

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(НОВОЧЕРКАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)**

**ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ,  
ПЛАНЕТОЛОГИИ, ГЕОЭКОЛОГИИ  
И РАЦИОНАЛЬНОГО  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Сборник тезисов и статей  
Всероссийской конференции*

**26-28 октября 2011 г.  
г. Новочеркасск**

Новочеркасск  
ЛИК  
2011

УДК 504.55.06:550.8  
ББК 26.34  
П 78

Организаторы:  
Министерство образования и науки РФ

Южно-Российский государственный технический университет  
(Новочеркасский политехнический институт)

П 78 **Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования:** сборник тезисов и статей Всероссийской конференции, г. Новочеркасск, 26-28 октября 2011 г. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЛИК, 2011. – 384 с.

ISBN 978-5-9947-0187-4

В сборник включены материалы по нескольким научным направлениям: прикладная геология; планетология и геоэкология; рациональное использование и охрана недр; техносферная безопасность.

УДК 504.55.06:550.8  
ББК 26.34

ISBN 978-5-9947-0187-4

© Южно-Российский государственный  
технический университет (НПИ), 2011  
© Авторы, 2011

УДК 549.651/548.3

**ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ  
РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ПЕГМАТИТОВ (МОНГОЛЬСКИЙ АЛТАЙ)***К.С. Барминская*

Томский государственный университет

Полевые шпаты кристаллизуются в течение всего пегматитового процесса, что позволяет использовать вариации его химического состава и структурных особенностей, как критерии условий образования и оценки вероятной рудоносности пегматитового тела. Они являются важными породообразующими минералами горных пород. Их кристаллизация происходит в широком интервале температур и давлений [2].

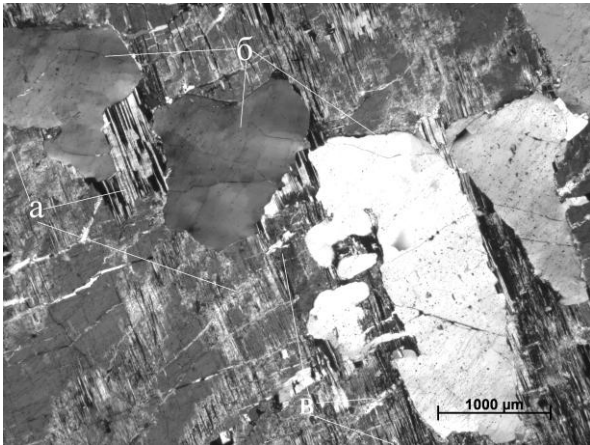
Автором изучен полевой шпат, отобранный из жилы редкометальной формации гранитных пегматитов Монгольского Алтая. Исследуемое пегматитовое тело имеет зональное строение. От периферии к центру жилы можно выделить следующие зоны: графическую, апографическую, пегматоидную, блокового полевого шпата и кварцевое ядро.

Графическая зона представляет закономерное срастание кварца, строго ориентированного в полевом шпате. Ихтиоглипты кварца имеют неправильную форму. Основной фон окраски полевого шпата – белый. При микроскопическом изучении было выявлено, что полевой шпат представлен плагиоклазом (рис. 1), который четко диагностируется по полисинтетическому двойникованию. В зоне помимо породообразующих минералов наблюдаются ксеноморфные кристаллы мусковита, которые выполняют трещины, что свидетельствуют о более позднем их образовании.

Зона графики плавно сменяется апографической, в которой наблюдается изменение ориентировки и увеличение размеров зерен кварца. Пегматоидная зона представляет собой разноориентированные срастания кварца и полевого шпата. Полевой шпат представлен выделениями розового и белого цвета.

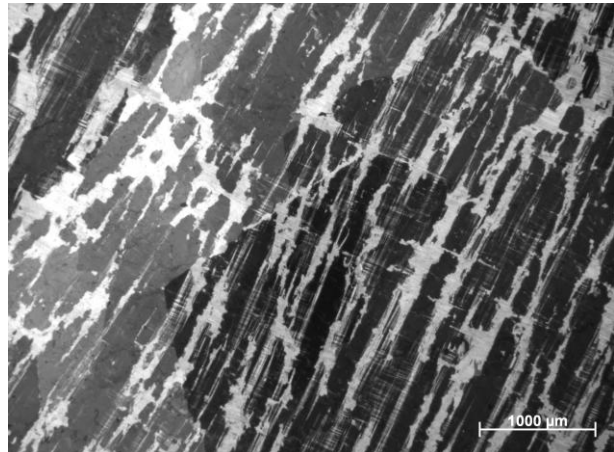
Блоковая зона сложена полевым шпатом белого цвета. Он представлен микроклином, который четко диагностируется при микроскопическом изучении по микроклиновой решетке (рис. 2). В микроклине при-

сутствуют структуры распада – пертиты. Плагиоклаз в пертитах диагностируется по полисинтетическому двойникованию. Пертиты имеют линзовидную неправильную форму. По морфологии пертитов [3], они относятся к сегрегационным. Наличие структур распада является показателем медленного охлаждения высокотемпературных гомогенных К-На полевошпатов.



**Рис. 1. Графическое срастание кварца и полевого шпата**

а) плагиоклаз; б) ксеноморфный кварц;  
в) развитие слюды по трещинам



**Рис. 2. Микроскопическое строение микроклин - пертита**

Полевые шпаты из всех зон были исследуемы с помощью рентгеноструктурного, люминесцентного и спектрального количественного методов исследования вещества. Анализы проводились в лаборатории ЦКП «АЦГПС» (аналитики Т.С. Небера, Н.Н. Борозновская, Е.Д. Агапова). Рентгеноструктурный анализ показал, что полевой шпат графической, апографической и пегматоидной зон представлен плагиоклазом. Рентгенограмма соответствует альбиту с содержанием анортитового минала от 2 % до 13%. ИСУ (индекс структурной упорядоченности) от периферии к центру возрастает от 40 до 95. Блоковая зона сложена полевым шпатом, представленным максимальным микроклином. Степень триклинности ( $\Delta\rho$ ) калиевого полевого шпата изменяется от 0,72 до 0,75. На рентгенограмме полевого шпата блоковой зоны обнаруживаются пики, соответствующие альбиту, что подтверждает наличие пертитовых структур, ранее отмеченных при микроскопическом изучении.

Химический состав и распределение редких щелочных и щелочно-земельных элементов определялся с помощью количественного спек-

трального анализа. Были определены следующие элементы-примеси: Pb, Cu, Ti, Mn, V, Sr, Cr, Ag, Zn, Ba, Ga, Sn, Sc, Zr, Y, Yb. Ba и Sr – наиболее типичные примеси в полевых шпатах данных образцов. Особенно это относится к Ba. Близость ионных радиусов  $Ba^{2+}$  и  $K^{1+}$  обеспечивает легкость вхождения  $Ba^{2+}$  в решетку калиевых полевых шпатов. Считается, что Ba и Sr накапливаются в более высокотемпературных полевых шпатах [1]. Содержание Ba от графической зоны к зоне пегматоида возрастает от 200 до 410 г/т., содержание Sr остается постоянным и достигает 250 г/т. От периферии к центру пегматитового тела отмечается увеличение содержания Zn.

В ходе рентгенолюминесцентного анализа было выявлено, что для полевого шпата характерны полосы излучения с максимумами 315 - 345, 390 - 440, 460 - 480, 560 - 570, 690 - 770 и 880 - 890 нм, за которые отвечают примесные ионы  $Tl^{+}$ ,  $Ce^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  и структурные дефекты  $AlO_4^{4-}$ ,  $SiO_4^{3-}$ . Наличие примесно-структурных дефектов в калиевом полевоом шпате -  $Ce^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$  центров, характерных для плагиоклаза, объясняет наличие пертитовых структур, которые обнаруживаются и при микроскопическом исследовании, и выше рассматриваемым данным рентгеноструктурного анализа. Появление полосы  $Fe^{3+}$  в спектрах РЛ ПШ связано с устойчивостью и активностью ионов  $Fe^{3+}$  в щелочных средах и является индикатором щелочности минералообразующей среды. Слабо выраженные в спектре дефекты  $O^{-}$ ,  $Mn^{2+}$ , низкое отношение  $Mn^{2+}/Fe^{3+}$  для плагиоклаза указывают на относительно быструю кристаллизацию. Повышенные значения РЛ  $Mn^{2+}$  в зонах графики и апографики являются следствием относительно медленного остывания. Интенсивное излучение  $Tl^{+}$  в калиевых полевых шпатах блоковой зоны указывает на редкометальную специализацию.

Таким образом, примесный состав, структурная упорядоченность полевых шпатов, их рентгенолюминесцентные особенности являются отражением особенностей условий минералообразования.

#### Литература

1. Борозновская Н.Н. Особенности рентгенолюминесценции полевых шпатов как показатель их генезиса / Н.Н. Борозновская // ЗВМЦ. – 1989. – №1. – С. 110-119.
2. Пущаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. – 292 с.
3. Руденко С.А. Морфолого-генетическая классификация пертитовых сростаний // Зап. Всесоюз. минерал, о-ва. 1954. – № 1. – С. 23-36.

## **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САРМАТСКИХ ГЛИН КРАЕВЫХ ПРОГИБОВ ЮГА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

*А.Н. Богомолов, С.И. Шиян, Е.В. Щекочихина, С.А. Чарыкова,  
Т.М. Тихонова*

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Сарматские отложения широко распространены на территории России и в сопредельных странах и часто залегают в пределах глубин активной зоны фундаментов инженерных сооружений на территории от Карпат до Прикаспия. Наибольшую проблему для строительства представляют сарматские глины, относящиеся к структурно-неустойчивым грунтам.

Изучались два опорных региона: Северное Причерноморье (в пределах Молдовы) и Центральное Предкавказье (в пределах Ставропольской возвышенности). В соответствии с исследованиями Н.И. Андрусова, первый в сарматское время был приурочен к акватории Галицийского залива, а второй – Ставропольского пролива Сарматского морского бассейна.

В настоящее время эти два региона представляют собой Центрально-Молдавскую возвышенность и Ставропольскую возвышенность с прилегающими возвышенными равнинами. Отметки поверхности составляют: 300 – 400 м в Молдове и около 700 м – в Центральном Предкавказье. Климат обоих регионов умеренно-континентальный, однако вся территория Молдовы относится к зоне недостаточного увлажнения с коэффициентом увлажнения 0,72 – 0,80, а более высокая территория Центрального Предкавказья – к увлажнённой зоне и зоне избыточного увлажнения. Коэффициент увлажнения здесь изменяется от 1,0 до 1,1.

Сарматские глины в обоих районах обнажаются на поверхности либо перекрыты маломощной толщей покровных грунтов. Проанализированы: литологический состав, степень засоления и физико-механические свойства глин.

Результаты гранулометрического анализа позволяют отнести глины из обоих регионов к группе высокодисперсных грунтов, содержащих более 50% глинистых частиц. По этому показателю сарматские глины из обоих регионов почти не различаются. Это свидетельствует о том, что снос терригенного материала в Сарматский морской бассейн проходил в основном из одного региона – Русской платформы.

Результаты микроагрегатного состава глин указывают на существенное их различие. Глины из Центрального Предкавказья менее дисперсные, содержание глинистой фракции у них 15-50%. Глины Северного Причерномо-

рья более дисперсные, глинистой фракции у них в среднем 25-50%. Коэффициенты агрегированности (частиц менее 0,005 мм): у первых составляет в среднем 4,45, а у вторых 1,73.

Минеральный состав дисперсной фракции глин обеих регионов существенно отличен. В целом у глин обеих регионов дисперсная фракция состоит в основном из двух минералов: гидрослюды и монтмориллонита. Но у глин Центрального Предкавказья монтмориллонита больше на 10-20%. Это может служить доказательством более высокой вулканической активности в сарматские время Кавказских гор – на востоке, чем Добруджской горной системы – на западе. Однако более высокое содержание монтмориллонита может быть следствием более влажного климата в послесарматское время. Известно, что в таких условиях гидрослюда может преобразовываться в монтмориллонит.

