического роста территории как фактора эффективного менеджмента территории.

Ключевые слова: *менеджмент территориального развития, воспроизводственный процесс, территориально-отраслевая трансформация, промышленная политика.*

S. V. Galachieva, E. R. Khochetlova, V. G. Bestaeva

IMPROVEMENT OF THE MANAGEMENT OF THE PROCESS OF ECONOMIC GROWTH OF THE TERRITORY

This article discusses proposals to improve state regulation of the processes of sustainable economic growth of the territory as a factor of effective management of the territory.

Key words: *management of territorial development, reproductive process, territorialno-branch transformation, industrial policy.*

В процессе формирования оптимальной модели экономического развития территории, считаем необходимым выйти на траекторию устойчивого развития. В этой статье попытаемся предпринять попытки сформировать некоторые предложения по совершенствованию государственного регулирования процессов устойчивого экономического роста территории как фактора эффективного менеджмента территории.

Цели менеджмента территориального развития не сводятся только к целям рыночной экономики – получению прибыли. В них содержится, прежде всего, многовековое стремление человечества к возобновлению, воспроизводству жизни, но во все более лучших условиях. Отсюда правомерно рассматривать экономический рост, структурные изменения в территории в

увязке с ходом воспроизводственного процесса на территории и миссией территориальных властей и органов местного самоуправления. Они состоят, на наш взгляд, в следующем:

- поддержание сферы жизнедеятельности человека, качества его жизни на определенной конкретной территории;
- устранение несбалансированности хозяйственного комплекса, кризисных явлений на территории с позиций условий жизни, эффективной структуры мест приложения труда, обеспечения рациональной занятости населения как основного источника его доходов;
- поддержание на территории самокупаемой экономики, ее роста как базы воспроизводства населения и т. д. [1]

Для выполнения названных функций менеджмента необходимо знание, отслеживание хода воспроизводственного процесса на территории. Многие беды в территории не возникли сами по себе. В них повинны люди, прежде всего руководители разных рангов, которые вовремя не заметили и не предприняли необходимые меры по предотвращению нежелательных процессов, явлений. Среди этих мер ведущее место принадлежит рационализации структуры хозяйства.

Цель социально-экономического развития территории – улучшение условий жизни людей и их территориального сообщества в целом – достигается в решающей мере функционированием хозяйства. Только через регулирование структуры, прогрессивности, эффективности производства в материальной и нематериальной сферах возможно достичь необходимого набора элементов материальной и духовной культуры, нормальных условий трудовой деятельности, доходов населения, обеспеченных материальными благами.

Принимаемые решения по социально-экономическому развитию территории базируются на наборе критериев, показателей, которые являются, по существу, вершиной айсберга менеджмента. Его подводная часть – интересы многочисленных объектов, субъектов, функционирующих на территории, остаются в большинстве случаев вне поля внимания либо учитываются неполно, фрагментарно. В результате, казалось бы, самые актуальные, хорошо просчитанные по формальным показателям решения оказываются хрупкими и терпят крах при первых, даже незначительных изменениях внешней и внутренней среды.

Также необходим анализ многих групп противоречий: между субъектами хозяйствования на территории, субъектами хозяйствования и территориальными властями, территориальным сообществом и федеральной властью, разными территориальными сообществами и т. д. Важно далее установить, насколько данные противоречия в соответствии с ходом территориального воспроизводственного процесса объективны, а, следовательно, преодолимы или нет. Найти точки, сферы совпадения субъектов экономики территории в области экологии, условий жизни населения. Только при условии учета интересов участников возможно выработать механизмы, способные воздействовать на ход, устойчивость социально-экономического развития территории, в том числе структурные преобразования.

Отправной точкой при этом является определение ценности, по отношению к которой проявляются ключевые интересы всех участников менеджмента территории. Федеральные, территориальные власти и муниципальные

органы управления заинтересованы в большем поступлении бюджетных средств и средств во внебюджетные фонды в свой уровень. Бизнес-территории заинтересованы в устойчивом росте доходов, дивидендов, рыночной стоимости их акций, снижении рисков, то есть повышении уровня эффективности работы бизнеса. Домашние хозяйства (семьи), иначе, население территории, более всего ценят обеспечение услугами сферы жизнеобеспечения, социальной инфраструктуры, экологические условия жизни, безопасность, наличие рабочих мест нужной структуры, эффективности, комфорта.

Структурные изменения хозяйственного комплекса как эффективного менеджмента такой территории, как Кабардино-Балкарская Республика, в сегодняшних российских условиях определяется в решающей степени текущим состоянием рынка спроса на производимую продукцию и, к сожалению, в меньшей степени – ориентацией на будущее территории в целом, ее места в национальной экономике в аспекте рационализации территориальной организации производительных сил страны. Данное обстоятельство и предопределяет направления начавшейся территориально-отраслевой трансформации в территории [2].

Доля убыточных предприятий в промышленности республики составила 46,6 %. К основным причинам кризисного состояния промышленности КБР можно отнести: потерю традиционных рынков сбыта из-за развала Советского Союза; исчезновение или ослабление таких традиционных государственных заказчиков, как АПК, ТЭК, Минобороны; неконкурентоспособность большинства видов выпускаемой продукции как на внешнем, так и на внутреннем рынке из-за относительно низкого соотношения качество/цена; нарушение сложившихся кооперационных связей; финансовый кризис, проявляющийся, прежде всего, как кризис неплатежей; приватизацию промышленных предприятий, в результате которой государство «сбросило» с себя заботу о предприятиях, а эффективные собственники на них не появились; налоговый пресс, «душачий» любую производственную активность и выталкивающий капиталы в коммерцию; кризис менеджмента на предприятиях, где в большинстве своем остались старые руководители, имеющие весьма своеобразные представления о работе в условиях рыночной экономики (постоянный рост цен на продукцию при отсутствии каких-либо попыток снижения производственных затрат, реструктурирования предприятий – лишь одно из явных свидетельств этого), и, по-видимому, ограниченные возможности адаптации к новым условиям; неразвитость деловой инфраструктуры, обеспечивающей предприятия в рыночной экономике необходимыми услугами и информацией.

Сегодня становится очевидным, что попытки власти самоустраниться («предприятия приватизированы, у них есть свои владельцы, пусть они и беспокоятся») невозможны и недальновидны: промышленные предприятия для республики – это налоги в бюджет, это занятость населения, это социальная сфера, это, наконец, политическая стабильность [2].

Необходимо уравновесить преобладающий сегодня, к сожалению, не только на федеральном уровне, но и на уровне субъектов Федерации акцент на формировании бюджетов, межбюджетных взаимоотношениях и т. п. непосредственной, целенаправленной работой с промышленными предприятиями.

Основные усилия должны быть сосредоточены на разработке территориальной промышленной политики и создании механизма ее эффективной реализации.

Сущность промышленной политики заключается в правильном выборе отраслей и предприятий и в оказании им эффективной государственной поддержки – для развития приоритетных и репрофилирования, закрытия предприятий тех отраслей, которые находятся на стадии упадка.

Промышленная политика будет реализуемой только при условии согласования в общем случае противоречивых интересов всех хозяйствующих субъектов: территориальных органов власти, руководителей промышленных предприятий, банкиров и финансистов, профсоюзов и т. д.

Организационной основой такого согласования могло бы стать создание при Правительстве субъекта Федерации коллегиального органа (Совета) руководства промышленностью.

Создание такого органа позволяет изменить всю технологию принятия решений: вместо аппаратного процесса, когда интересы других хозяйствующих субъектов не учитываются и принятые решения, соответственно, не выполняются, перейти к совместной подготовке решений (именно этот подход реализован в японской системе управления, когда в ходе длительных предварительных переговоров добиваются консенсуса, что обеспечивает выполнение согласованных решений). У представителей негосударственного сектора экономики при этом появляется регулярная возможность высказывать непосредственно представителям власти свою точку зрения и влиять на принимаемые решения.

Решения Совета будут носить рекомендательный характер, но в необходимых случаях должны оформляться в виде постановлений или распоряжений правительства. Решения должны приниматься простым большинством голосов членов Совета, каждый из которых имеет один голос.

Совет создается для регулирования процессов функционирования и развития территориального промышленного комплекса с целью повышения его конкурентоспособности, что должно обеспечить, в конечном счете, повышение уровня жизни населения республики.

По нашему мнению, Совет должен сконцентрироваться на трех важнейших задачах: антикризисной, среднесрочной и стратегической.

Антикризисная задача заключается в сохранении ядра промышленного комплекса республики от развала, прежде всего путем оптимизации (оптимальной локализации) воспроизводственных процессов, налаживания кооперационных связей, выработки согласованной ценовой и сбытовой политики, других неотложных антикризисных мероприятий.

Среднесрочная задача – подъем промышленного производства и его комплексная рационализация (включая структуру промышленного производства и его размещение, реструктурирование и техническое перевооружение предприятий, совершенствование управления) для достижения промышленным комплексом республики необходимой конкурентоспособности и повышения на этой основе уровня жизни населения республики.

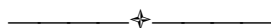
Стратегическая задача – формирование «интеллектуальной структуры» промышленного производства (информационные технологии, робототехника, механоэлектроника, биотехнологии и т. д.), обеспечивающей промышленности КБР перспективное место в международном разделении труда в следующем десятилетии.