Степень засоления глин определялась по данным водных и солянокислых вытяжек (табл. 1). Результаты свидетельствуют, что засоленность глин обеих регионов существенно различна. Глины из Центрального Предкавказья на 1,5 порядка более засолены (по сухому остатку), чем глины из Северного Причерноморья. Объяснение этому факту мы находим в фундаментальном труде Н.И. Андрусов «Южнорусские неогеновые отложения». Анализируя фауну и флору Сарматского моря, Н.И. Андрусов пришел к выводу, что вода в восточной части Сарматского морского бассейна была более соленая, чем в западной, где она опреснялась речным стоком с Русской платформы.

Таблица 1

### Показатели засоления сарматских глин

Показатели	Центральное Предкавказье	Северное Причерноморье
Сухой остаток, г/100 г сух. пор.	$\frac{5,14}{4,39}$	$\frac{0,12}{0,20}$
Карбонатность, %	$\frac{11,61}{8,64}$	$\frac{12,47}{9,10}$
Содержание гипса, %	$\frac{0,13}{0,07}$	$\frac{0,13}{0,08}$
Органический углерод, %	$\frac{1,40}{1,19}$	$\frac{0,62}{0,43}$

Примечание: в числителе среднее значение для глин среднего сармата, в знаменателе, для глин нижнего сармата (Центральное Предкавказье) и верхнего сармата (Северное Причерноморье).

Анализ показателей физических свойств глин (табл. 2) свидетельствует о различии их для обоих регионов. Глины из Центрального Предкавказья, характеризующиеся повышенным содержанием монтмориллонита, более влажные, в среднем 0,33 и 0,36, невысокой плотности 1,74 и 1,89 г/см<sup>3</sup>. Глины из Северного Причерноморья менее влажные в среднем 0,23 и 0,24 и более плотные, в среднем 2,00 и 2,03 г/см<sup>3</sup>. Причина этому, на наш взгляд, кроется в постгенетических факторах, воздействующих на сарматские глины, главным из которых является степень увлажнения территории в послесарматское время. Сарматские глины по определению являются «сенсорными» породами, свойства которых тесно связаны с влажностью природной среды: более высокой в Центральном Предкавказье и меньшей в Северном Причерноморье. Не последнюю роль играет и содержание в глинах монтмориллонита. Там, где его больше – глины более влажные, что обусловлено свойствами этого минерала.

Таблица 2

### Физико-механические характеристики сарматских глин

Показатели	Центральное Предкавказье	Северное Причерноморье
Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,74	2,03
	1,89	2,00
Природная влажность, $w$	0,36	0,24
	0,33	0,23
Число пластичности $J_p$	0,27	0,28
	0,29	0,24
Пористость $n$ , %	50,50	40,20
	48,50	40,50
Величина свободного набухания $\epsilon_{s0}$	0,12	0,33
	0,26	0,20
Давление набухания $P_{s0} \cdot 10^5$ Па	0,36	4,29
	0,70	2,00
Удельное сцепление, $c \cdot 10^5$ Па	0,50	1,39
		1,34
Угол внутреннего трения $\phi$ , град	30,50	9,4
		20,3

Примечание: см. табл. 1

Анализ показателей механических свойств показывает, что существенные различия в составе, состоянии и физических свойствах глин нашли свое отражение в показателях механических свойств и набухаемости.



Глины из Северного Причерноморья более набухающие, чем одновозрастные отложения Центрального Предкавказья. Их давление набухания в 3 – 10 раз больше и составляет: в 0,20 – 0,421 МПа. Прочность первых в 2,5 – 3,0 раза больше удельному сцеплению и в 1,5 – 3,0 раза меньше углу внутреннего трения.

Анализировались показатели общей и остаточной прочности глин из обоих регионов. У глин Центрального Предкавказья остаточная прочность составляет 50-80 % от общей, а у глин Северного Причерноморья – 20-25 %, соответственно по удельному сцеплению и углу внутреннего трения. Факт вполне объясним, если вспомнить, что у первых более высокое содержание монтмориллонита и большая влажность, а следовательно у них большая доля водно-коллоидных связей в общем объеме структурного сцепления.

УДК 624.131.1

## **ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ ЛЕССОВЫХ ПОРОД ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ**

*А.Н. Богомолов, Ю.И. Олянский, С.И. Шиян, Т.М. Тихонова, О.В. Киселева*  
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

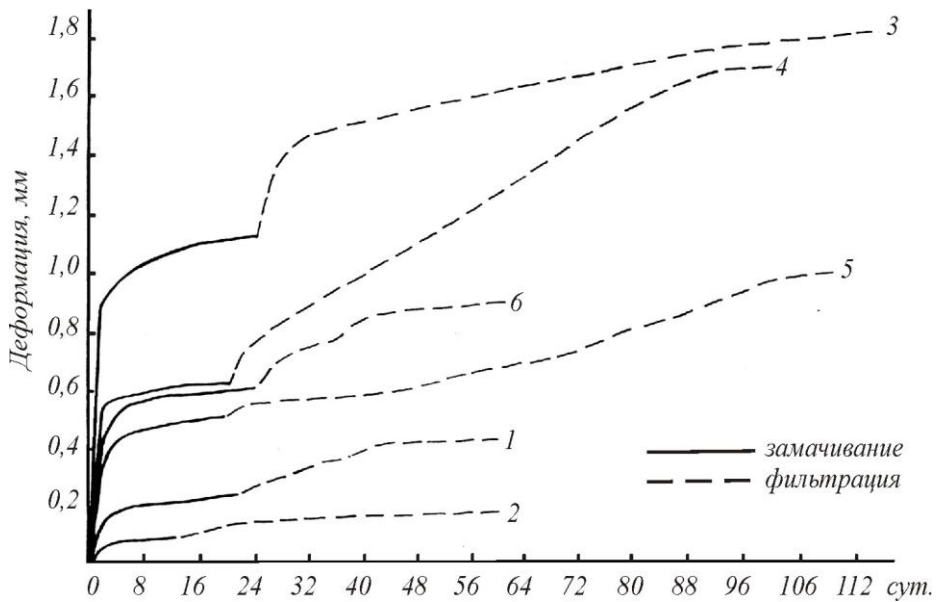
Изучение деформационного поведения лессовых пород осуществлялось в компрессионных приборах системы Н.Н. Маслова, позволяющих замерять просадочные деформации при капиллярном водонасыщении и при фильтрации воды через образец грунта. Использовалась водопроводная вода. Компрессионные испытания выполнялись методом “одной кривой” с замачиванием при нагрузке 0,15 МПа. После условной стабилизации (0,001 мм за 1 сут.) начиналась фильтрация воды в течение 90 сут. с ежесуточной регистрацией деформации. Такая методика компрессионных испытаний, несмотря на общеизвестные недостатки, позволяет оценить не только полную деформацию образца при замачивании, но и дифференцировать ее на собственно просадку и послепросадочное уплотнение. Она широко использовалась в практике исследований на Северном Кавказе, Ростовской области, Украине, Молдавии, Средней Азии.

Изменение *механического состава* заключается в следующем. В целом содержание дисперсных и мелких фракций по результатам микроагрегатного анализа не изменилось. Наибольшие изменения отмечены для фракции крупнее 0,1 мм. При фильтрации воды эти агрегаты распадаются,

увеличивая содержание более мелких фракций, что способствует уменьшению размера межагрегатных пор и снижает общую пористость. Агрегированность дисперсной фракции практически не меняется,  $K_{agr} = 2,6-11,4$ . В следствие длительной фильтрации и вымывания легкорастворимых солей в 1,5-3,0 раза уменьшилось содержание  $Na^+$ , существенно увеличилось содержание  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{-2}$ . Практически не изменилось содержание  $HCO_3^-$ . Вследствие этого, общая минерализация либо уменьшается на 20-30%, либо не меняется вообще, а в отдельных случаях увеличивается в 1,7-1,8 раз. До фильтрации тип засоления пород определялся как:  $Ca^{+2} - Mg^{+2} - SO_4^{-2} - HCO_3^-$ , после -  $HCO_3^- - Mg^{+2} - Ca^{+2}$ .

Испытания лессовых пород в условиях замачивания и фильтрации в течение 90 сут. показали, что длительное взаимодействие с водой ведет к полной их деградации. Уменьшается содержание крупных фракций (более 0,1 мм), за их счет повышается содержание более мелких фракций, при практически не изменяющемся содержании дисперсной фракции. Легко растворимые соли вымываются, одновременно слабо и среднерастворимые соединения преобразуются в сильно растворимые. Повышается содержание гидрокарбонатов и гипса, грунт приобретает содово-кальциевое или содово-магниевоое засоление, становится более плотным и прочным (как отмечал Е.Н. Сквалецкий (1988) для пород Таджикистана - преобразуется в «озерный мергель»). При этом изменяются почти все свойства лесса:  $W$  - увеличивается на 0,05-0,12,  $W_p$  - не изменяется или повышается на 0,01-0,02,  $W_L$  - повышается на 0,01-0,04, что обусловлено изменениями общего содержания карбонатов и др. В результате повышается  $J_p$  на 0,01-0,03, уменьшается пористость, пластическая прочность падает в 1,5-6,0 раз.

*Послепросадочное уплотнение*, связанное с длительной фильтрацией воды через лессовую породу, обусловлено разрушением водостойких структурно-коллоидных связей между ее частицами и проявляется в виде деформации ползучести скелета. Просадочный и послепросадочный процессы обычно сочетаются и деформация носит комплексный характер. Из-за трудности их разграничения на практике часто говорят об общей деформируемости лессовой толщи, условно выделяя наиболее активно протекающую стадию процесса (просадка) и плавную постоянно затухающую (послепросадочная стадия). Вопросы количественной оценки обеих составляющих имеют большое практическое значение. Деформационное поведение отдельных образцов лессовых пород в компрессионном приборе при замачивании и фильтрации воды показано на рис. 1.



**Рис. 1. Кривые деформации лессовых пород при замачивании и фильтрации воды:**

1 — edp  $Q_{3-4}$  п. Котовск; 2 — edp  $Q_{3-4}$  г. Кишинев; 3 — edp  $Q_{3-4}$  г. Кишинев; 4 — edp  $Q_{3-4}$  п. Котовск; 5 — deol  $Q_2$  п. Тараклия; 6 — deol  $Q_2$  п. Кантемир

В процессе опыта фиксировались следующие величины относительной деформации:  $\varepsilon_{sl}^2$  — относительная просадка через 2 суток после замачивания (по ГОСТ 23161-78);  $\varepsilon_{sl}^4$  — то же через 4 суток после замачивания (по А.К. Ларионову это время завершения провальной просадки);  $\varepsilon_{sl}^k$  — то же после завершения консолидации образца при замачивании;  $\varepsilon_{sl}^\phi$  — полная деформация образца после завершения фильтрации воды.

Рассчитаны следующие составные части общей деформации:  $\varepsilon_{sl}^4$  — провальная просадка (по А.К. Ларионову);  $\varepsilon_{sl}^k - \varepsilon_{sl}^4$  — замедленная просадочность;  $\varepsilon_{sl}^\phi - \varepsilon_{sl}^k$  — послепросадочное уплотнение. Для прогноза деформации лессовых пород выделены 3 коэффициента:  $K_1 = \varepsilon_{sl}^4 / \varepsilon_{sl}^2$ ;  $K_2 = \varepsilon_{sl}^k / \varepsilon_{sl}^2$ ;  $K_3 = \varepsilon_{sl}^\phi / \varepsilon_{sl}^2$ . Обобщение и анализ результатов позволило установить, что значения коэффициентов  $K_{1-3}$  зависят не столько от показателей физических свойств и состава породы, как от величины  $\varepsilon_{sl}^2$ . Максимальное значение величины замедленной просадки и послепросадочного уплотнения наблюдается для образцов с  $\varepsilon_{sl}^2$  менее 0,01. С повышением величины провальной просадки замедленная просадка и послепросадочное уплотнение уменьшаются. Например, для пород с  $\varepsilon_{sl}^2$  равной 0,041-0,050 послепросадочное уплотнение примерно в 2 раза меньше, чем для пород с  $\varepsilon_{sl}^2$  равной 0,001-0,005. В таблице приведены значения коэффициентов  $K_3$  для лессовых пород различных регионов, свидетельствующие о том, что лессовая толща междуречья Прут-Днестр по характеру развития просадочных и по-

слепокосадочных деформаций сходна с лессовыми толщами Северного Кавказа и Ростовской области.