Таким образом, для моноотраслевых территорий в обязательном порядке в качестве менеджмента следует предусматривать мероприятия по расширению сферы занятости населения даже в случае целесообразности сохранения сложившейся специализации района. Это обеспечит создание своеобразного буфера, смягчающего возможные негативные социальные последствия при возникновении неблагоприятной рыночной конъюнктуры на основную продукцию территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галачиева С. В., Хачетлова Е. Р., Галачиева И. К. Менеджмент промышленных предприятий (характеристика и основные показатели) // Инженерный вестник Дона. 2015. № 1.

2. Хачетлова Е. Р., Камболова М. Д., Камболова З. Г. Совершенствование менеджмента процесса экономического роста // Международная научно-практическая конференция «Формирование механизмов активации инвестиционных потоков в реальный сектор экономики». ФГБОУ ВО «ЧГПУ». Грозный, 2017.



УДК 330

Канд. экон. наук, доцент ДЖИОЕВА О. О.,
студ. ГАЗАЕВА М. Р.

ИННОВАЦИОННОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО В РОССИИ: ПОЛОЖЕНИЕ СРЕДИ МИРОВЫХ ЛИДЕРОВ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В рыночной экономике отечественные товаропроизводители вынуждены конкурировать с высококачественной импортной продукцией не только на внешнем, но и на внутреннем рынке, основной экономической проблемой становится проблема конкурентоспособности. Поэтому России нужна продуманная инновационная политика государства, направленная на создание полной инновационной инфраструктуры, которая позволит успешно функционировать инновационным предприятиям и создаст благоприятные условия для венчурного инвестирования.

Ключевые слова: инновационное предпринимательство, венчуры, трансфер, «инновационный человек»

O. O. Dzhioeva, M. R. Gazaeva

INNOVATIVE ENTREPRENEURSHIP IN RUSSIA: POSITION AMONG THE WORLD LEADERS OF INNOVATION

In a market economy, domestic producers have to compete with high quality imported production not only on external but also on the domestic market, the main

economic problem becomes a problem of competitiveness. Therefore, Russia needs a well thought-out innovation policy of the state aimed at the creation of a full innovation infrastructure, which will allow to operate successfully innovative enterprises and create favorable conditions for venture investment.

Key words: *innovative entrepreneurship, venture capital, transfer, "innovation man".*

В связи с переходом к рыночной экономике, в рамках которой отечественные товаропроизводители вынуждены конкурировать с высококачественной импортной продукцией не только на внешнем, но и на внутреннем рынке, основной экономической проблемой становится проблема конкурентоспособности. Ключевым, стратегическим фактором обеспечения конкурентоспособности, значение которого неуклонно возрастает, является технологическое перевооружение, оптимизация процесса производства и т. д. Поэтому инновационный вариант экономического развития не имеет альтернатив. Интенсивность инновационной деятельности во многом определяет уровень экономического развития. Анализ развития экономики показывает, что наиболее прибыльными в настоящее время стали предприятия и отрасли в целом, которые ориентированы на производство высокотехнологичных товаров, таких как компьютеры и полупроводники, лекарственные средства и медицинское оборудование, средства связи и системы коммуникаций. Освоение высоких технологий в промышленности и выпуск новой наукоемкой продукции – являются ключевыми факторами устойчивого экономического роста для большинства индустриально развитых стран мира.

Под инновационным предпринимательством понимается процесс создания и коммерческого использования технико-технологических нововведений. Как правило, в основе предпринимательской деятельности лежит нововведение в области продукции или услуг, позволяющее создать новый рынок, удовлетворить новые потребности.

Инновационное предпринимательство – это особый новаторский процесс создания чего-то нового, процесс хозяйствования, в основе которого лежит постоянный поиск новых возможностей, ориентация на инновации. Оно связано с готовностью предпринимателя брать на себя весь риск по осуществлению нового проекта или улучшению существующего, а также возникающие при этом финансовую, моральную и социальную ответственность. На основе способа организации инновационного процесса в фирме можно выделить три модели инновационного предпринимательства:

1) инновационное предпринимательство на основе внутренней организации, когда инновация создается и (или) осваивается внутри фирмы ее специализированными подразделениями на базе планирования и мониторинга их взаимодействия по инновационному проекту;

2) инновационное предпринимательство на основе внешней организации при помощи контрактов, когда заказ на создание и (или) освоение инновации размещается между сторонними организациями;

3) инновационное предпринимательство на основе внешней организации при помощи венчуров, когда фирма для реализации инновационного проекта учреждает дочерние венчурные фирмы, привлекающие дополнительные сторонние средства. В настоящее время инновационная деятельность в техноло-

гической сфере осуществляется преимущественно на промышленных предприятиях, а также в организациях малого бизнеса. Основными разработчиками нововведений являются организации научно-технологической сферы России - отраслевые научно-исследовательские и конструкторские организации, академические научные организации и вузы, а также сами промышленные и малые предприятия.

Одним из факторов инновационного развития страны является инновационный бизнес в целом, а также его важная составляющая – малые инновационные предприятия при вузах. Малый инновационный бизнес при вузах пока еще новое и активно развивающееся явление в российской экономике, на которое государство и общество возлагают большие надежды.

Трансфер инновационных технологий из образовательных учреждений в экономику путем создания малых фирм при вузах получил юридический статус с выходом Федерального закона от 2 августа 2009 г. № 217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности».

Как показала практика, создание малой инновационной фирмы на базе высшего учебного заведения предоставляет вузу целый ряд преимуществ, таких как дополнительный источник финансирования деятельности вуза, реализация научных инновационных проектов вуза, стимулирование научной деятельности, получение практических знаний студентами, повышение конкурентоспособности студентов вуза на рынке труда, повышение имиджа самого высшего учебного заведения.

В 2012 г. в рамках исследования впервые был проведен опрос компаний России, входящих в число лидеров различных отраслей, которые представили свое мнение о работе и достижениях в сфере инноваций. Порядка половины из 28 российских компаний, принявших участие в исследовании, принадлежат энергетическому и финансовому секторам. Как в международном, так и в российском исследовании 2012 г. основные усилия исследователей были направлены на изучение стартовой фазы – процесс генерации идей и их трансформации в проекты и продукты. Более 50 % компаний-участниц глобального исследования признали свои попытки генерировать новые идеи и превращать их в продукты, которые востребованы рынком, неэффективными. Но четверть компаний, признавших свои инновационные процессы и продукты «высокоэффективными», за последние пять лет превосходили других участников по выручке и росту капитализации.

Позиция России в международном сопоставлении развития науки и инноваций.

Согласно стратегии инновационного развития РФ, к 2020 году количество инновационных предприятий в промышленности должно увеличиться в четыре-пять раз относительно нынешних 9,5 %. Общие расходы на инновацию также должны вырасти к этому сроку в два раза с нынешних 1,8 % ВВП.

В России система поддержки инновационного предпринимательства только формируется. К основным элементам инфраструктуры этой поддержки можно отнести следующее:

1. Информационное обеспечение, которое должно включать сведения о федеральном и региональном законодательстве, административных распоряжениях в сфере инновационного предпринимательства, условиях его развития, рынках сбыта продукции, конкурирующих предприятиях, возможностях снабжения сырьем, топливом, энергией, оборудованием, наличии производственных помещений, квалифицированных кадров.

2. Создание развитой сети коммуникаций для предпринимательства и консалтинговых фирм, помогающих инвесторам выбирать объекты инвестирования и влияющих на инвестиционные потоки.

3. Создание центров менеджмента и маркетинга, осуществляющих обучение и подготовку предпринимательских кадров по всему комплексу необходимых в инновационном предпринимательстве дисциплин и специальностей.

4. Формирование бизнес-инновационных центров, технопарковых и инкубационных структур, которые предоставляют инновационным предприятиям производственные площади, оборудование для проведения НИР, предлагают юридические, финансовые, маркетинговые, хозяйственные и другие услуги, содействие в правовой и коммерческой защите интеллектуальной собственности.

Ключевая задача инновационного развития, сопоставимая по важности и масштабности с суммой всех остальных – создание условий для формирования у граждан компетенций инновационной деятельности, иначе говоря – компетенций «инновационного человека» как субъекта всех инновационных преобразований.

В стратегии инновационного развития указано, что "инновационный человек" – достаточно широкая категория, не являющаяся синонимом "инновационного предпринимателя", категория, означающая, что "каждый член общества должен стать адаптивным к постоянным изменениям:

- в собственной жизни, в экономическом развитии, в развитии науки и технологий;
- активным инициатором и производителем этих изменений.

При этом каждый субъект будет играть свою роль в общем инновационном сообществе в соответствии со своими склонностями, интересами и потенциалом.

Ключевой особенностью инновационного человека является его инновационное поведение, предполагающее способность предвидеть будущее, изменение условий окружающей среды и использовать их в свою пользу.

Таким образом, выделяют три направления изучения инновационного поведения:

- инновационное поведение предпринимателей, фирм, производителей товаров, работ и услуг;
- инновационное поведение потребителей;
- инновационное поведение сотрудников, работников фирмы.

Для успешного решения задач по формированию компетенций «инновационного человека» требуется модернизированная государственная политика в области образования, на основе чего можно сделать вывод: России нужна продуманная инновационная политика государства, направленная на создание полной инновационной инфраструктуры, которая позволит успешно функционировать инновационным предпринимательством.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инновационное предпринимательство / Под ред. В. Я. Горфинкеля, Т. Г. Попадюк. М.: Юрайт, 2015.
2. Барышева А. В. Инновационный менеджмент. М.: Дашков и К, 2015.
3. Маркетинг инноваций / Под ред. Н. Н. Молчанова. М.: Юрайт, 2015.