Таблица

**Поправочные коэффициенты  $K_3 = \varepsilon_{sl}^\phi / \varepsilon_{sl}^2$  для различных регионов**

Район	Автор	$K_3 = \varepsilon_{sl}^\phi / \varepsilon_{sl}^2$	
		Категория просадочности	
		Слабо-просадочные	Средне-просадочные
Предкавказье	В.П. Ананьев, Э.В. Запорожченко	2,3	1,9
Средняя Азия	Е.Н. Сквалецкий	1,7	1,7
Молдова	Ю.И. Олянский	2,55	1,9
Междуречье Дунай-Днестр	И.И. Молодых	1,2 – 1,4	

УДК 553.44 (470.65)

**МИНЕРАЛОГИЯ И ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ  
ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД ДЖИМИДОНСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ)**

*С.А. Панов, Г.В. Рябов*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Поскольку до настоящего времени детальные сведения о минералогии, геохимических особенностях руд и РТ-условиях формирования месторождения Джимидон практически отсутствовали, их изучение было определено в качестве задачи исследования. Исходя из этого, целью исследований является получение достоверных данных по минералого-геохимическим особенностям, закономерностям распределения полезных компонентов и условиям формирования руд месторождения Джимидон.

В качестве исходных данных были использованы рудные полировки (аншлифы), лично изготовленные из образцов руд Джимидонского месторождения в лаборатории ЮРГТУ (НПИ), а также аншлифы руд хорошо изученного Садонского месторождения, отобранные из коллекции проф. Г.А. Кобилева, хранящиеся на кафедре «Прикладной геологии» ЮРГТУ (НПИ). Вещественный состав, структурно-текстурное строение руд и последовательность минералообразования устанавливались при макро- и микроскопическом изучении полированных шлифов.

В процессе микроскопического изучения аншлифов установлено, что наиболее распространенными рудными минералами месторождения Джимидон, как и в других месторождениях Садонского района, являются сфалерит, галенит, пирит, арсенопирит и халькопирит. К второстепенным минералам относятся марказит и магнетит, редко встречаются шеелит, вольфрамит и гематит. Нерудные минералы представлены кварцем и карбонатами разного состава, в том числе Mn-содержащими, баритом, хлоритом, серицитом, полевыми шпатами (таблица 1).

Таблица 1

### Минеральный состав руд месторождения Джимидон

Главные	Второстепенные	Малораспространенные
<i>Рудные минералы</i>		
Галенит ( $PbS$ ) Сфалерит ( $ZnS$ ) Пирит ( $FeS_2$ ) Халькопирит ( $CuFeS_2$ ) Арсенопирит ( $AsS$ )	Пирротин ( $FeS$ ) Магнетит ( $Fe_3O_4$ ) Марказит ( $FeS_2$ )	Гематит ( $Fe_2O_3$ ) Вольфрамит ( $(Fe,Mn)WO_4$ ) Шеелит ( $CaWO_4$ ) Блеклая руда ( $Cu_3AsS_3$ )
<i>Жильные минералы</i>		
Кварц ( $SiO_2$ ) Кальцит ( $CaCO_3$ )	Доломит Хлорит Серицит	Барит ( $BaSO_4$ ) Микроклин ( $K[AlSi_3O_8]$ ) Флюорит ( $CaF_2$ )

В ходе исследования установлено, что минеральный состав руд месторождения Джимидон отличается от руд других месторождений Садонского рудного поля большей распространенностью пирита, арсенопирита, халькопирита, минералов самородного серебра. На Джимидонском месторождении выделяются два основных минералогических типа руд: кварцево-полиметаллический и кварцево-колчеданный (полиметаллический).

Определена последовательность минералообразования в истории формирования руд месторождения Джимидон (рис. 1), исходя из которой, можно выделить всего пять стадий минеральных ассоциаций из одиннадцати, установленных для полиметаллического оруденения Садонского рудного поля [1]:

1. дорудная (кварц-карбонатная);
2. первая рудная (кварц-пирит-арсенопиритовая);
3. вторая рудная (кварц-галенит-халькопирит-сфалеритовая);
4. третья рудная (кварц-арсенопирит-сфалерит-галенитовая);
5. пострудная (кварцевая).



**Рис. 1. Схема последовательности минералообразования в месторождении Джимидон**

I – кварц-пирит-арсенопиритовая ассоциация, II – кварц-галенит-халькопирит-сфалеритовая ассоциация, III – кварц-галенит-пиритовая ассоциация, IV – кварц-пирит-арсенопирит-сфалеритовая ассоциация.

Таким образом, выявлены основные черты минералообразующего процесса, который привел к формированию свинцово-цинковых руд месторождения Джимидон. Их происхождение связано с многостадийным процессом, который начинался с отложения кварца и карбонатов, образующих жилы, прожилки, вкрапленность и брекчии. Собственно руды отлагались в течение трех последовательных стадий, в результате которых формировались рудные тела, определяющие промышленный потенциал месторождения. Завершался минералообразующий процесс образованием повсеместно распространенных кварц-кальцитовых жил и прожилков, иногда с баритом, флюоритом, небольшими количествами пирита, сфалерита и галенита. Такая последовательность в отложении основных минералов свидетельствует о закономерном изменении состава рудоносных растворов от кислых в начале процесса рудообразования, до растворов щелочного состава – в конце образования руд.

Результаты минераграфических исследований позволили выявить ряд закономерностей, говорящих о том, что оруденение Джимидонского ме-

сторождения согласно классификации эндогенных полиметаллических месторождений относится к магматической свинцово-цинковой формации садонского типа.

#### Литература

1. Кобилев Г.А. Главные этапы формирования и закономерности размещения свинцово-цинковых месторождений Северного Кавказа. Автореферат диссертация на соискание уч. степени д.г.-м.н. – Тбилиси, 1983. – 41 с.

УДК 553.435

## **АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РУДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВУЛКАНИТАХ ЗОНЫ ПЕРЕДОВОГО ХРЕБТА СЕВЕРНОГО КАВКАЗА**

*В.В. Шуткова, Т.Ю. Горбаенко, Г.В. Рябов*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Структурно-формационная зона Передового хребта на Северо-Западном Кавказе известна как крупная колчеданоносная провинция, в которой сосредоточено промышленное медное и полиметаллическое оруденение [1]. Последнее пространственно и генетически связано с толщиной вулканогенно-осадочных пород девонского времени. В зоне Передового хребта к настоящему времени выделено несколько рудных полей с расположенными в их пределах колчеданными месторождениями.

Объектами нашего изучения являются рудовмещающие вулканогенно-осадочные породы девонского возраста, развитые на площади самого крупного Урупско-Лабинского рудного поля. Задачей исследований являлось изучение закономерностей распределения в этих рудовмещающих породах группы шести ведущих рудных элементов – кобальта (Co), меди (Cu), цинка (Zn), титана (Ti), серебра (Ag), марганца (Mn). Исходными данными послужили результаты химического анализа проб, отобранных из вулканогенно-осадочных пород рудного поля на четырех пространственно разобобщенных участках: Большелабинскому-1 – 55 анализов, по Большелабинскому-2 – 20 анализов, по Малолабинскому – 22 анализа, по Урупскому участку – 38 анализов.

На первом этапе изучения методом среднего арифметического были рассчитаны средние значений содержаний перечисленных 6-ти рудных элементов. Ниже приведена таблица 1, в которой представлены средние концентрации металлов по участкам.

## Средние значения содержаний элементов в рудовмещающих породах

Участок	Элементы, %					
	Ti	Mn	Co	Cu	Ag	Zn
Урупский	0,0017	0,00034	0,0357	0,091	0,0002248	0,008
Большелабинский-1	0,0121	0,00142	0,0040	0,052	0,0000017	0,412
Большелабинский-2	0,0017	0,00010	0,0694	0,063	0,0000334	0,034
Малолабинский	0,0087	0,00092	0,0026	0,045	0,0000004	0,005

Для наглядности по значениям таблицы 1 были построены графики изменения средних содержаний металлов по участкам (рис. 1).

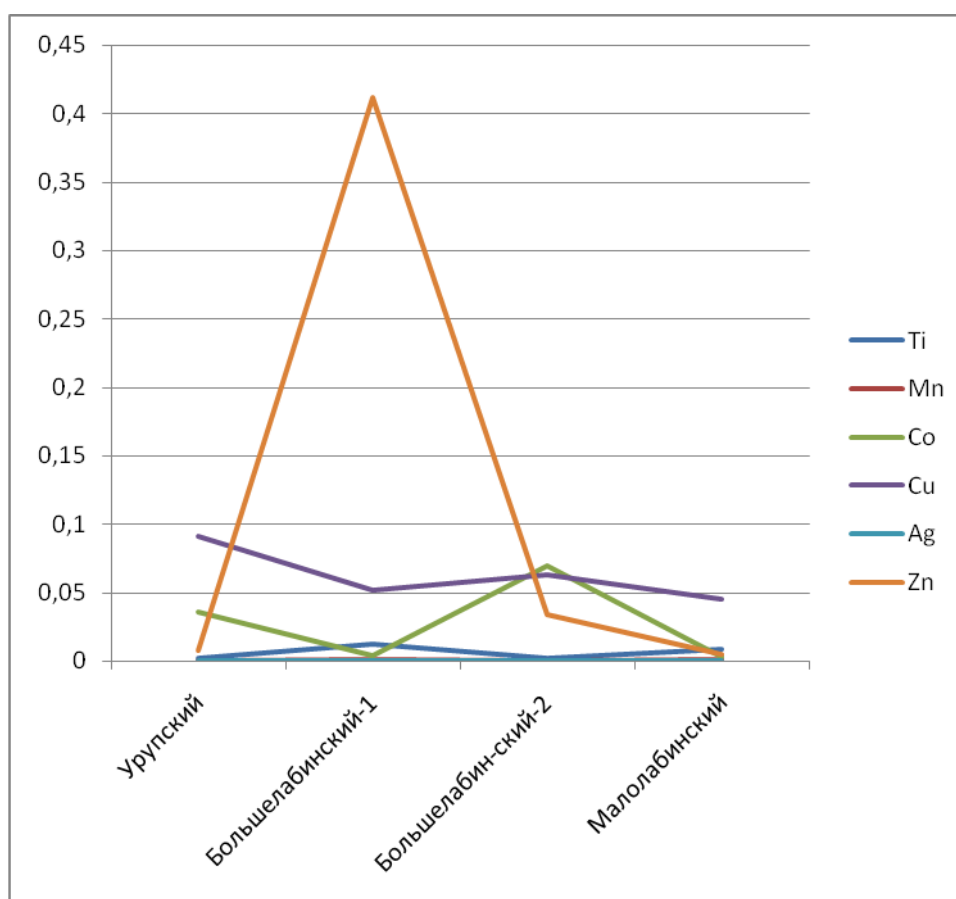


Рис. 1. Графики изменения средних значений содержаний металлов по участкам Урупо-Лабинского рудного поля

Анализ таблицы 1 и рис. 1 позволяет выявить следующие особенности геохимической специализации рудовмещающих вулканогенно-осадочных пород на исследуемых участках:



1. Высокую зараженность пород Урупского участка серебром (Ag), кобальтом (Co), медью (Cu) и очень низкие в них концентрации таких металлов как цинк (Zn), марганец (Mn) и титан (Ti) по сравнению с породами других участков.

2. Самую высокую кобальтоносность Большелабинского участка-2, превышающую в два раза содержание кобальта (Co) в породах Урупского участка и более чем в десять раз в породах остальных двух участках.

3. Для Большелабинского-2 участка также по сравнению с Малолабинским и Большелабинским-1 участками характерно и высокое содержание Ag (больше соответственно в 20 и 80 раз).

4. В породах Большелабинского участка-1 отмечены значительные концентрации Zn, Ti и Mn, в 10 раз, а по Zn в 100 раз превышающие содержания этих элементов на других участках (см. рис. 1).