УДК 351. 712: 334. 7

*Канд. эконом. наук, доцент ДЗУЦЕВА Г. Н.,
студ. СИУКАЕВА М. Р.*

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА МАЛОГО БИЗНЕСА

Рассмотрены существующие меры по поддержке малого бизнеса со стороны государства. Подробно анализируются мотивы государства осуществлять такую поддержку, а также описываются стратегия и тактические схемы государства по отношению к предпринимательству.

Ключевые слова: *малый бизнес, государственное регулирование, субсидирование, налогообложение, модернизация.*

Абсолютно во всех экономически развитых странах правительство проявляет большой интерес к формированию малого бизнеса, так как малые компании представляют одно из ключевых звеньев образования их ВВП. Они всевозможно поддерживают малый бизнес, поскольку от преуспевания в этом зависит экономический прогресс [1]. Однако, к сожалению, в области малого бизнеса существует целый ряд трудностей: потребность улучшения функционирующей совокупной организации налогообложения, отсутствие четких элементов финансирования, недостаток мотивов для формирования своего дела. Перечисленные пункты существенно тормозят развитие малого предпринимательства в стране.

Одним из разновидностей общегосударственной поддержки малого бизнеса является национальное субсидирование. Собственно значимость правительственного финансирования нельзя подвергнуть сомнению, так как без централизованного вливания финансовых ресурсов бизнес не способен прогрессировать.

Политика страны по отношению к малому бизнесу является значимым самостоятельным курсом общественно-финансовой деятельности в целом в соответствии с основными интересами общества. Она создается в основе формирования наиболее подходящих обстоятельств для сектора малого бизнеса, в особенности в тех векторах деятельности, которые предоставляют наибольший общественно-финансовый результат в стране.

При этом в ряде стран считается, что для развития малого предпринимательства следует совершенствовать условия ведения бизнеса при помощи государственного невмешательства и либерализации работы предпринимателей, осуществления приватизации, модификации налоговой системы и законодательства о конкурентной борьбе. В других странах придерживаются

мнения, что целевые проекты и совершенствование схем финансирования, используемые вкпе с прогрессивными методами содействия малого бизнеса путем прямых дотаций, льготных ссуд или же налоговых льгот, позволят форсировать экономическую модернизацию, повысить занятость и гарантировать конкурентоспособность.

Стратегическая направленность развития малого бизнеса состоит в расширении деловых потенциалов, формировании межрегиональных и интернациональных контактов предпринимателей в целях реализации потребностей в производстве продукта, налаживании производственных взаимосвязей, формировании коллективных производств.

Однако всего этого недостаточно для необходимого развития. Для последующего эффективного преобразования малого бизнеса невозможно обойтись без предложения специальных услуг, связанных с подготовкой проектной документации, страхованием, получением внешнеэкономических данных, ролью в межрегиональных, интернациональных выставках и ярмарках [2].

Кроме этого, в поддержке малого бизнеса играет огромную роль система консалтинговых услуг, которая удовлетворяет беспрерывно растущий недостаток данных, менеджмента, консультаций по различным нюансам предпринимательской деятельности, увеличивает компетентность работы малых предприятий. Следует отметить, что все системы, которые стремятся гарантировать поддержку предпринимательства, взаимодействуют и функционируют как элементы общей сети, обоюдно дополняя друг друга, придерживаясь общей миссии и идеи формирования, применяя совместную методологию и программное обеспечение.

Государственная поддержка предпринимательства – это осмысленное формирование финансовых и законных условий и стимулов с целью развития бизнеса, централизованное вложение в него материальных и финансовых ресурсов на льготных условиях [3].

В ходе подготовки проектов поддержки малого бизнеса государство стремится достигнуть, прежде всего, социально направленных целей. Социально направленные цели достигаются, если государство стимулирует перемены в общественном сознании, ориентирует его на жизненные интересы и ценности среднего класса, формирует позитивное отношение абсолютно всех слоев и групп населения к предпринимательской деятельности. Немаловажно посодействовать гражданам в принятии разумного выбора – стать бизнесменом.

Огромную роль в поддержке малого и среднего предпринимательства имеет формирование позитивного самосознания бизнесменов исходя из принципов общественной ответственности и деловой этики. Это действительно важно, так как только в данном случае предприниматели имеют все шансы вырасти в самостоятельный, динамичный социальный слой со специфическими общими интересами, способный стать опорой страны и неотъемлемым компонентом гражданского общества [3].

С точки зрения бизнесменов страна должна наращивать тепличные условия для малого бизнеса, в которых они могут быстро достигать своих целей. А государство призывает бизнесменов обеспечить выполнение целей и интересов более высокого порядка. В ходе выполнения целей и интересов страны и бизнеса может выполняться успешная государственная политика. Отсюда вытекает стратегия и тактическая схема страны по отношению к предпринимательству.

Безусловно, государственная поддержка не может реализовываться без подкрепления этого в нормативных документах. В Российской Федерации основным документом, в котором государство выражает свою заинтересованность в формировании малого предпринимательства, является Федеральный закон, принятый 24 июля 2007 года – Закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации», который регулирует взаимоотношения между юридическими и физическими лицами, органами государственной власти РФ и субъектов РФ, органами регионального самоуправления, чья работа ориентирована на развитие малого и среднего предпринимательства [4].

Можно представить, что поддержка малого бизнеса со стороны государства не может быть ограничена психологическим аспектом, включающим в себя складывание положительного отношения населения к предпринимательству. Финансовые ресурсы – вот в чем на самом деле нуждаются молодые бизнесмены на сегодняшний день.

Финансовые средства представляют собой все источники денежных средств, требуемые предприятию для развития необходимых ему активов в целях осуществления всех видов деятельности как за счет собственных доходов, так и за счет различного рода поступлений. Финансовые средства делятся на внутренние (прибыль и амортизационные отчисления) и внешние (кредиты и займы) [5].

Что же касается государственного финансирования, то это способ безвозвратного предоставления экономических ресурсов субъектам хозяйствования из средств бюджетных и внебюджетных фондов [6]. С помощью государственного финансирования совершается целенаправленное перераспределение финансовых ресурсов между субъектами хозяйствования.

Вопрос, в каком размере должна осуществляться финансовая поддержка малого бизнеса, остается дискуссионным. Ряд ученых и представителей предпринимательской сферы предлагают прямое государственное финансирование, поясняя данное условие тем, что у большинства бизнесменов в процессе открытия собственного дела отсутствует первоначальный основной капитал, который является толчком для учреждения малого предприятия. Требования прямого государственного участия сопутствуют протестам против любых мер административного вмешательства в дела компаний.

Другая, либеральная точка зрения, состоит в том, что страна (в лице территориальных, областных либо городских органов власти) обязана ограничить свою роль только созданием благоприятных условий с целью формирования малого бизнеса, не препятствовать, а содействовать свободной конкурентной борьбе, защищать собственность и жизнь предпринимателя [7].

Однозначного ответа на вопрос о преобладании тех или других косвенных и прямых методов финансовой поддержки не существует. Прямые методы имеют все шансы облегчить процесс развития предприятия, однако, в конечном счете, ограничивают его самостоятельность и гасят мотивы к активной инновационной, сопровождающейся риском, деятельности. Полный отказ от использования государственной поддержки оставляет субъектов малого бизнеса один на один с конкурентной средой, беззащитными в ситуациях, связанных с «провалами рынка». Представляется, что приемлемое комбинирование использования прямых и косвенных финансовых методов поддержки малого бизнеса обязано определяться с учетом определенных обстоятельств места и времени.

Необходимость государственной поддержки малого бизнеса не ставится под сомнение. На это есть масса факторов, в числе которых сохранение безработицы на допустимом уровне и поддержание низкой социальной напряженности.

В современных условиях государственная поддержка сама по себе не в силах гарантировать выживаемость бизнеса. Рынок обязан определить малоэффективные компании. Отталкиваясь от вышеуказанного, следует установить тот рубеж, до которого поддержка малому предприятию целесообразна и достижима [1].

Опыт зарубежных стран показывает, что формирование «тепличных» условий для малого бизнеса может дать противоположные итоги. В нашей стране имеется подобный опыт, когда поддержка крупных и небольших неэффективных предприятий не дала прогнозируемых результатов. Тем не менее, непременным условием успеха в формировании малого бизнеса является всесторонняя, устойчивая и, главное, соразмерная государственная поддержка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзуцева Г. Н. Государственная инновационная политика и регулирование развития инновационно-ориентированного предпринимательства / Сборник научных трудов по материалам международной научной конференции «Экономика России в условиях глобализации: вызовы и возможности развития». Владикавказ, 2015.
2. Кредитный портал КредитБизнес [Электронный ресурс]. – Режим доступа: kreditbusiness.ru
3. Территориальное управление: государственное, региональное, муниципальное [Электронный ресурс]. Режим доступа: vasilievaa.narod.ru
4. Федеральный закон от 24.07.2007 N 209-ФЗ (ред. от 27.12.2009) «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации».
5. Гражданкина Е. В. Экономика малого предприятия. М.: ГроссМедиа, 2008. 96 с.
6. Дорофеева О. Н. Финансовый механизм поддержки и развития малого предпринимательства / О. Н. Дорофеева, В. А. Иванов. Сыктывкар: СЛИ, 2010. 365 с.
7. Липсиц И. В. Экономика. М.: Проспект, 2007. 189 с.