Вторым этапом наших исследований являлось изучение взаимосвязей между концентрациями рудных элементов и прежде всего нас интересовало поведение кобальта (Co). Анализ проводился для каждого участка отдельно. По стандартной программе «Корреляция» были рассчитаны корреляционные таблицы элементов для всех четырех участков (табл. 2-5).

Таблица 2 (Урупский участок)

**Коэффициенты корреляции средних содержаний элементов**

	Ti	Mn	Co	Ag	Cu	Zn
Ti	1	<b>0,35</b>	0,01	-0,20	0,17	0,15
Mn	<b>0,35</b>	1	-0,16	-0,19	0,004	0,22
Co	0,01	-0,16	1	0,12	0,15	-0,15
Ag	-0,20	-0,19	0,12	1	0,10	-0,12
Cu	0,17	0,004	0,15	0,10	1	0,13
Zn	0,15	0,22	-0,15	-0,12	0,13	1

Таблица 3 (Большелабинский-1 участок)

**Коэффициенты корреляции средних содержаний элементов**

	Ti	Mn	Co	Ag	Cu	Zn
Ti	1	-0,08	<b>0,55</b>	-0,19	-0,12	-0,32
Mn	-0,08	1	-0,13	<b>0,54</b>	<b>0,60</b>	-0,14
Co	<b>0,55</b>	-0,13	1	-0,22	-0,17	-0,31
Ag	-0,19	<b>0,54</b>	-0,22	1	<b>0,52</b>	-0,02
Cu	-0,12	<b>0,60</b>	-0,17	<b>0,52</b>	1	0,13
Zn	-0,32	-0,14	-0,31	-0,02	0,13	1

Таблица 4 (Большелабинский -2 участок)

**Коэффициенты корреляции средних содержаний элементов**

	Ti	Mn	Co	Ag	Cu	Zn
Ti	1	0,10	<b>0,70</b>	-0,41	-0,19	-0,17
Mn	0,10	1	-0,18	-0,18	<b>0,60</b>	-0,20
Co	<b>0,70</b>	-0,18	1	-0,42	-0,41	-0,31
Ag	-0,41	-0,18	-0,42	1	0,17	0,16
Cu	-0,19	<b>0,60</b>	-0,41	0,17	1	-0,13
Zn	-0,17	-0,20	-0,31	0,16	-0,13	1

Таблица 5 (Малолабинский участок)

**Коэффициенты корреляции средних содержаний элементов**

	Ti	Mn	Co	Ag	Cu	Zn
Ti	1	0,31	<b>0,73</b>	0,35	-0,12	0,04
Mn	0,31	1	<b>0,70</b>	-0,34	0,38	-0,15
Co	<b>0,73</b>	<b>0,70</b>	1	0,13	-0,15	-0,08
Cu	0,35	-0,34	0,13	1	0,07	<b>0,68</b>
Ag	-0,12	0,38	-0,15	0,07	1	0,02
Zn	0,04	-0,15	-0,08	<b>0,68</b>	0,02	1

Анализ корреляционных таблиц позволяет сделать следующие выводы:

1) На Урупском участке (табл. 2) рудовмещающие породы характеризуются наличием положительной значимой связи только 2-х элементов – титана (Ti) и марганца (Mn):  $K=0,35$ . Связи всех остальных элементов друг с другом незначительные.

2) На Большелабинском участке -1 (табл. 3) мы уже имеем 4 пары элементов с высокими положительными связями: а) титан (Ti) и кобальт (Co) -  $K=0,55$ ; б) марганец (Mn) и серебро (Ag) -  $K=0,54$ ; в) марганец (Mn) и медь (Cu) -  $K=0,60$ ; г) серебро (Ag) и медь (Cu) -  $K=0,52$ .

3) На Большелабинском участке - 2 (табл.4) отмечаются высокие положительные связи в парах элементов: а) титан (Ti) и кобальт (Co) –  $K=0,70$ ; б) медь(Cu) и марганец (Mn) –  $K=0,60$ .

4) Для рудовмещающих пород Малолабинского участка выделены 3 пары элементов, имеющие высокую корреляцию: а) титан (Ti) и кобальт (Co) –  $K=0,73$ ; б) марганец (Mn) и кобальт (Co) –  $K= 0,70$ ; в) медь (Cu) и цинк (Zn) –  $K=0,68$ .

Подводя итог выполненных исследований распределения ведущих элементов-металлов в рудовмещающих вулканогенно-осадочных породах Урупо-Лабинского рудного поля, следует отметить повышенную ко-

бальтоносность пород Большешелабинского-2 участка, а также тот факт, что на трех участках из четырех изученных наблюдается высокая положительная корреляция кобальта и титана (за исключением Урупского участка).

Литература

1. Колчеданные месторождения Большого Кавказа. – М.: Недра, 1973. – 256 с.

УДК 553.435(470.6)

**ТИПОМОРФИЗМ МИКРОТВЕРДОСТИ ПИРИТА  
КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
КАК ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫЙ КРИТЕРИЙ (НА ПРИМЕРЕ  
УРУПСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА)**

*Т.А. Ярцева, И.А. Богуш*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Пирит – самый распространенный минерал, образующийся в анаэробной сфере в различных геологических обстановках. В рудах медноколчеданных месторождений содержание пирита достигает 95-98% общего объема.

В медноколчеданных месторождениях, являющихся продуктами гидротермально-осадочного рудогенеза, в настоящее время выделены следующие генетические разности пирита: осадочный (осадочно-диагенетический), автотетасоматический сплошных руд и околорудных метасоматитов. Для выделенных типов пирита устанавливается отчетливый типоморфизм их микротвердости.

Микротвердость является надежным диагностическим показателем минералов. Микротвердость позволяет оценивать этот показатель как параметрический, то есть выраженный в конкретных показателях мерой и числом. Разброс показателя для минерала пирита очень большой (4,20-20,04 ГПа). В этом ряду, как показали исследования Богуша И.А.[1], каждому генетическому типу пирита соответствует определенный интервал показателя микротвердости. Микротвердость пирита, оцениваемая по типоморфным модальным значениям гистограмм для каждого образца, выявляет генетическую принадлежность пирита и, варьируя в широком диапазоне, позволяет корректно выделять генетические типы пирита. При этом вся шкала значений микротвердости разделена И.А. Богушем на типоморфные интервалы:  $H_0$  – осадочный, со значениями микротвердости 4,2-9,8 ГПа;  $H_1$  – диагенетический: 7,8-10,1 ГПа;  $H_2$  – автобластический:

12,0-15,9 ГПа;  $H_3$  – гидротермально-метасоматический: 12,4-14,5 МПа;  $H_4$  – регионального метаморфизма: 13,8-17,2 ГПа;  $H_5$  – локального метаморфизма: 17,0-21,9 ГПа [1, 2].

В качестве объекта исследований нами было выбрано Урупское медно-колчеданное месторождение – крупнейший промышленный объект Северного Кавказа, эксплуатируемый в настоящее время. Вулканоогенно-осадочные породы (спилиты, кератофиты, туфы), непосредственно вмещающие рудное тело, выделяются как горизонты пород, выполняющие главным образом блюдцеобразную депрессию глубиной до 100 м в центральной части месторождения. Тела сплошных колчеданных руд пластовой формы стратифицированы морфологически и подстилаются пиритизированными метасоматитами. Главное рудное тело сложено сплошными и прожилково-вкрапленными медными и медно-цинковыми колчеданными рудами.

Урупское месторождение является эталонным объектом колчеданных месторождений гидротермально-осадочного генезиса. Это доказано многочисленными работами В.И. Смирнова и Н.С. Скрипченко [3]. Урупские месторождения (Главное, Власенчихенское, Первомайское, Скалистое, Левобережное) изучались геологами ЮРГТУ (НПИ), а именно Скрипченко Н.С., Богушем И.А., Тамбиевым А.С., Щегловым В.И., Рябовым Г.В., Юбко В.М., Заболотным Н.Д., Глуховым Ю.В.

Стратиформное тело сплошных гидротермально-осадочных руд Урупского месторождения со стороны лежащего бока подстилается прожилково-вкрапленными рудами, переходящими в пиритизированные метасоматиты кварц-серицитового состава.

Нами исследовался пирит как сплошных руд, так и околорудных метасоматитов. Замеры микротвердости проводились по известной методике С.И. Лебедевой [4] в десятках образцах. Результаты замеров оценивались статистически и типичные параметрические показатели приведены на сводных гистограммах для гидротермально-осадочных пиритов (рис. 1, 2).

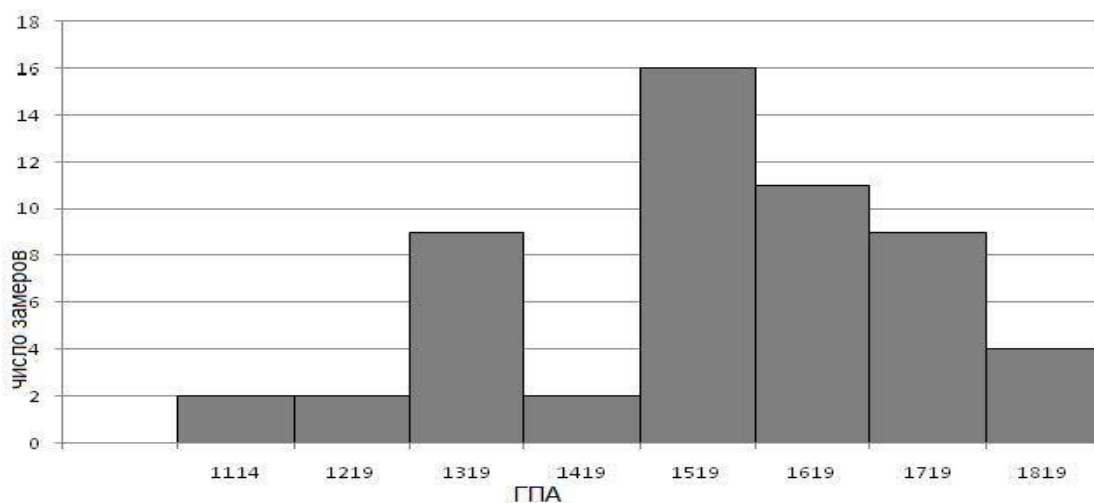
На сводной гистограмме микротвердости пиритов сплошных руд (рис. 2) отчетливо выделяются 3 пика значений, свидетельствующих о генетической сложности этих руд.

Первый пик, с минимальным значением микротвердости 959 ГПа, соответствует осадочно-диагенетическому реликтовому пириту.

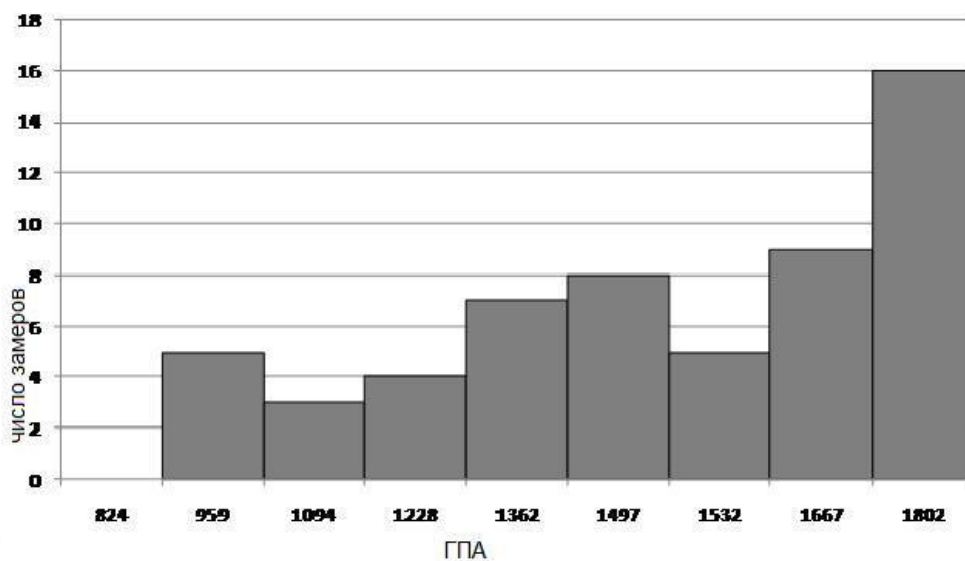
Второй пик (1362-1497 ГПа) коррелирует с метасоматическим пиритом, который образуется при перекристаллизации осадочных пиритов.

Третий массив микротвердости на гистограмме, растянутый от 1497 до 1802 ГПа, отражает содержание метаморфизованного пирита, который образуется в зонах повышенного смятия и рассланцевания руд.

На сводной гистограмме микротвердости пиритов околорудных метасоматитов (рис.1) отражены типоморфные показатели только двух типов пирита.



**Рис. 1. Сводная гистограмма показателей микротвердости пиритов околорудных метасоматитов**



**Рис. 2. Сводная гистограмма показателей микротвердости пиритов сплошных руд**

Четко выраженный пик со средним значением 1319 ГПа соответствует гидротермальному метасоматическому пириту. Массив значений микротвердости от 1519 до 1819 ГПа на гистограмме отражает содержание метаморфизованного метасоматического пирита, переходящего в метаморфогенный.

Исходя из этого, наличие в образцах руд нескольких генетических типов пирита позволяет подчеркивать полигенный характер оруденения с преобладающим участием руд гидротермально-осадочного происхожде-

ния. Именно этот тип оруденения на Кавказе имеют все промышленные месторождения. Метасоматическое оруденение, как самостоятельно выраженная минерализация, не образует крупные рудные скопления. Таким образом, через параметрический показатель микротвердости пирита мы можем устанавливать не только генетический тип оруденения, но и рекомендовать этот показатель в качестве поискового критерия для выделения промышленных типов на общем фоне сульфидной минерализации.

Для Северного Кавказа известно 11 залежей промышленных гидротермально-осадочных руд и более 360 зон сульфитизированных метасоматитов. Примененная методика оценки колчеданного оруденения по микротвердости типоморфного рудного минерала – пирита позволяет провести разбраковку этих многочисленных зон.

#### Литература

1. Богуш И.А. Генетические типы и онтогенез дисульфидов железа колчеданной формации Северного Кавказа. В сб. «Проблемы онтогении минералов» под ред. Д.П. Григорьева. – Л.: Наука, 1985. – С. 67-71.
2. Богуш И.А., Бурцев А.А. Онтогенический атлас морфогенетических микроструктур колчеданных руд. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2004. – 200 с.
3. Колчеданные месторождения Большого Кавказа. – М.: Недра, 1973. – 225 с.
4. Лебедева С.И. Определение микротвердости минералов. – М., 1963. – 113 с.

УДК 550.8

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*А.Е. Воробьев, Е.В. Чекушина*

Российский университет дружбы народов, г. Москва

Подавляющее большинство месторождений радиоактивных металлов локализовано в скальных и полускальных породах прочных и средней прочности и располагается в крупных геологических блоках, объединяемых в геологические провинции.

Блоки представлены вулканогенными, вулкано-осадочными и осадочными образованиями, смятыми в антиклинальные и синклинальные региональные структуры, разбитые тектоническими нарушениями на структуры более мелких порядков с большим количеством относительно выдержанных по простиранию и закономерно расположенных в литосфере разрывных нарушений, сериями опережающих разломов и трещин низких порядков, вплоть до микротрещин и кливажа.

Для месторождений характерны выходы вулканогенных пород в виде интрузий и даек от кислого до основного составов. К зонам тектонических нарушений приурочены малые интрузии и дайки различных форм – от правильных штокообразных до бесформенных образований. Дайки различают по простиранию и мощности, углу падения (от вертикальных до горизонтальных), составу. В большинстве случаев дайки связаны с какой-либо системой тектонических нарушений.

Вмещающими породами двух рудных формаций, различающихся по возрасту и совокупности полезных компонентов, являются как метаморфические, так и осадочные и осадочно-вулканогенные породы. Метаморфическими породами являются, как правило, сланцы (от гнейсов до амфиболитов). Осадочные породы чаще всего представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами, известняками и туфогенными образованиями. Вулканогенные образования представлены гранитами, гранодиоритами, диоритами, сиенитами, габбро и габбробазальтами. Дайки представлены микродиоритами, спессаритами, кузелитами и другими породами.

Месторождения имеют сложную структуру с разрывными, сдвигонадвиговыми и сбросовыми нарушениями. Встречаются отложения подводно-оползневой структуры с зонами мелко-плиточного сланцевания. Такие месторождения выделяют в группу сложно-структурных.

Полезные компоненты от незначительных рудопроявлений до крупных месторождений встречаются как в осадочных, так и в вулканогенных породах. Отложениям каждой рудной формации предшествовали гидротермальные изменения, по химическому составу соответствующие своей рудной формации. Изменения вмещающих пород по ореолу в 5-10 раз превышает зоны концентрации полезных компонентов.

Концентрация полезных компонентов, в основном, приурочена к зонам глубинных тектонических нарушений и оперяющих их нарушений. В зонах тектонических нарушений отмечаются брекчии, мелкообломочные структуры, сланцевания пород, мощность которых достигает десятков и сотен метров как в осадочных, так и в вулканогенных породах.

Коэффициент крепости вмещающих пород изменяется от 3 до 17 по шкале М.М. Протодяконова. Гидротермально измененные породы имеют свою крепость на 10-30 % меньше.

Рудные тела имеют формы крутопадающих правильных и неправильных штокверков, столбов, линз, гнезд и жил, бывают межпластовыми и секущими, крутыми, пологими и горизонтальными. В одних месторождениях границами рудных тел являются швы разломов, в других они располагают-

ся по обеим сторонам шва (как в зольбандах нарушений, так и за их пределами). У некоторых рудных тел четкие контуры, у других – с разными бесформенными апофизами.

Отложения полезного компонента в пределах месторождений состоят из минеральных ассоциаций рудных формаций, которые накладывались одна на другую с предварительной гидротермальной подработкой.

По текстуре руды подразделяются на вкрапленные, прожилково-вкрапленные и прожилковые в осадочных и вулканогенных породах. Оруднение отмечается как в отдалении от вулканогенных пород, так и в непосредственной близости, на контакте и в самих вулканах.

УДК 550.8

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АКВАЛЬНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ГАЗОГИДРАТОВ**

*А.Е. Воробьев, Е.В. Чекушина*

Российский университет дружбы народов, г. Москва

*А. Болатова*

Восточно-Казахстанский государственный технический университет,  
г. Усть-Каменогорск, Казахстан

*Г.Ж. Молдабаева*

Казахский Национальный технический университет, г. Алматы, Казахстан

Необходимо отметить имеющееся в настоящее время резкое возрастание внимания к газогидратной проблематике. В частности, в течение более чем 229 лет исследований газогидратов интерес к ним рос по мере понимания их особой значимости для человечества.

Так, если за период с 1778 по 1934 г. по газогидратам было опубликовано всего 56 работ (причем чисто академического плана), то с 1935 по 1965 гг. опубликовано 144 работы (к тому же в основном промышленного назначения), а с 1965 г. по настоящее время – уже более 7600 работ.

Причем, суммарное количество полученных с 1940 г. авторских свидетельств и патентов на изобретения по гидратной проблематике превысило 500.

Такой всплеск интереса к этим вопросам обусловлен тем, что газогидраты рассматриваются, как наиболее перспективный источник получения энергии в ближайшем будущем.



В настоящее время исследовательские работы по аквальной газогидратной проблематике ведут Россия, Германия, Япония, Нидерланды, Китай, Индия, Норвегия, США и Канада.

*Исследование выполнено по Государственному контракту № П1405 от 03 сентября 2009 г. в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. - мероприятия № 1.2.1 - Проведение научных исследований научными группами под руководством докторов наук по НИР «Разработка эффективных методов поиска, разведки и экологически безопасного освоения месторождений (залежей) газогидратов оз. Байкал, Телецкое (Россия) и оз. Иссык-Куль (Кыргызстан)». Руководитель – д.т.н., проф. А.Е. Воробьев (РУДН).*

В середине XX века советские ученые (А.А. Трофимук, Н.В. Черский, В.Г. Васильев, Ю.Ф. Макогон, Ф.А. Требин), основываясь на теоретических предпосылках и полученных экспериментальных данных, установили ранее неизвестное свойство метана образовывать в определенных термобарических условиях (температура – не более 295°K, давление – свыше 250 атмосфер) переходить в твердое газогидратное состояние и образовывать крупные залежи.

*Гидратация* (греч. "хюдор" – вода) представляет собой обратимый процесс присоединения воды к ионам, атомам или молекулам растворимого вещества. При этом молекулы воды сохраняются как единое целое.

В процессе гидратации ионов участвует множество молекул воды, которые в дальнейшем (благодаря проявлению электростатических сил) окружают ионы со всех сторон гидратной "шубой" (при этом только лишь несколько молекул воды образуют первый, наиболее прочно связанный с центральным ионом, слой).

В результате процессов гидратации большинство природных газов ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , изобутан и т.п.) образуют гидраты или клатраты – кристаллические структуры, в которых газ находится в окружении молекул воды, удерживаемых вместе низкой температурой и высоким давлением.

В ходе проведенных многочисленных лабораторных исследований экспериментально было установлено, что газовые гидраты представляют собой льдо-подобные кристаллические соединения, образованные из молекул воды и природного газа (обладающего низкой молекулярной массой).

Основным структурным элементом гидратов является кристаллическая ячейка из молекул воды, внутри которой размещена молекула газа (рис. 1).

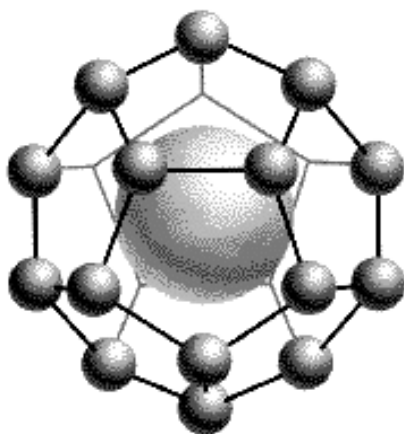


Рис. 1. Упаковка метана в газогидратах

Обычно состав газовых гидратов описывается трехчленными формулами, из которых одна часть представляет собой легкие компоненты природных газов (кислород, сероводород, углекислый газ, метан, инертные газы), вторая – это тяжелые углеводороды, а третья – обычная вода.

Метан является наиболее распространенным газом, образующим природные газовые гидраты. Кроме метана в состав природных газогидратов могут входить и другие углеводородные газы (этан, пропан и бутан), а также такие газы, как  $\text{CO}_2$  и  $\text{SO}_2$ .

Природный газ в каркасе газогидрата удерживается за счет относительно слабого ван-дер-ваальсового взаимодействия. При этом один объем воды связывает в газогидратное состояние примерно 164 объемов гидратообразующего газа

Источниками органического вещества (переходящего затем в метан) для образования газогидратов (рис. 2) являются подземный сток, реки, разломы, живое вещество мирового океана, грязевые вулканы, сипы, газовые факелы, гидротермы, диапироподобные структуры и другие объекты.