УДК 001.895:658

*Канд. экон. наук, доцент ДЗУЦЕВА Г. Н.,
магистр АХПОЛОВА Д. В.*

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ

В статье обосновывается стратегическая значимость инновационной деятельности для любой страны в условиях рыночной экономики, а также

рассматриваются организационные аспекты на российских и зарубежных предприятиях. В ходе исследования выявлено, что в России инновационная деятельность не поощряется, поэтому предприятия не заинтересованы в разработке и вводе в эксплуатацию инноваций, предпочитая затрачивать меньше средств на приобретение иностранных технологий, машин и оборудования. Предложены практические меры по решению сложившейся проблемы.

Ключевые слова: *инновации, обрабатывающее производство, среднее и малое предпринимательство, конкурентоспособность, административные меры регулирования.*

Главной движущей силой рыночной экономики, функционирующей с середины XVI века, является научно-технический прогресс и его ключевое звено – инновация. Мировые экономические лидеры на протяжении всей истории человеческой цивилизации одновременно являлись политическими лидерами, поскольку невозможно побеждать в войнах, уступая оппонентам в военных технологиях. Превосходство в численности войска или таланты военачальников отнюдь не гарантировали победу в битве, если противники обладали новейшими разработками в военной технике и тактике ведения боевых действий. К примеру, колоссальный успех римлян, завоевавших практически всю Европу, Ближний Восток и Северную Африку, во многом был связан с новейшей на тот момент военной разработкой. Ею послужил железный меч средней длины – гладиус, который отличался прочностью, легковесностью и мощной пробивающей способностью. Такое сочетание обеспечило римской пехоте огромное преимущество в сомкнутом строю. В то время как враги пытались рубить тяжелыми мечами вместе с доспехами, римляне успешно отбивали атаки и наносили колющие удары гладиусами.

Подобных примеров, служивших весомым преимуществом в военном деле для тех или иных стран в различное время, не счесть. В числе наиболее ярких из них можно назвать изобретение пороха, огнестрельного оружия, разработку технологии расщепления атомного ядра и т. д. Изобретение ядерной бомбы в СССР в 1949 г. фактически предрешило биполяризацию мира и начало холодной войны. Ослабленный по итогам второй мировой войны СССР не сумел бы на равных конкурировать с США без разработки ядерного оружия.

Однако если СССР и затем Россия не уступали США, Японии, Китаю, Индии, странам Западной Европы в военном потенциале, и, по мнению ряда экспертов, российские атомно-космические технологии вообще превосходят все мировые, то в гражданской промышленности наша страна испытывает огромные трудности. Между тем, по сути, уровень развитости гражданской промышленности определяет внутриэкономический потенциал страны и технологическое оснащение всей хозяйственной системы.

Инновационной деятельностью заняты предприятия различных видов экономической деятельности, отраслей, секторов. Однако инновация – это не всякое новшество или нововведение, а только такое, которое серьезно повышает эффективность действующей системы [1]. Понятие «инновация» также не идентично понятию «изобретение», поскольку инновацией может быть и эксклюзивный подход к решению проблемы, а не только новейший продукт, представляющий собой осязаемый физический предмет. Тем не менее, инно-

вазии в большей степени сконцентрированы не в сфере услуг, а в промышленности, причем, в ее максимально сложных наукоемких сферах. Иными словами, технологический потенциал любой страны отражен в ее обрабатывающей промышленности. Однако структура обрабатывающей промышленности России, по сравнению со странами «Большой семерки», более примитивна (рис. 1).

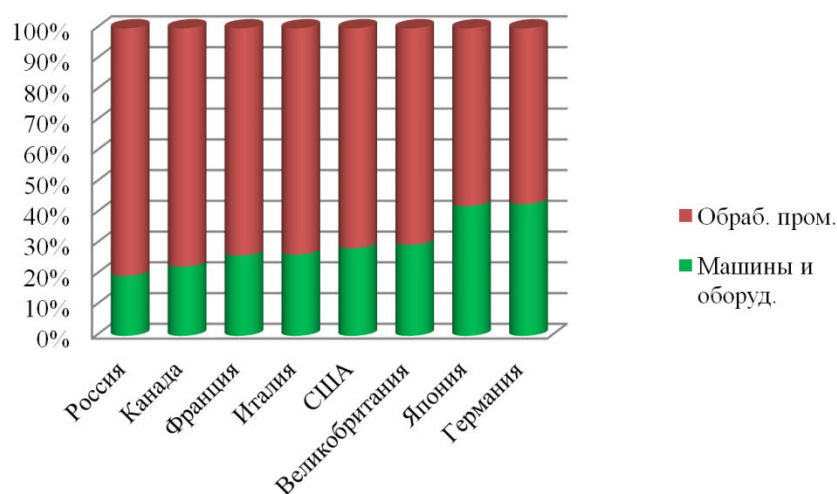


Рис. 1. Удельный вес машин и оборудования по ВДС в обрабатывающей промышленности [2]

Аналогичная картина наблюдается по этому показателю при участии стран БРИКС – структура российской обрабатывающей промышленности примитивней показателей Китая, Индии, ЮАР и Бразилии. Объективных причин существующего положения дел, имеющих как экзогенную, так и эндогенную природу, немало. Ключевым последствием стала экспортно-сырьевая ориентация российской экономики, тормозящая разработку и внедрение инноваций, а также развитие человеческого капитала. В условиях отсутствия благоприятной внутриэкономической конъюнктуры больше внимания уделяется микроэкономике, то есть организационным аспектам управленческой и производственной деятельности, которые призваны повысить инновационную и общую эффективность предприятия.

В качестве ведущих выделяются следующие способы организации управления инновационной деятельностью:

- организационное обособление служб перспективного развития, то есть внедрение «инновационных» структур;
- использование «рыночных стратегических» структур, а также их разновидностей;
- развитие форм горизонтальной координации, то есть проектного управления [3].

Эти организационные аспекты имеют мировой опыт использования, но инновационная активность предприятий во многом зависит от внешних условий. Прежде всего, под внешними условиями следует подразумевать административные и налоговые методы регулирования. Российские реалии крайне

неблагоприятны, создавая огромные барьеры для инновационной деятельности. В результате инновации оказываются нерентабельными.

Россия тратит меньше средств на исследования и разработки в процентах к ВВП, нежели все страны «Большой семерки» в отдельности. При этом расходы на инновационную деятельность в государственном секторе России превышают аналогичные показатели всех стран «Большой семерки». В экономически развитых странах разработкой и внедрением инноваций занят в основном частный сектор, поскольку он не обременен непосильным налогообложением и многочисленными административными процедурами.

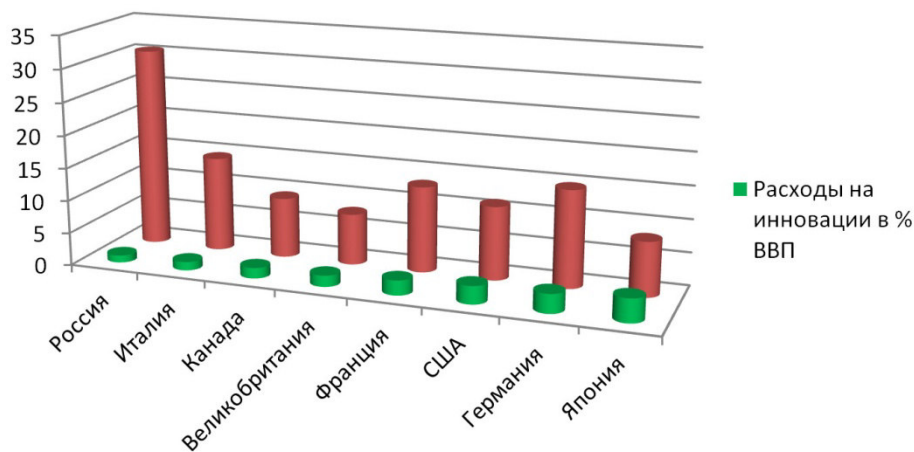


Рис. 2. Удельный вес расходов на инновации [4]

Налоговое стимулирование исследований и разработок в развитых странах включает:

- уменьшение налога на прирост инновационных затрат;
- «налоговые каникулы» в течение нескольких лет на прибыль, полученную от реализации инновационных проектов;
- снижение ставок налога на прибыль, направленную на выполняемые по заказу и совместные НИОКР;
- льготное налогообложение прибыли, полученной в результате использования патентов, лицензий, ноу-хау и других нематериальных активов, входящих в состав интеллектуальной собственности;
- уменьшение налогооблагаемой прибыли на сумму стоимости приборов и оборудования, передаваемых НИИ, вузам;
- предоставление исследовательского и инвестиционного налогового кредита, т. е. отсрочка налоговых платежей из прибыли в части затрат на инновационные цели;
- вычет из налогооблагаемой прибыли взносов в благотворительные фонды, деятельность которых связана с финансированием инноваций [5].

К сожалению, российским предприятиям приходится смиряться не только с излишней административной волокитой и высокими налоговыми ставками, но и с несовершенством законодательной системы. Зачастую в предпринимательстве участники рынка сталкиваются с противоречащими друг другу законодательными актами и положениями. Таким образом, в результате исполнения одних правил и требований априори нарушаются другие. В

результате предпринимательская деятельность и в особенности инновационный сектор России находятся в более тяжелом положении, чем в экономически развитых странах и ряде развивающихся стран.

Даже без учета прямых методов государственного регулирования и поддержки инновационной деятельности, наукоемких отраслей, малого и среднего бизнеса, можно добиться значительных положительных сдвигов во внутреннем хозяйстве страны за счет косвенных методов. Правительству следует пересмотреть приоритеты стратегического развития нашей страны, опирающиеся на нефтегазовую отрасль и использовать опыт китайского, западноевропейского, южнокорейского экономического чуда последних десятилетий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Милославский И. Новизна с последствиями. Информационный портал Известия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: iz.ru/news/349367
2. Регионы России. Социально-экономические показатели. М.: Росстат. 2016. С. 160–161.
3. Бусыгин А. В. Эффективный менеджмент: Учебник. М.: Изд-во «Финпресс», 2000.
4. Регионы России. Социально-экономические показатели. М.: Росстат. 2016. С. 326–327.
5. Инновационный менеджмент: Учебное пособие. 2-е изд.: М.: ИНФРА-М, 2008.



УДК 336.1

*Канд. экон. наук, доцент ХЕТАГУРОВА И. Ю.,
канд. экон. наук, доцент ХЕТАГУРОВА Т. Г.,
магистрант СУЩИН Н. А.*

БЮДЖЕТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ И МУНИЦИПАЛЬНОЙ ВЛАСТИ

В настоящее время бюджетирование на основе взаимодействия государственной и муниципальной власти используется во всем мире, обеспечивает повышение общественного доверия к органам власти и эффективности использования средств местных бюджетов и местного самофинансирования при решении вопросов местного значения. При этом на современном этапе проявляются следующие ключевые тенденции развития бюджетирования: использование современных форм коммуникации, ориентация на различные социальные группы, привлечение общественных организаций, интеграция в практику бюджетной открытости, применение инновационных практик.

Ключевые слова: бюджетирование, власть, стратегическая интеграция, реформы

BUDGET INTERACTION OF BODIES OF STATE
AND MUNICIPAL AUTHORITIES

Currently budgeting on the basis of interaction of state and municipal authorities used all over the world. The result has been enhanced public confidence in the authorities and the efficiency of use of means of local budgets and local self-financing at the decision of questions of local value. Thus at the present stage experiences the following key trends in the development of budgeting: the use of modern forms of communication, targeting different social groups, involvement of NGOs, the integration in practice of budget transparency, the use of innovative practices.

Key words: *budgeting, the power of strategic integration, reform*

В качестве ключевых особенностей бюджетного взаимодействия в условиях местного самоуправления выступают: совместное участие органов местного самоуправления и местного сообщества; наличие совокупности различных типов муниципальных образований, обладающих особенностями их организации; использование специфических источников внебюджетного финансирования для решения вопросов местного значения – муниципально-частного партнерства, средств самообложения граждан и проектов инициативного бюджетирования [1, с. 118].

Между тем отношения между общественностью, органами государственной власти и местного самоуправления в области бюджетного программирования в современных условиях должны формироваться на основе стратегической интегративности. С одной стороны, в настоящее время деятельность участников бюджетного программирования приобретает стратегический характер, т. е. осуществляется на основе согласованного взаимодействия в долгосрочном периоде. С другой стороны, отношения между субъектами указанных отношений носят интегративный характер. Так, по мнению некоторых ученых, категория «интегративность» означает «объединенное целевой направленностью компромиссное участие (соучастие) различных активностей (личностей, структур) в создании согласованного продукта». Другими словами, стратегическая интегративность предполагает долгосрочное и совместное участие общественности и органов власти на компромиссной основе в процессе бюджетного программирования, которое обеспечивает разработку и исполнение программного бюджета в целях социально-экономического развития публично-правовых образований.

Началом бюджетной реформы явилось принятие БК РФ, закрепившего основы бюджетной системы РФ. В дальнейшем бюджетная реформа осуществлялась по ряду основных направлений. В результате реализации первого направления, касавшегося межбюджетных отношений, сложилась четырехуровневая бюджетная система, было осуществлено разграничение расходных обязательств и налоговых полномочий между уровнями [2, с.145]. Второе направление бюджетной реформы было связано с реформированием бюджетного процесса, т. е. упрощением процедуры рассмотрения бюджета, внедрением среднесрочного финансового планирования, переходом от «управления затратами» к «управлению результатами». Третье направление бюджетной реформы затрагивало сеть бюджетных учреждений, итогом которой

стало формирование казенных, бюджетных и автономных учреждений, а также переход от сметного финансирования к государственным (муниципальным) заданиям.

Принятие и реализация Программы Правительства России по повышению эффективности бюджетных расходов на период до 2012 года дали толчок переходу России к программному бюджетированию. Кроме того, на федеральном уровне теперь осуществляется методическое обеспечение программного бюджетирования регионального и муниципального уровней [3, с. 18].

Дальнейшее развитие управления общественными финансами связано с реализацией государственной программы, в качестве ключевых задач которой обозначены координация стратегического и бюджетного планирования, повышение открытости и прозрачности взаимодействия с институтами гражданского общества и Программы повышения эффективности управления общественными (государственными и муниципальными) финансами на период до 2018 года, задачами которой являются:

- завершение внедрения программно-целевых методов бюджетного процесса;
- упорядочение структуры управления общественными финансами;
- реализация мер по повышению бюджетной эффективности;
- развитие финансового контроля на основе его ориентации на оценку бюджетной эффективности;
- повышение качества финансового менеджмента в бюджетном процессе;
- повышение бюджетной прозрачности.

Между тем с 2016 года наметился переход к программному бюджетированию на местном уровне [4, с. 35].

Применяемые меры в области бюджетного реформирования в основном направлены сверху-вниз, и поэтому не создают достаточных финансовых стимулов для муниципальных образований. Кроме того, ключевым аспектом выступает перераспределение налоговых доходов, которое в целом обеспечивается за счет повышения налоговой нагрузки на население. Реализация такого подхода оставляет в стороне решение вопросов местного значения и интересы местного сообщества, а также приводит к снижению общественного доверия к органам местного самоуправления. Поэтому в качестве альтернативного источника финансирования решения вопросов местного значения могут стать внебюджетные средства. Аргументы, что в российских условиях подобное невозможно, противоречат практике реализации институтов самообложения граждан, инициативного бюджетирования и муниципально-частного партнерства. Кроме того, результаты включения источников местного финансирования отражают общественные приоритеты в области расходов местного бюджета и служат индикатором наличия в муниципальных образованиях проблем, на которые недостаточное внимание обращают органы местного самоуправления. Тем самым повышается общественное доверие, удовлетворенность населения, что содействует укреплению института местного самоуправления.

Вместе с тем реализация бюджетного программирования на уровне муниципальных образований на практике характеризуется множеством проблем [5, с. 305].

Анализ и обобщение методических подходов к бюджетному программированию муниципальных образований показали, что существующие меха-

низмы не обеспечивают квазиконкуренцию муниципальных программ за счет привлечения не только бюджетных, но и внебюджетных средств на основе участия как органов местного самоуправления, так и местного сообщества, а существующие подходы к оценке не позволяют принимать обоснованные решения по результатам оценки, не рассматривают оценку как фактор квазиконкуренции муниципальных программ, используют интегральные показатели. Все это обусловило необходимость развития методического обеспечения организационно-финансового механизма стратегического бюджетного программирования муниципальных образований на основе общественного участия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вагин В. В., Гаврилова Н. В., Шаповалова Н. А.* Инициативное бюджетирование: международный контекст российской версии // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. 2015. № 3. С. 117–122.

2. *Шелкунова Т. Г., Агузаров И. Б.* К вопросу оценки эффективности использования бюджетных средств / В сборнике: INTERNATIONAL INNOVATION RESEARCH: Сборник статей победителей VI Международной научно-практической конференции / Под общей редакцией Г. Ю. Гуляева. 2017. С. 141–145.

3. *Сятчихин С. В.* Организационно-финансовый механизм стратегического бюджетного программирования муниципальных образований на основе общественного участия. Автореф. дис. ... кандидата экономических наук. ФГБУН Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук. Екатеринбург, 2017.

4. *Хетагурова Т. Г., Хугаев Т. Т.* Формирование механизмов взаимодействия властных и предпринимательских структур в регионе / Экономическая наука в 21 веке: вопросы теории и практики. Сборник материалов 6-й Международной научно-практической конференции. 2014. С. 35–36.

5. *Хетагурова И. Ю.* Основные направления совершенствования реализации промышленной интеллектуальной собственности в социально-экономической системе России // Труды СКГМИ (ГТУ). 2008. № 15. С. 305–309.



УДК 340

Ст. преп. ЗОЛОЕВА З. Т.

**ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЭКСТРЕМИЗМУ
В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА**

На современном этапе международная информационно-коммуникационная сеть Интернет активно используется для размещения экстремистских материалов. Проблема носит общемировой характер и весьма актуальна для Российской Федерации как одного из главных участников мирового политического процесса. Используя глобальную сеть Интернет и возможности компьютерной коммуникации, идеологи экстремистских движений и групп активно воздействуют на сознание граждан и, в первую очередь, молодежи. В результате в последние годы происходит обострение проблемы экстремизма, который в настоящее время может рассматриваться как угроза национальной безопасности России.

Ключевые слова: противодействие экстремизму, сеть Интернет, информационное общество, информационное пространство, экстремизм.

Z. T. Zoloeva

**LEGAL ASPECTS OF COUNTERING EXTREMISM
IN THE INFORMATION SOCIETY**

At the present stage, the international information and communication network Internet is actively used to host extremist materials. The problem is global in nature and very relevant for the Russian Federation as one of the main participants in the world political process. Using the global network of the Internet and the possibilities of computer communication, ideologists of extremist movements and groups actively influence the consciousness of citizens and, first of all, young people. As a result, in recent years there has been an aggravation of the problem of extremism, which at present can be a threat to Russia's national security.

Key words: counteraction to extremism, Internet, information society, information space, extremism.