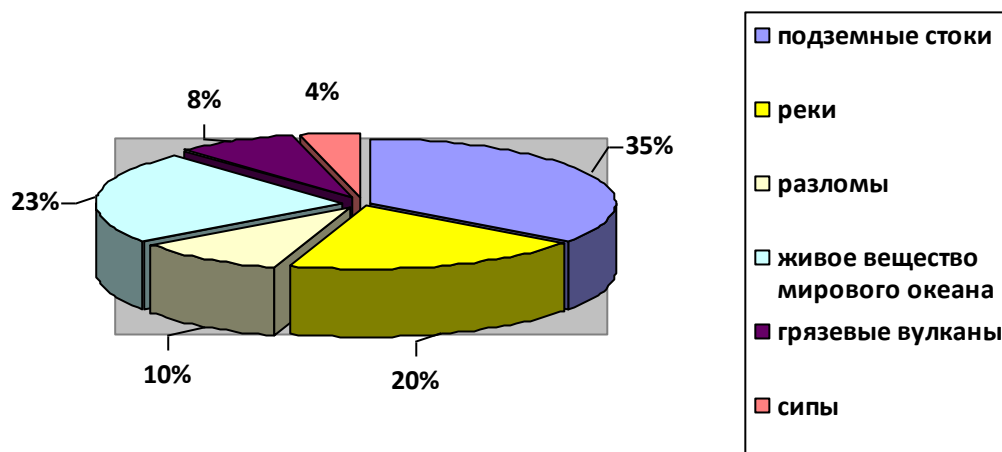


Рис. 2. Источники органического вещества для образования газогидратов

Так, значительная часть природных вод сносится в Мировой океан посредством подземного стока, разгружающегося в основном на прилегающем шельфе. Данный сток поставляет в океан около  $2400 \text{ км}^3$  воды в год. Причем в отдельных районах объем подземных вод превышает значение  $100 \text{ тыс. м}^3$  в сутки на  $1 \text{ км}$  береговой линии.

Установлено, что с подземным стоком в океан ежегодно поступает около  $735 \text{ млн. т}$  гидрокарбонатов ( $\text{НСО}_3$ ) и  $45\text{-}50 \text{ млн. т}$  органического вещества (в растворенной форме), переходящих в дальнейшем в метан, а затем – в газогидраты.

Аквальные залежи газогидратов могут быть связаны и с разгрузкой вод речной сети, также содержащих органическое вещество.

Кроме этого, скопления аквальных залежей газовых гидратов обычно приурочены к зонам «дышащих» разломов или располагаются вблизи подводных грязевых вулканов, поставляющих метан.

Подавляющее количество газовых факелов обычно приурочена к области перехода океанического шельфа к континентальному склону и его перегибу.

УДК 550.8

## **ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛИБЕКМОЛА**

*А.Е. Воробьев, А.С. Каукенова*

Российский университет дружбы народов, г. Москва

Месторождение Алибекмола в административном отношении расположено на территории Мугоджарского района Актюбинской области Республики Казахстан, в  $250\text{-}270 \text{ км}$  к югу от г. Актобе.

Месторождение открыто в 1987 г. скважиной № 5, в которой получены фонтанные притоки нефти до  $40,9 \text{ м}^3/\text{сут}$  на  $7 \text{ мм}$  штуцере и притоки газоконденсатной смеси. Продуктивность связана с карбонатными отложениями каменноугольного возраста, в составе которых выделено 3 пачки: нижняя карбонатная (КТ-II), межкарбонатная (МКТ) и верхняя карбонатная (КТ-I).

Отложения осадочного чехла представлены тремя комплексами пород: подсолевым, солевым и надсолевым.

Подсолевая часть разреза, с которой связана нефтегазоносность месторождения Алибекмола, представлена карбонатно-терригенными отложениями окского надгоризонта верхневизейского подъяруса, серпуховско-

го, башкирского, московского, касимовского, гжельского, ассельского ярусов, залегающих в интервале глубин 1900-4200 м и в ней выделяются две продуктивные пачки: нижняя и верхняя карбонатные толщи.

Стратиграфия представлена терригенно-карбонатными и соленосными отложениями каменноугольного, пермского, триасового, юрского и мелового возраста.

Структура Алибекмола по данным бурения представляет собой по кровле КТ-I брахиантиклинальную складку субмеридионального простирания, с запада ограниченную тектоническим нарушением. По кровле нижней карбонатной толщи (КТ-II) структура представляет приразломную брахиантиклинальную складку, осложненную двумя локальными вершинами: южной и северной. С запада и востока поднятие ограничивается тектоническими нарушениями субмеридионального простирания.

В пределах месторождения закартированы разломы 4-х типов: фронтальные взбросы; тыльные взбросы; сдвиговые нарушения; внутриблочные взбросы и трещины.

Промышленная нефтегазоносность месторождения связана с подсолевыми каменноугольными отложениями, к которым приурочены две продуктивные толщи КТ-I и КТ-II, разделенные 540 метровой межкарбонатной толщей пород, где на отдельных участках также выделены нефтенасыщенные пласты коллектора.

Верхняя карбонатная толща КТ-I, с которой связана газонефтяная залежь, в стратиграфическом отношении приурочена к отложениям верхнеподольско-гжельского возраста и находится в интервале глубин 1739 – 2714 м. Толща сложена известняками, доломитами и известково-доломитовыми разностями карбонатных пород, с прослойками терригенных, преимущественно аргиллитовых пород. Нижняя карбонатная толща КТ-II, содержащая нефтяную залежь, приурочена к отложениям верхневизейско-каширского возраста в интервале глубин 2753 – 3617 м и литологически представлена преимущественно известняками с прослоями зеленовато-серых аргиллитов. Межкарбонатная толща, приуроченная к отложениям верхнемосковского подъяруса, на 50-90% сложена терригенными породами.

Граничные значения емкостно-фильтрационных свойств пород коллекторов КТ-II приняты следующими: пористость – 7,5%, проницаемость –  $0,42 \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$ .

Месторождение расположено в пределах восточного борта Прикаспийского артезианского бассейна. В разрезе месторождения выделяется серия водоносных горизонтов и комплексов, составляющих два гидрогеологических этажа (надсолевой и подсолевой), разделенных региональной соленос-

но-ангидритовой толщей кунгура. Этажи представляют собой самостоятельные водонапорные системы со своим гидродинамическим режимом.

По результатам анализа плотности нефти в поверхностных условиях изменяется от 0,8406 г/см<sup>3</sup> до 0,8413 г/см<sup>3</sup>. Величина плотности дегазированной нефти составила 0,848 г/см<sup>3</sup>. Содержание серы в нефти 1,4-1,43%, связанной воды – 0,3%, хлористых солей – 415,2-654,4 мг/дм<sup>3</sup>, сероводорода - 850-952,8 мг/т.

В 1994 г был выполнен промышленный подсчет запасов. Запасы утверждены Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых (ГКЗ) при Министерстве геологии и охраны недр Республики Казахстан (Протокол №21 от 24.12.1994 г). Подсчет запасов основывался на результатах бурения 26 скважин, из которых 2 параметрические, 2 поисковые и 22 разведочные скважины.

В 2002 г месторождение введено в промышленную эксплуатацию. Разрабатывается только пласт КТ-II южного купола. Накопленная добыча 2731,94 тыс.т. Добыча за 2005 г составила 1210,4 тыс.т. Режим работы залежей упруговодонапорный.

По состоянию на 01.04.2006 года на месторождении пробурена 81 скважина, включая поисково-разведочные и параметрические. В добывающем фонде числятся 38 скважин.

В 2001-2002 г.г. – ОАО «Казахстанкаспийшельф» выполнены полевые сейсморазведочные работы 3Дв объеме 210 кв.км, в результате которых установлено дизъюнктивно-блоковое строение месторождения.

Поисково-разведочное бурение на площади Алибекмола ведется с целью разведки и эксплуатации месторождения нефти. Пробурено 55 эксплуатационных скважин. Планируется пробурить еще 3 разведочные и в дальнейшем эксплуатационные скважины. Главным объектом является выявление перспектив нефтегазоносности каменноугольных отложений, выявленных скважинами №5, №6, №7.

Скважины №1, №2, №3 рекомендованы к заложению с целью сгущения разведочной сети для более полной информации о месторождении.

Проектную скважину №1 планируется заложить южнее от района работ скважины №21 проектной глубиной 3650,0 м, с целью выделения нефтегазонасыщенных коллекторов каменноугольных отложений, для уточнения литологического состава пород. По предварительному анализу планируется провести полный комплекс ГИС в интервале 3311,5-3650,0 м электрическими методами, радиоактивными, кавернометрией и акустическим каротажем. Вторую проектную скважину №2 планируется заложить юго-западнее относительно скважины №24 и юго-восточнее относительно

скважины №21 эксплуатационных скважин глубиной до 3600,0 м. Эта скважина представляет интерес для подсчета запасов и оценки перспективных нефтегазовых залежей. А также для уточнения строения каменноугольных горизонтов и вскрытия подсолевых отложений. После проведения работ эту скважину можно использовать как нагнетательную. Третью проектную скважину №3 планируется заложить южнее от скважины №24 с проектной глубиной до 3600,0 м. Эта скважина представляет интерес в каменноугольных отложениях для оценки перспективных нефтегазовых залежей на данном интервале. Планируется провести полный комплекс ГИС.

Во всех скважинах будет выполнен обязательный комплекс геофизических исследований согласно требованиям технической инструкции. Детальные исследования в интервалах продуктивных отложений в масштабе глубин 1:200 методами: БК, МБК, ГК, ГК-П, ННК, АК, КВ.

Заложив скважины №1, №2 и №3 предполагается уточнить литологический состав пород, проследить тектонические нарушения и литологические неоднородности, содержание нефти и газа в подсолевых отложениях, более детально разведать надсолевые, солевые и подсолевые отложения, оценить перспективы нефтегазовых отложений и оптимального заложения разведочных скважин.

УДК 553.6;

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ЧОГРАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПИЛЬНОГО КАМНЯ**

*А.Г. Химченко, Е.Б. Кафтанатий*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Чограйское месторождение пильного камня расположено в Ики-Бурульском районе Республики Калмыкия в 100 км юго-восточнее г. Элисты.

Породы полезной толщи Чограйского месторождения пильного камня залегают узкой субширотной полосой и относятся к приподнятой части верхнесарматских известняков. Эти известняки представляют собой единое телополосу, соединяющуюся с месторождениями Чолун-Хамур и Зунда-Толпа.

В плане пластообразное тело полезной толщи описывается сильно вытянутой фигурой весьма неправильных очертаний.

Полезное ископаемое – известняки и известняки-ракушечники – слагает монолитное тело. Мощность известняков без учета внутренней

вскрыши (мощности пустых прослоев) колеблется от 2,2 м до 23,0 м по всей площади месторождения. Зоны увеличения мощности толщи известняков вытягиваются в линию субширотного простирания (запад-северо-западного) и образуют как бы ось месторождения, соответствующую желобу лагуны. По обе стороны от этой оси наблюдается некоторое уменьшение мощности.

Полезное ископаемое может быть разделено на разности по прочности. Ярко выраженных закономерных изменений качества известняка по прочности не отмечается ни по простиранию, ни по вертикали. В среднем предел прочности известняка на площади месторождения не превышает  $35 \text{ кг/см}^2$ .

Полезная толща имеет ярко выраженный слоистый характер, причем известняки одного слоя отличаются от другого своим цветом, плотностью и другим физическим данным. Общим является фактически отсутствие трещиноватости пластов полезного ископаемого.

Часть слоев известняка представлена разрушенными породами, т.е. имеющими низкую механическую прочность и практически, не поддающимися транспортированию. Известняк-рыхляк, а так же иногда встречаемые прослой глины, песка, песчаника и пр., т.е. все породы, расположенные в пределах границ месторождения и полезным ископаемым не являющиеся, отнесены к внутренней вскрыше. Каких либо закономерностей в их расположении по вертикали и по простиранию нет.

Вскрышные породы представлены, в основном, супесями - рыхлыми породами с объемным весом соответственно  $1,65 \text{ т/м}^3$ . На основной части месторождения они засорены щебнем известняка, причем засоренность щебнем наблюдается на стыке слоя вскрыши и полезной толщи. Супеси и суглинки не обводнены, склонны к налипанию и смерзанию. Коэффициент разрыхления 1,2.

В состав вскрышного слоя входят так же изредка встречающиеся скальные породы – пропластки песчаника и известняка-рыхляка. Соответственно с объемным весом 2,6 и  $1,8 \text{ т/м}^3$ . Они не обводнены, к налипанию и смерзанию не склонны. Коэффициент разрыхления (первоначальный) песчаника 1,4, известняка-рыхляка 1,35.

Подстилающими полезную толщу породами являются пески, песчаники, расположенные по всей площади месторождения. Кое-где они заменяются линзами глины, которые в дальнейшем переходят в пески.

Чограйское месторождение расположено в северной части Манычского гидрогеологического района, характеризующегося безводностью верхней части геологического разреза, представленного четвертичными и

сарматскими отложениями и наличием напорных водоносных горизонтов неогеновых отложений, залегающих на глубине 100-150 м. Полезная толща расположена выше этих отметок, поэтому не обводнена. Четвертичные отложения вскрыши, представленные средними и легкими суглинками и супесями, так же являются безводными.

Из поверхностных вод на месторождение могут оказывать влияние воды Чограйского водохранилища, расположенного в 5 км к югу от месторождения. Абсолютная отметка максимального уровня воды в Чограйском водохранилище равна 24,8 м. Ввиду того, что подошва полезного ископаемого (абсолютная отметка 54,6-64 м) находится выше уровня воды в водохранилище, обводнения горных выработок и появления верховодок, под влиянием водохранилища не произойдет.

Месторождение расположено в климатических условиях полупустыни с незначительным объемом выпадающих атмосферных осадков. Поэтому затопления дождевыми водами не произойдет.

С целью изучения качества известняка как пильного камня и определения его пригодности для изготовления извести и цемента, а также суглинков для кирпича и подстилающих песков для строительных целей, полезная толща, вскрыша и подстилающие пески были опробованы. Предел прочности при сжатии изменяется от 0 до 332 кг/см<sup>2</sup>, водопоглощение 23,5%.

Выход пильного камня на Чограйском месторождении – 60% (56,5% с учетом прослоев и линзовидных включений).

Известняк по химическому составу относится к III сорту класса "Д". Полученная известь является кальциевой, быстрогасящейся с невысокой температурой гашения. Вредными примесями в цементном сырье являются окись магния, фосфорные соединения и серный ангидрит.

По результатам испытаний ряда проб на производство цемента отмечается спорадическое появление терригенных прослоев, которые будут закономерно изменять состав шихты и кремнистых стяжений, снижающих марку цемента.

Испытания суглинков и глин показали, что они относятся к числу мало пластичных, грубодисперсных, со средним содержанием включений кристаллов гипса и непригодны для производства кирпича.

Лабораторные испытания подстилающих песков показали, что они мелкие и не соответствуют требованиям «Песок для строительных работ». Песчаники были изучены в качестве сырья на бут и оказались непригодными для этих целей.

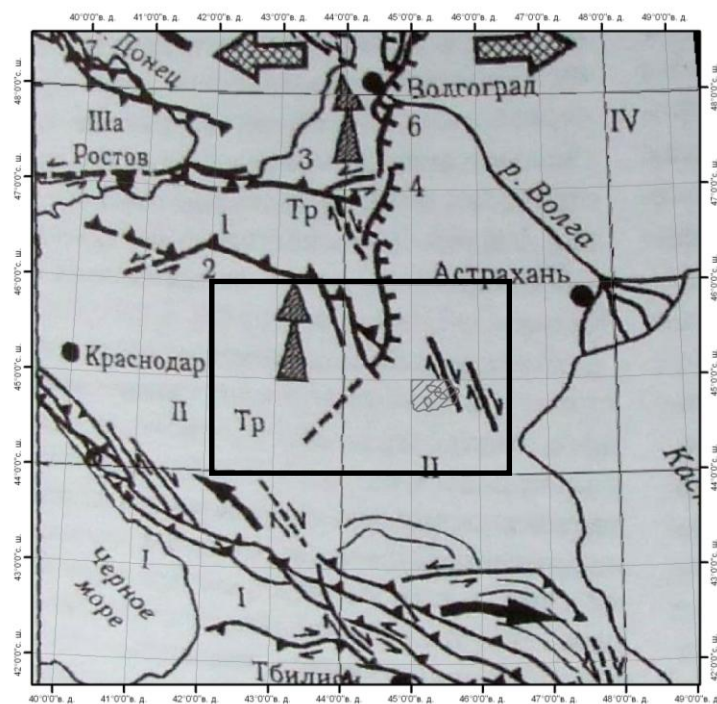


## НОВЕЙШАЯ СТРУКТУРА И ГЕОДИНАМИКА ВОСТОЧНОГО ОБРАМЛЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО ПОДНЯТИЯ (НА ОСНОВЕ ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМОСНИМКОВ)

*Г.С. Январёв*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

По материалам М.Л. Коопа [1], формирование новейшей структуры, находящейся к северу от Кавказа платформенной области (Скифская плита и юго-восток Русской плиты) происходило в связи с перемещением на север Аравийской плиты на рубеже миоцена – плиоцена. Соответственно новейшая структура этого региона формировалась при существенном участии горизонтальных напряжений (рис. 1).



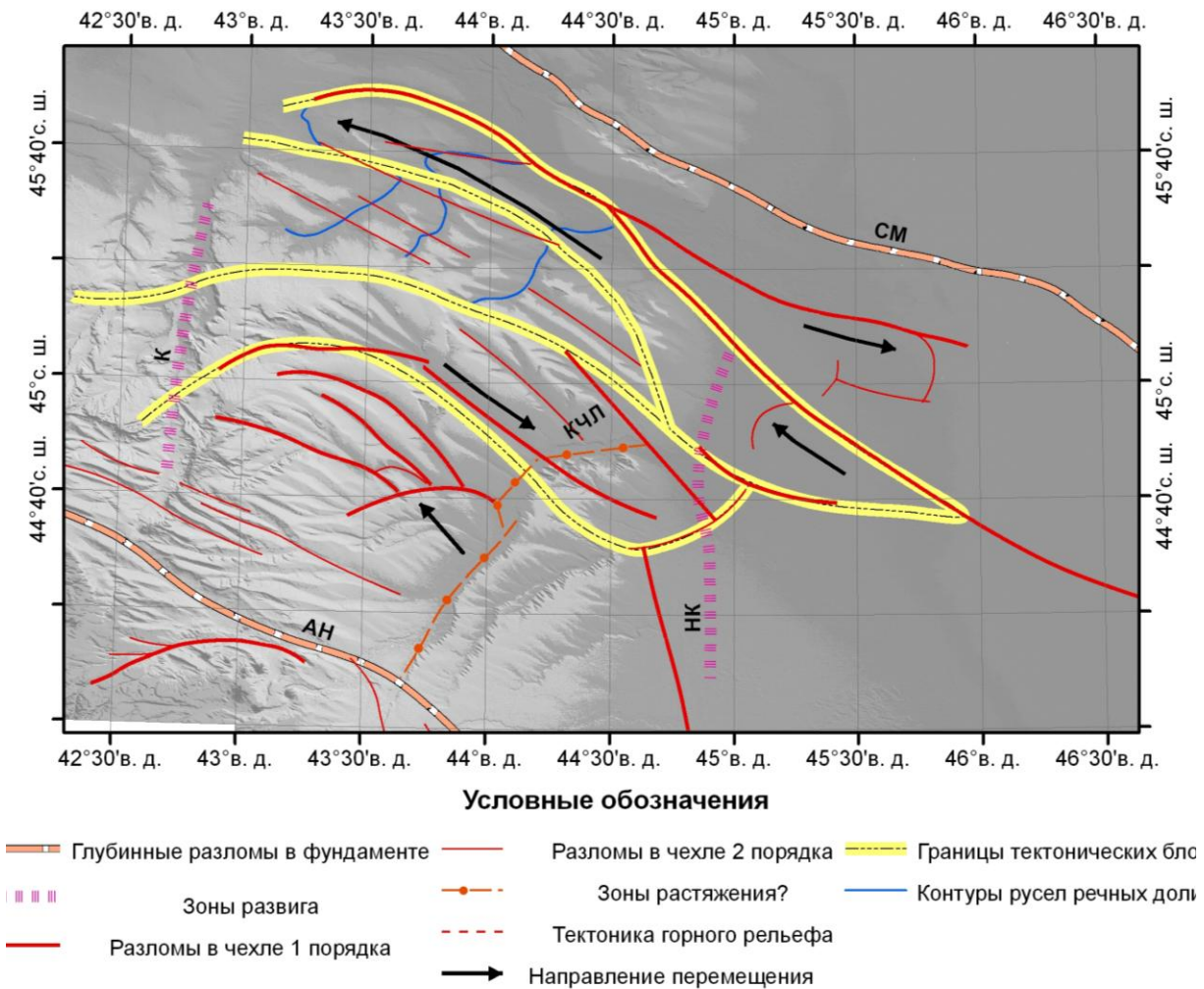
**Рис. 1.**

Большинство крупных внутриплитных разрывов и флексур имеют горизонтальную (взбросовую, сдвиговую) компоненту смещения. Разрывы разной кинематики закономерно ориентированы: взбросы имеют субширотное простирание, сбросы – субмеридиональное, сдвиги – диагональное.

Этот структурный рисунок предполагает следующую геокинематическую интерпретацию: новейшие структуры Восточного Предкавказья являются естественным продолжением кинематических зон северной кромки Аравийской плиты, при этом ставропольский блок испытывает повышенное

сжатие, которое реализуется в поддвиге коры с поворотом против часовой стрелки и встречном надвигообразовании в верхних слоях чехла.

Геодинамическая схема территории Восточного Предкавказья представлена на рис. 2. Схема базируется на опубликованных данных и материалах дешифрирования. В частности выделены линейные структуры разных порядков, которые трактуются как разрывные нарушения, проявленные в фундаменте плиты и отраженные в ее чехле. Структуры фундамента более четко проявляются в композите тепловых каналов. Четвертичное развитие структур более четко проявляется на цифровой модели рельефа.



**Рис. 2. Геодинамическая схема Восточного Предкавказья**

Структуры фундамента, обозначенные на схеме как раздвиги и шовные зоны наследуют структуры раннегерцинского структурного этажа и ограничивают Центрально-Предкавказский и Восточно-Предкавказский блоки Скифской эпигерцинской плиты. Эти же структуры продолжали свое развитие в киммерийском и альпийском тектоническом этапе, разделив Ставропольский свод и Терско-Кумскую впадину.

Армави́ро-Невинномы́сская (АН) межблоковая шовная зона северо-западной ориентировки представляет собой долгоживущий, магматически активный, инверсионный разлом. В герцинском фундаменте по этому разлому опущено северо-восточное крыло и приведены в соприкосновение кристаллосланцы протерозоя Центрально-Кавказского кристаллического массива со слабо метаморфизованными толщами палеозоя Центрально-Предкавказского мегаблока. В структуре осадочного чехла, напротив, поднято северо-восточное крыло.

Заложение и развитие рамочных разломов Манычской системы связано с этапами ранне- и позднеиндосинийского растяжения, когда в пределах Восточно-Манычского «рифта» произошло формирование клиновидного ступенчатого грабена, преобразованного в последствии в систему взбросов южной вергентности. Из возникших разрывных нарушений активность сохранилась за Северо-Манычским разломом (СМ), который как взброс южной вергентности функционирует до настоящего времени.

Современный структурный план Ставропольского сводового поднятия был приобретен в неотектонический этап движений. В пределах свода обозначились субмеридианально ориентированная Калаусская (К) внутриблоковая депрессионная приразломная зона (раздвиг). На восточной границе свода развивается Нефтекумск-Каясулинская (НК) тектоническая зона. Структурный рисунок дешифрируемых линеаментов иллюстрирует четкую соподчиненность разнопорядковых тектонических движений и подтверждает кинематическую схему М.Л. Коппа. Весь структурный рисунок обусловлен движением к северу (поддвигом) Восточно-Ставропольского блока, которое сопровождалось поворотом против часовой стрелки. При этом в кайнозойском чехле блока образовалось несколько чешуеобразных структур, во фронтальной (выпуклой) части которых проявляются зоны сжатия, а в тыловой – растяжения. Зоны растяжения подчеркиваются структурами типа «конский хвост», а в геоморфологическом плане выражаются системой современных водосборов для основных водных потоков. Направление движения чешуй устанавливается по конфигурации ограничивающих их разломов. Известно, что лобовые части всех аллохтонов имеют в плане форму дуги, а смещение их происходит в направлении выпуклой части [2]. Направление движения северной чешуи подчеркивается S-образным рисунком большинства речных русел, что характерно для левого сдвига.

#### Литература

1. Большой Кавказ в альпийскую эпоху / Под. ред. Ю.Г. Леонова. – М.:ГЕОС, 2007. – 368 с.
2. Структурный анализ при палеодинамических реконструкциях. – М.: 1994. – 256 с.