Переход к информационному обществу является глобальной тенденцией, которой подвержены практически все демократические государства. Россия также приступила к формированию информационного общества, в связи с чем в государстве реализуется информационная политика, преследующая цель всеобщей информатизации, повышения доступности государственной власти для населения, облегчения доступа к информации и т. д.

Развитие информационного общества приводит к трансформации информационного пространства и нивелированию национальных границ посредством информационно-коммуникационных технологий. Ситуация, сложившаяся в начале XXI в., позволяет говорить о потере контроля общества

над информационными потоками. Стержневую роль в такой ситуации играет глобальная компьютерная сеть Интернет, постоянно увеличивающая численность своей аудитории. Необходимо отметить, что процесс развития информационного общества, происходящий в условиях глобализации, может привести к контролю большими компаниями значительной части коммуникационного содержания, что также может повлиять на развитие экстремизма в сети Интернет. В XXI в. Интернет становится стержневым элементом новой социальной организации, опосредующей взаимодействие индивидов. В этих условиях экстремизм существенно модифицируется и начинает приобретать новые черты и особенности. В информационном обществе экстремистские движения и группы получают в свое распоряжение новые формы и методы воздействия на общественное сознание посредством информационных технологий [1, с. 62].

Как справедливо отмечает Е. О. Кубякин, организаторы и члены экстремистских формирований активно используют в своих целях процесс глобализации, применяя новые информационно-коммуникационные технологии, позволяющие сделать менее уязвимыми для правоохранительных органов элементы своей инфраструктуры [1, с. 67].

Активное участие большого количества физических и юридических лиц в глобальном информационном пространстве актуализирует необходимость выработки мер обеспечения безопасности, в частности в сфере противодействия активизировавшемуся распространению идей экстремизма [2, с. 143].

В целях противодействия распространению идей экстремизма правоохранительные органы применяют нормы уголовного законодательства о призывах к экстремистской деятельности (ст. 280 УК РФ), возбуждении ненависти (ст. 282 УК РФ), а также о публикациях, которые могут быть отнесены к деятельности экстремистского сообщества (ст. 282.1 УК РФ) или запрещенной организации (ст. 282.2 УК РФ) [3]. Используются в практике и нормы Кодекса административных правонарушений – ст. 20.3 «Пропаганда и публичное демонстрирование нацистской атрибутики» и ст. 20.29 «Производство и распространение экстремистских материалов» [4].

Однако практика показывает, что законодательство России по противодействию экстремизму в сети Интернет является несовершенным. Кроме того, в Российской Федерации и субъектах РФ отсутствует специализированный орган, занимающийся мониторингом информационно-коммуникационного пространства. По нашему мнению, в современных условиях существует необходимость в создании такого органа, так как он сможет скоординировать механизмы взаимодействия между различными органами, а также между федеральными и региональными органами в сфере противодействия экстремизму.

В настоящее время правоохранительные органы различных государств осуществляют достаточно плотный контроль над ресурсами Интернета. Свобода слова в данном случае не может функционировать в полной мере [5], однако это является действенной мерой в борьбе с экстремизмом в сети Интернет.

Важно отметить, что в условиях информационного общества особо подвержена влиянию Интернета молодежь. В процессе социализации молодежь зачастую принимает антиценности, аморальные принципы, криминальные

практики, которые обуславливают ее дальнейшую жизнь в обществе. Именно духовно-нравственная деградация социокультурной системы координат может привести к дальнейшим поведенческим девиациям, в том числе экстремизму [1, с. 66].

В. И. Завальнев отмечает, что в условиях информационного общества обостряется и проблема политического экстремизма. Исходя из того, что политический экстремизм носит исторический характер, его проявление на различных этапах цивилизационного развития имеет свои особенности, соотносимые с уровнем социального и научно-технического прогресса. Информационное общество отличается от традиционного и индустриального тем, что в нем доминируют информация и знания, в результате чего к власти приходит инфократия с более «мягкими» формами ее удержания и использования. Однако это не означает, что политический экстремизм в условиях информационного общества изживает себя, – он, адаптируясь к новым условиям бытия, становится более изощренным, но по-прежнему коварным и агрессивным. Как подчеркивают отечественные исследователи, деятельность современных политических радикалов, подстраиваясь под специфику бытия информационного общества в эпоху Постмодерна, часто принимает весьма экстравагантные формы [6, с. 213].

Большую угрозу политической безопасности личности в информационном обществе представляет латентная (скрытая) форма политического экстремизма в виде зреющего потенциала массового недовольства и неудовлетворенности своим положением, чреватого быстрым переходом в открытые акты неповиновения, прямого насилия и произвола с неярко выраженной политической мотивацией. Причиной этого могут служить коррупция и протекционизм на государственном уровне, злоупотребление должностными полномочиями или их использование в корыстных целях, непринятие решений по жизненно важным для рядовых граждан вопросам и т. д. Кроме того, важной причиной латентного политического экстремизма могут служить так называемые остаточные явления переходного общества (нарушение принципов социальной справедливости при распределении общественных благ, криминализация жизни, эмиграция из страны интеллектуальной части населения – «утечка мозгов», духовная и нравственная деградация – пьянство, наркомафия, проституция, скатывание отдельных социальных групп и слоев за черту бедности и др.) [6, с. 214].

Мы полностью разделяем мнение Н. Н. Самохиной, С. Г. Гутовой о том, что в условиях развития информационного общества важным является формирование не только государственной информационной политики, но и международной. Кроме того, видится необходимым принять на уровне руководства различных государств, и их объединений решения о том, каким способом преподносить гражданам информацию о деятельности террористов и экстремистов. Так, реализуя политику в обозначенной сфере, нельзя проявлять настойчивость, так как это может вызвать чувство тревоги у населения. В то же время, слишком осторожное обращение с такой информацией может привести к проблеме актуализации борьбы с терроризмом [5, с. 37].

Так, в обществе может сложиться ситуация, когда большинство людей не будет понимать необходимость истребления угрозы, которая лишь косвенным путем влияет на общество и не имеет глобальных масштабов. Несомненно,

мненно, в таких условиях возникает необходимость в пересмотре характера информационной политики государства в сети Интернет в отношении сведений о деятельности террористических организаций, а также способов информационно-психологического противодействия экстремизму и терроризму [7, с. 37].

Кроме того, необходимо отметить, что на сегодняшний день существует ряд проблем, связанных с противодействием экстремизму в сети «Интернет». Так, решить исследуемую проблему усилиями одного государства представляется проблематичным. Однако до сих пор не заключен международный договор, регламентирующий взаимодействие государств в сфере противодействия экстремизму в сети Интернет. 5 июня 2017 г. Правительство РФ представило Президенту РФ предложение о подписании Конвенции Шанхайской организации сотрудничества по противодействию экстремизму, которое было одобрено. В соответствии со ст.7 Конвенции стороны разрабатывают и осуществляют меры на национальном уровне по противодействию экстремизму, которые могут включать в том числе меры по:

- усилению пропагандистской деятельности в сфере противодействия экстремизму и контрпропагандистскую работу против распространения экстремистской идеологии, в том числе в средствах массовой информации (СМИ) и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;

- мониторингу СМИ и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в целях своевременного выявления и пресечения распространения экстремистской идеологии;

- ограничению доступа к экстремистским материалам, размещенным в информационно-телекоммуникационных сетях, в том числе в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Видится, что принятие Конвенции позволит повысить эффективность борьбы с распространением экстремизма в сети Интернет. Однако Конвенция еще не принята, кроме того, она носит региональный характер. По нашему мнению, существует необходимость разработки универсального международного документа, который бы регулировал борьбу с экстремизмом в сети «Интернет».

Таким образом, борьба с экстремизмом в условиях информационного общества является сложной многоэтапной задачей. Она не может быть решена одномоментно и требует усилий, направленных как на совершенствование внутреннего законодательства, организационных структур, так и на активизацию международного сотрудничества. Видится, что только при использовании такого подхода борьба с проявлениями экстремизма в сети Интернет будет эффективной.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кубякин Е. О.* Молодежный экстремизм в условиях информатизации и глобализации социума: постановка проблемы // Историческая и социально-образовательная мысль. 2011. С. 62.

2. *Троегубов Ю. Н.* Проблемы противодействия экстремизму в сети интернет // Гуманитарный вектор. Серия: История, политология. 2014. № 3. С. 143.

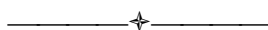
3. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 30.03.2015, с изм. от 07.04.2015) // Собрание законодательства РФ. 1996. № 25. ст. 2954.

4. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях 30 декабря 2001 года № 195-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 07.01.2002. N 1 (ч. 1). ст. 1.

5. Самохина Н. Н., Гутова С. Г. Феномен идеологии экстремизма и терроризма в сети Интернет: проблемы и пути их решения // Общество: политика. Экономика, право. 2016. № 10. С. 37.

6. Завальнев В. И. Современный политический экстремизм: адаптация к условиям информационного общества // Власть. 2016. № 3. С. 213.

7. Ениколопов С. Н. Актуальные проблемы исследования агрессивного поведения // Прикладная юридическая психология. 2010. №2. С. 37.



УДК 340

Ассистент БАГАЕВА А. А.

НЕКОТОРЫЕ ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЭКСТРЕМИЗМУ В ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Автором рассматриваются основные направления государственной политики Российской Федерации в сфере противодействия экстремизму, проанализированы роль и задачи СМИ и интернет-пространства как субъектов реализации государственной политики, направленной на борьбу с экстремизмом и профилактику его. Предложены некоторые направления повышения эффективности мероприятий по информационному противодействию экстремизму в субъектах РФ.

Ключевые слова: государственная политика, экстремизм, средства массовой информации, интернет-пространство.

A. A. Bagaeva

SOME LEGAL ASPECTS OF STATE POLICY OF COUNTERACTION TO EXTREMISM IN THE INFORMATION SPACE

The author considers the main directions of state policy of the Russian Federation in the sphere of counteraction to extremism, the role and responsibilities of media and Internet space, as a subjects of implementation of the state policy aimed at combating extremism and its prevention. Some proposed ways of increasing the effectiveness of measures to countering extremism in constituent entities of the Russian Federation.

Key words: state policy, extremism, mass media, Internet space.

В условиях развития информационного общества актуализируется проблематика борьбы с экстремистскими проявлениями, что обусловлено, в пер-

вую очередь, их многообразием, неоднозначным составом экстремистских организаций, оказывающих дестабилизирующее влияние на социально-политическую обстановку в стране и несущих угрозу национальной безопасности Российской Федерации.

Глобальная информатизация общества, способствующая активному проникновению новых информационно-коммуникационных технологий во все сферы общественной жизни, затронула и Российскую Федерацию [5]. Возросшее влияние глобальной сети Интернет значительно обостряет рассматриваемую проблему, так как прогресс информационно-коммуникационных технологий позволяет идеологам экстремистских движений напрямую воздействовать на сознание российского общества, систему его социокультурных координат и затрудняет противодействие экстремизму. Кроме того, сформировавшаяся в настоящее время индустрия СМИ активно пропагандирует насилие и жестокость, рекламирует неприглядные стороны современного образа жизни, что в конечном итоге негативно сказывается на морально-психологическом состоянии населения.

В таких условиях становится очевидным, что наряду с бескомпромиссными способами борьбы правоохранительных структур нашего государства с деятельностью экстремистских групп широко используется развернутая идеолого-профилактическая работа органов исполнительной власти, институтов гражданского общества, антитеррористических комитетов и комиссий в субъектах РФ. Эти два направления деятельности и легли в основу политики РФ по противодействию терроризму и экстремизму, определив, тем самым, место и роль СМИ и Интернета в борьбе с данным явлением.

Безусловное соблюдение принципов конституционной законности, которые лежат в основе государственной политики Российской Федерации в области противодействия экстремизму, подразумевает необходимость борьбы с экстремизмом и терроризмом, но при всей ее остроте, строго законными способами, с четким соблюдением правовых норм и без произвола со стороны компетентных органов.

Конституция РФ в ст.13 устанавливает в качестве одной из основ конституционного строя России как демократического правового государства, идеологическое многообразие, которое обусловлено свободой совести и вероисповедания, свободой выражения мнений и убеждений и некоторыми иными правами, а также и то, что никакая идеология не может устанавливаться в качестве государственной или обязательной, тем самым закрепляя идеологический плюрализм. Это обуславливается неоднородностью общества, которое делится на различные слои и группы населения в силу различных обстоятельств экономического, социального, политического характера, в зависимости от направленности личных интересов и других факторов, но при этом объединенных по интересам их членов и преследующих общие цели. Именно множественность составных элементов общества образует основу идеологического плюрализма. Монистическое видение общества и реализация этого видения в форме установления той или иной идеологии в качестве государственной или обязательной или в его политической системе изначально несут в себе семена отрицания и будущего разрушения, поскольку требуют наличия внешнего, по отношению к самому обществу, регулятора, способного работать без ошибок и сбоев [2].

Признание идеологического многообразия означает существенное сужение пределов государственной власти, поскольку из-под контроля государства выводится сфера идеологии, под которой обычно понимается система политических, правовых, нравственных, религиозных, эстетических и философских взглядов и идей, в которых осознается и оценивается отношение людей к действительности. Кроме того, из такого признания вытекают некоторые индивидуальные и коллективные права граждан и их объединений на разработку и развитие воззрений и теорий идеологического характера, их распространение в не противоречащих закону формах и в установленном им порядке, а также их практическое осуществление способами, соответствующими конституционному строю РФ.

Но наряду с этим, основной закон государства содержит нормы, указывающие на возможность применения жестких мер органами государственной в борьбе с террористическими и экстремистскими группировками. В частности, в ч.5 т. 13, содержится запрет на использование конституционных прав и свобод (прежде всего свободы вероисповедания и свободы выражения мнений) в целях насильственного изменения основ конституционного строя и нарушения территориальной целостности Российской Федерации, для создания незаконных вооруженных формирований и подрыва безопасности государства. Опираясь на эту норму, органы государственной власти принимают и осуществляют государственные программы противодействия терроризму и экстремизму на территории России. Немаловажным фактором для их реализации является наличие четкого понимания, что терроризм и экстремизм – это две составляющие одной опасности, которые не должны рассматриваться отдельно друг от друга.

Особая значимость противодействия и борьбы с этими явлениями была обозначена в Послании Президента Российской Федерации Федеральному Собранию РФ от 3 декабря 2015 года, в котором отмечалось, что Россия успешно продемонстрировала свои возможности по борьбе с международным терроризмом и экстремизмом, а также был намечен вектор развития государственной политики противостояния таким явлениям. Данный документ наметил ориентир на создание и постоянное совершенствование действенной и эффективной нормативно-правовой базы в сфере противодействия угрожающим национальной безопасности России процессам с учетом изменений тактики и стратегий террористической и экстремистской деятельности, количества вовлеченных в незаконные вооруженные формирования лиц, роста числа терактов и диверсий, а также особенностей того региона, где осуществляются государственные программы по противодействию терроризму и экстремизму. Определенный в Послании путь Российской Федерации в борьбе с экстремизмом предусматривал в качестве основных несколько аспектов деятельности, а именно: совершенствование существующей системы противодействия идеологии терроризма и религиозно-политического экстремизма; совершенствование правовой и идеологической базы с учетом практики структур, обеспечивающих координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления по противодействию терроризму и экстремизму; непрерывный мониторинг и экспертный анализ внешних и внутренних причин и причинно-следственных связей сохранения террори-

стической напряженности и активизации распространения идей религиозно-политической направленности.

Законодательное закрепление эти предложения получили в «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года», принятой Указом Президента РФ от 12 мая 2009 года. Она содержит в себе фундаментальные положения общегосударственной политики противодействия международному терроризму и проявлениям религиозно-политического экстремизма. В частности, в ней отмечается, что «...в целях обеспечения государственной и общественной безопасности: совершенствуется структура и деятельность федеральных органов исполнительной власти, реализуется Национальный план противодействия коррупции, развивается система выявления и противодействия глобальным вызовам и кризисам современности, включая международный и национальный терроризм, политический и религиозный экстремизм, национализм и этнический сепаратизм; создаются механизмы предупреждения и нейтрализации социальных и межнациональных конфликтов...» [7].

Этот программный документ, отметив общегосударственное значение противодействия терроризму и экстремизму, дал возможность органам исполнительной власти принимать и реализовывать меры, вытекающие из целей и задач Стратегии. Таким образом, государственная политика в области национальной безопасности была нацелена на решение ряда обострившихся в обществе проблем: реальной угрозы конституционному строю; нарушению стабильности управления государством большими и малыми социальными группами; дестабилизации общества.

Однако наряду с вышеуказанными проблемами, немаловажными являются и вопросы, связанные с возрастающей социальной напряженностью, а также с периодически «вспыхивающими» межконфессиональными конфликтами, приводящими представителей различных вероисповеданий к еще большему недопониманию друг друга и усилению раскола в обществе, чему нередко способствуют и средства массовой информации, сознательно акцентирующие внимание общественности прежде всего на конфликтах, создавая иллюзию, что межэтническое взаимодействие в современной России может носить только конфликтный характер. Даже в случаях, где кризисные ситуации возникают на криминальных, бытовых, коррупционных и других основаниях, представители СМИ нередко намеренно придают их описанию межэтнический характер. Развитие информационных и сетевых технологий привело к появлению и так называемого «кибертерроризма».

В свете этих выводов заслуживающим внимания представляется высказывание официального представителя Национального антитеррористического комитета РФ Николая Синцова: «В настоящее время ни федеральный, ни региональный уровень решения вопросов идеологического и информационного противоборства терроризму и экстремизму не отвечают в полной мере предъявляемым требованиям и ни один регион не застрахован от их проявлений» [3].

В целях усиления противодействия идеологии терроризма и экстремизма, адекватной реакцией со стороны государственных органов явилась выработка актуальной концепции в виде федеральной целевой программы «Анти-террор» на 2014–2018 гг., в которой, по нашему мнению, совершенно неслучайно делается акцент на роли СМИ в противодействии экстремизму в ин-

формационном пространстве, так как массмедиа должны содействовать государству в вопросах противодействия распространению идеологии экстремизма и терроризма, активизируя работу по информационно-пропагандистскому обеспечению антитеррористических мероприятий.

Следует признать, что в целом выработанная концепция приносит определенные результаты. Наметилось снижение террористической и экстремистской напряженности в РФ, прежде всего на Северном Кавказе, который уже более двух десятилетий остается своеобразной «горячей точкой» на карте России. В то же время, нельзя сказать, что ситуация контролируется на все 100 % [1].

Несомненно, актуальным является и вопрос о том, какие возможности используются средствами массовой информации в противостоянии экстремизму и насколько они эффективны, так как и через реализацию таких функций СМИ, как информационной, функции формирования массового сознания и др., органы государственной власти могут претворять в жизнь свою политику и осуществлять профилактическую работу по борьбе с экстремистской активностью.

Информационное противодействие экстремизму является собой деятельность по вскрытию сущности и разъяснению опасности экстремизма, оказанию воздействия на граждан с целью воспитания у них неприятия идеологии насилия и привлечения их к участию в противодействии экстремизму. Такая деятельность включает в себя и сбор, накопление, систематизацию, анализ, оценку информации об угрозах экстремистских проявлений, обмен ею и выдачу ее потребителям такой информации.

Организация борьбы с экстремизмом должна осуществляться на основе комплексного подхода к анализу причин возникновения и распространения этих негативных явлений, к выявлению субъектов экстремистской деятельности и обеспечению субъектов противодействия экстремизму информационными ресурсами.

Необходимо отметить, что противодействие экстремизму исключительно силовыми методами правоохранительных органов невозможно. Эта задача требует целого комплекса правовых, организационных, профилактических, воспитательных мероприятий, совершенствования взаимодействия государственных органов и общественных организаций. Применительно к практикам противодействия экстремизма целесообразно организовать системную работу по информированию различных социальных групп о сути этой идеологии, о ее негативных последствиях; системной деятельности по социальной профилактике, социальной терапии и социальной реабилитации.

Среди проблем, снижающих эффективность информационного противодействия экстремизму, можно выделить: недостаточную проработанность механизма мониторинга ситуации в регионах; низкую эффективность использования потенциала СМИ и Интернет-ресурсов в процессе профилактики и противодействия экстремистским проявлениям [4]; слабую «адресность» мероприятий по информационному противодействию экстремизму; пассивность негосударственных структур в процессе обеспечения общественной безопасности.

Комплексный подход к организации противодействия экстремизму на региональном уровне может быть реализован в рамках программы, целью

которой бы явилось повышение эффективности мероприятий по информационному противодействию экстремизму в субъектах РФ. К основным направлениям реализации этой программы можно отнести диагностику региональной ситуации, определение специфических признаков экстремизма на региональном уровне; обеспечение эффективного взаимодействия субъектов противодействия экстремизму, в частности организацию взаимодействия со СМИ и Интернет-каналами; формирование системы «адресного» противодействия экстремизму.

В целях формирования системы «адресного» противодействия экстремизму представляется целесообразным проведение ежегодной диагностики региональной специфики проявлений экстремизма, включающей установление причин, условий и факторов, стимулирующих развитие экстремизма, динамику его проявлений; определение объектов воздействия экстремистских организаций и лидеров; анализ состава, структуры экстремистских группировок, организаций, лидеров, активистов, их «уличного людского ресурса», способного спровоцировать массовые беспорядки [6]. На основе проведенной диагностики необходимо разработать систему мероприятий «адресной» профилактики среди групп, наиболее подверженных негативному влиянию экстремистов, в частности, молодежной среды. Этому бы поспособствовало создание тематического Интернет-ресурса, посвященного проблемам профилактики экстремистского поведения, а также организация социальной профилактики проявлений экстремизма.

Взаимодействие органов государственной власти и средств массовой информации в обеспечении профилактики проявлений экстремизма и борьбы с ними предполагает: совершенствование структуры и функций федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в целях обеспечения контроля и надзора в сфере международных отношений, координации их деятельности по реализации государственной национальной политики, а также в целях усиления взаимодействия власти с институтами гражданского общества в области реализации общественно значимых программ и проектов; формирование системы подготовки и повышения квалификации государственных служащих, специалистов, работающих в сфере международных и межконфессиональных отношений, особенно представителей администраций региональных и муниципальных образований; профессиональный систематический мониторинг этнополитической ситуации в регионах Российской Федерации с участием СМИ и Интернет-пространства.

Все эти меры при условии их системной и комплексной реализации будут способствовать эффективной государственной политике по противодействию процессам этноконфессиональной конфликтности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдуллаев М. Х.* Государственная политика противодействия религиозно-политическому экстремизму и актуальные задачи СМИ // Вестник Волжского университета имени В. Н. Татищева. 2016. № 4. Т. 2.
2. *Бархатова Е. Ю.* Комментарий к Конституции Российской Федерации. 2-е издание. М.: Проспект, 2014.

3. Вопросы идеологического противоборства терроризму пока решаются не на должном уровне, считают в НАК России // Террорунет. – [Электронный ресурс: <http://www.terrorunet.ru/node/436>] Дата обращения: 28.09.2017.

4. Золоева З. Т., Койбаев Б. Г. Правовые аспекты обеспечения информационной безопасности в Республике Северная Осетия-Алания // Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени Коста Левановича Хетагурова. 2015. № 4. С. 162–165.

5. Койбаев Б. Г., Золоева З. Т. Правовые основы формирования и развития информационного общества в регионе (на примере Республики Северная Осетия-Алания) // Гуманитарные и юридические исследования. 2017. № 2. С. 138.

6. Троегубов Ю. Н. Проблемы противодействия экстремизму в сети Интернет // Гуманитарный вектор. Серия: История, политология. 2014. № 3.

7. Указ Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. № 537 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» // Российская газета – Федеральный выпуск № 4912 (88).



СОДЕРЖАНИЕ

Геология

<i>Босиков И. И.</i> Стратиграфические взаимоотношения и условия залегания понтических и мэотических отложений Северного Кавказа.....	3
<i>Гуриева Е. В., Гуриева Л. Р.</i> Модель взаимодействия инструмента с разрушенными породами	11
<i>Гуриева Е. В., Гуриева Л. Р., Келехсаева А. Р.</i> Конструктивные решения бурения скважин в разрушенных породах	15
<i>Клюев Р. В., Босиков И. И.</i> Оценка изменчивости основных геолого-промышленных параметров песков в пределах разведанной площади Моздокского района (РСО-А)	19
<i>Кодзаев Ю. В., Фидарова Н. Г., Фидарова И. Р.</i> Расчет параметров подземных буровых камер	28

Автоматизация управления техническими системами

<i>Томаев М. Х.</i> Автоматизированные средства улучшения качества пользовательских программных кодов.....	34
--	----

Промышленная электроника и электронные приборы

<i>Дедегкаев А. Г., Степанов А. Л.</i> Экспериментальные исследования выходных параметров и характеристик щелевых ВТП.....	43
<i>Кодзасова Т. Л., Кодзасов В. А.</i> Бесконтактный метод определения диэлектрических характеристик тонких и сверхтонких полимерных пленок	62

Строительство

<i>Манукянц А. Х.</i> Особенности расчета монолитного безбалочного бескапитального перекрытия	65
---	----

Механика

<i>Агузаров В. О., Агузаров Г. В.</i> Влияние релаксации остаточных напряжений в коленчатых валах на износ шеек	70
<i>Масков Ю. П.</i> Блуждающие токи на подземных горных предприятиях.....	74

Электротехника

<i>Клюев Р. В., Гаврина О. А., Лысоконь Э. С., Перелыгина А. В., Мадаева М. З.</i> Использование ветроэнергетических установок для электроснабжения потребителей в условиях горных территорий.....	81
<i>Петров Ю. С., Рогачев Л. В., Соин А. М.</i> Методические особенности применения законов Кирхгофа для расчета электрических цепей.....	87
<i>Рогачев Л. В., Саханский Ю. В.</i> Перспективы применения электродетонаторов различных типов	93
<i>Саханский Ю. В., Рогачев Л. В.</i> Анализ и перспективы развития современных средств инициирования электродетонаторов	102
<i>Чумбуридзе Д. С., Петров Ю. С., Масков С. П.</i> Энергетические процессы в электрических цепях после отключения источника питания	107
<i>Саханский Ю. В., Рогачев Л. В., Кюрджиев А. Н.</i> Анализ параметров магистральных и соединительных проводов в электровзрывной цепи.....	114

Экономика

<i>Габараева Ж. Ф., Татрова Ф. Д.</i> Современные электронные платежные средства.....	120
<i>Галачиева С. В., Хачетлова Е. Р., Бестаева В. Г.</i> Совершенствование менеджмента процессами экономического роста территории	123
<i>Джиоева О. О., студ. Газзаева М. Р.</i> Инновационное предпринимательство в России: положение среди мировых лидеров инновационной деятельности.....	127
<i>Дзуцева Г. Н., Сиукаева М. Р.</i> Государственная поддержка малого бизнеса	131
<i>Дзуцева Г. Н., Ахполова Д. В.</i> Инновационная деятельность на российских предприятиях: стратегические и организационные аспекты	134
<i>Хетагурова И. Ю., Хетагурова Т. Г., Суцин Н. А.</i> Бюджетное взаимодействие органов государственной и муниципальной власти.....	138

Юридические науки

<i>Золоева З. Т.</i> Правовые аспекты противодействия экстремизму в условиях информационного общества.....	142
<i>Багаева А. А.</i> Некоторые правовые аспекты государственной политики противодействия экстремизму в информационном пространстве	146

Научное издание

**Труды
Северо-Кавказского горно-металлургического института
(государственного технологического университета)**

Выпуск двадцать четвертый

Редактор:
Иванченко Н. К.

Компьютерная верстка
Кравчук Т. А.

Подписано в печать 29.12.2017. Формат бумаги 70x108 ¹/₁₆. Бумага «Снегурочка». Гарнитура «Таймс».
Печать на ризографе. Усл. п.л. 13,75. Уч.-изд.л. 9,46. Тираж 100 экз. Заказ № _____.
Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный
технологический университет). Изд-во «Терек».
Отпечатано в отделе оперативной полиграфии СКГМИ (ГТУ).
362021. Владикавказ, ул. Николаева, 44.