**СИНОНИМИЧЕСКИЕ И АЛЬТЕРНАТИВНО-СИНОНИМИЧЕСКИЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТЬ  
АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ  
РАСПРСТРАНЕННОСТИ РАДИОЛЯРИЙ**

*Ю.В. Азарков*

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

В настоящее время существует большое количество информационных систем и баз данных в области палеонтологии и биологии. Они отличаются как полнотой данных, так и своей направленностью. Глобальные информационные системы ([catalogueoflife.org](http://catalogueoflife.org)) содержащие более одного миллиона таксонов всей биоты существующей на Земле, к сожалению отличаются неполнотой данных в пределах таксонов нижнего ранга. В отдельных проверенных нами родах отсутствует до сорока процентов списочного состава видов, не говоря уж о подвидовых таксонах. Узконаправленные базы более полны, но имеют региональный характер или ограничиваются конкретной группой организмов (классом, отрядом и др.) Кроме того, во всех информационных системах ясли и приводится синонимика таксона, то она дается списком в описании вида, а вся информация о привязана к валидному названию.

При решении задач связанных пространственно-временным распространение таксонов (биоэволюция, палеогеография, экология) приходится использовать источники различных лет, часто охватывающие более полутора веков. За это время систематика и синонимика очень часто менялась, и некоторые виды имеют около двадцати синонимов.

Для решения задачи исключаяющей дублирование видов при расчетах за счет синонимики и потере данных и ли получения недостоверных данных при изменении объема таксонов в разработанных информационных системах использованы не виды, которые являются абстрактными понятиями, а совокупности реальных экземпляров, которые рядом исследователем понимаются как определенный таксон. Комплексы этих таксонов по системе кодировки объединяются в подвиды и виды. При рекурсивном связывании базовой словарной таблицы начинает работать активная синонимика и можно наблюдать все синонимы, относящиеся к данному таксону. Наличие дублирующей кодировки позволяет указывать место экземпляров в альтернативной систематике и синонимики и при анализе данных учитывать все возможные сочетания. Поскольку данные пространственно-временной распространенности привязаны к экземплярам,

изменение в синонимике не приводит к потере информации и для перехода в другую систематику необходимо лишь изменить код принадлежности к валидному виду.

Помимо словарей таксонов насчитывающих более 100 000 названий относящихся к 67 000 валидным таксонам, таблиц систематики и синонимики, информационная система содержит более одиннадцати тысяч источников информации в библиографическом блоке, более двадцати тысяч данных об образцах и точках наблюдений, а общее количество сведений о пространственно-временной распространенности составляет около 500 000.

Полученные данные позволили оценить филогенетические связи радиолярий, рассчитать кривые изменения численности видов в различные геологические периоды времени, по новому оценить биотические кризисы и выяснить их причины. Впервые построить карты распространенности видов по временным срезам и выявить центры дивергенции.

Были построены послонные карты распространения для 28 видов радиолярий относящихся к родам: *Acanthocircus*, *Dicerosaturnalis*, *Dictyomitra*, *Eusyringium*, *Lamptonium*, *Periphaena*, *Podocyrtis*, *Sciadiocapsa*, *Thanarla*.

Наиболее полные данные собраны по пространственно-временной распространенности *Periphaena heliasteriscus* (Clark et Campbell, 1942) Sanfillippo et Riedel, 1973. На основании данных по 121 образцу было составлено 11 послонных карт распространенности в палеогене и неогене, где каждый слой соответствует ярусу. Полученные нами точки распространения данного вида переносились на карты палинспатических реконструкций.

Первая известная находка *Periphaena heliasteriscus* (Clark et Campbell, 1942) Sanfillippo et Riedel, 1973 извлечена из палеоценовых отложений на территории центральной части океана Тетис. Спустя век вид начинает мигрировать на запад в район Атлантики.

В эоценовую эпоху данный вид широко распространен в районе своего зарождения. Миграционные потоки продолжают движения в район Атлантического океана. В данную эпоху вид имеет самую широкую распространенность. Из вод Атлантики по течению вид мигрирует на юго-восток в район южной части Индийского океана.

В олигоценовую эпоху известны находки останков вида в районе Индийского океана.

Последняя встреченная находка вида присутствует в водах Тихого океана, где, вероятно, вид и вымирает.

## ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА ДЮБКОШСКОГО ГРАБЕНА ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ

*А.А. Белозерова*

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Дюбкошский грабен в морфоструктурном плане представляет собой изолированную внутригорную впадину северо-западного направления, выполненную преимущественно терригенными отложениями вендского возраста [1]. В поле развития данных отложений сохранились от размыва очень богатые золотоносные россыпи, из которых добыто более 60 т золота, и месторождения переотложенных кор выветривания (так называемые миллионные ямы – Гавриловская, Николаевская, ручья Пьяного). С северо-восточной стороны Грабен ограничен Дюбкошским разломом, а с юго-западной – массивом гранитов Татаро-Аяхтинского комплекса.

Все известные коренные золоторудные объекты и пункты минерализации располагаются северо-восточнее Дюбкошского разлома и образуют цепочку, вытянутую в северо-западном направлении. Среди них отмечаются такие крупные месторождения как Советское, Александро-Агеевское, Полярная звезда, Эльдorado (на юге) и др. Формация коренных объектов определяется как золото-кварцевая и золото-кварц-сульфидная.

Аллювиальные золотоносные россыпи наиболее широко распространены в пределах Дюбкошского грабена и его обрамления, большинство из них уже отработаны. Наиболее крупные и богатые россыпи располагались в долинах рек Енашимо, Огне, Оллонокон, Дыдан, Дюбкош, Актолик, Вангаш, Огневка.

Для изучения россыпного золота (ручьи Огневка и Пьяный) было сделано шлиховое описание золотин и проведен микрозондовый анализ (установка Camebax micro).

Россыпное золото в изученных шлихах различного размера от 0,1-0,2 до 0,5 и 1,5 мм. Более мелкое золото слабо окатанное, слабопористое, ярко-желтого цвета, отростковидной, комковидной и пластинчатой формы, слабо окатано и характеризуется отсутствием пор (фото №1). По мере увеличения размера зерен увеличивается степень окатанности, повышается пористость, меняется цвет зерен, становится грязно-желтым (Фото№2). Поверхность зерен шероховатая, бугорчато-ямчатая, в ямках отмечаются рыжевато-коричневатые окислы. В отдельных зернах отмечаются вросстки сахаровидного, полупрозрачного кварца.

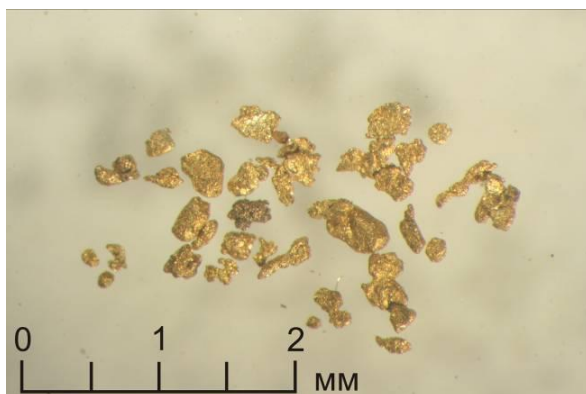


Фото 1

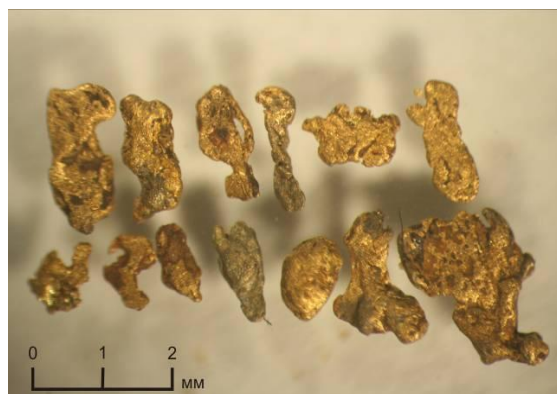


Фото 2

Наличие сростков с кварцем и лимонитом позволяет утверждать о поступлении золота из кварц-золото-сульфидных и, возможно, золото-сульфидных коренных объектов.

Различная степень окатанности, пористости, размера зерен говорит о разном времени поступления золотин в россыпь. Окатанные зерна переносились на большие расстояния. Слабо окатанные и неокатанные зерна дендритовидной формы образовались при полном химическом разложении вмещающих пород и минералов.

Пластинчатая форма зерен и сравнительно плохая окатанность говорит о том, что это золото не переносилось на большие расстояния, а перемещено из ближайших россыпей и кор выветривания.

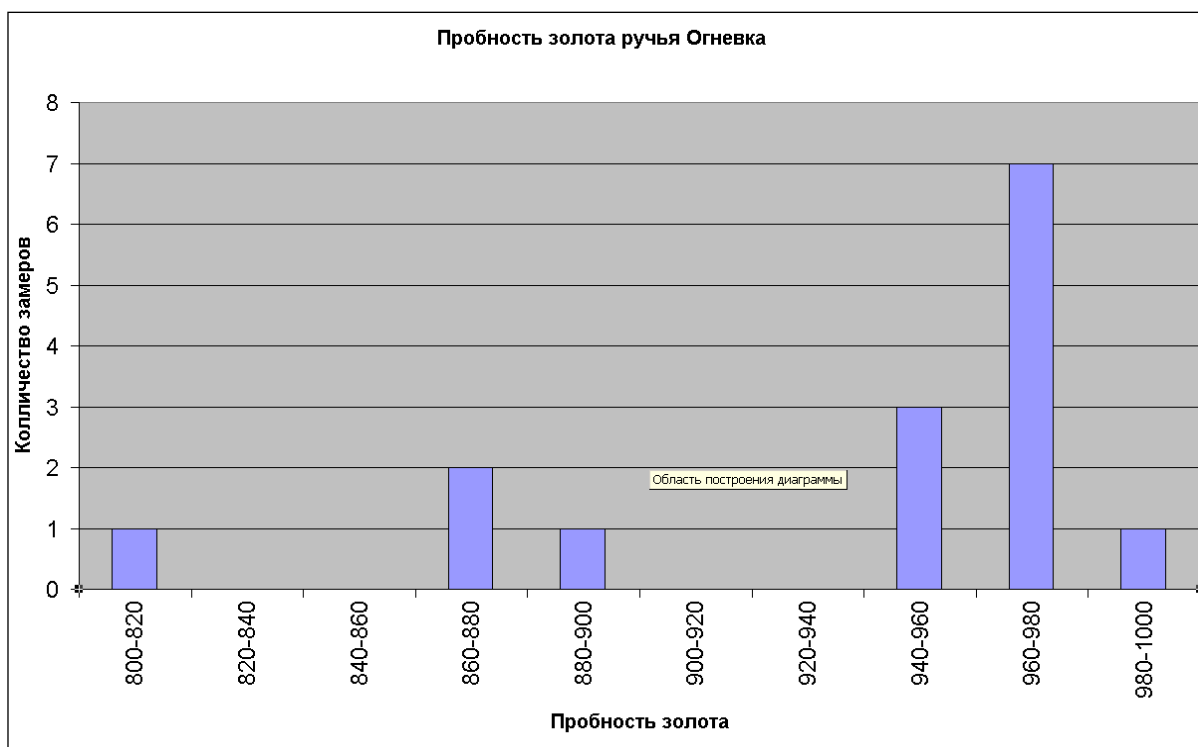


Рис. 1

Микрозондовый анализ золота россыпей показал разброс пробности: от 800 до 993. Наибольшие вариации свойственны россыпи из ручья Огневка (рис. 1). Россыпь ручья Пьяный характеризуется более высокопробным золотом (рис. 2). В золотилах обеих россыпей наблюдается закономерное повышение содержания золота от центра к краям.

Анализ показал присутствие серебра в размере от 2 до 8%. Отмечается так же незначительное количество меди (0,05 – 0,2%) и ртути (0,02%). Показательно, что содержание ртути фиксируется лишь при попадании луча в поры зерен.

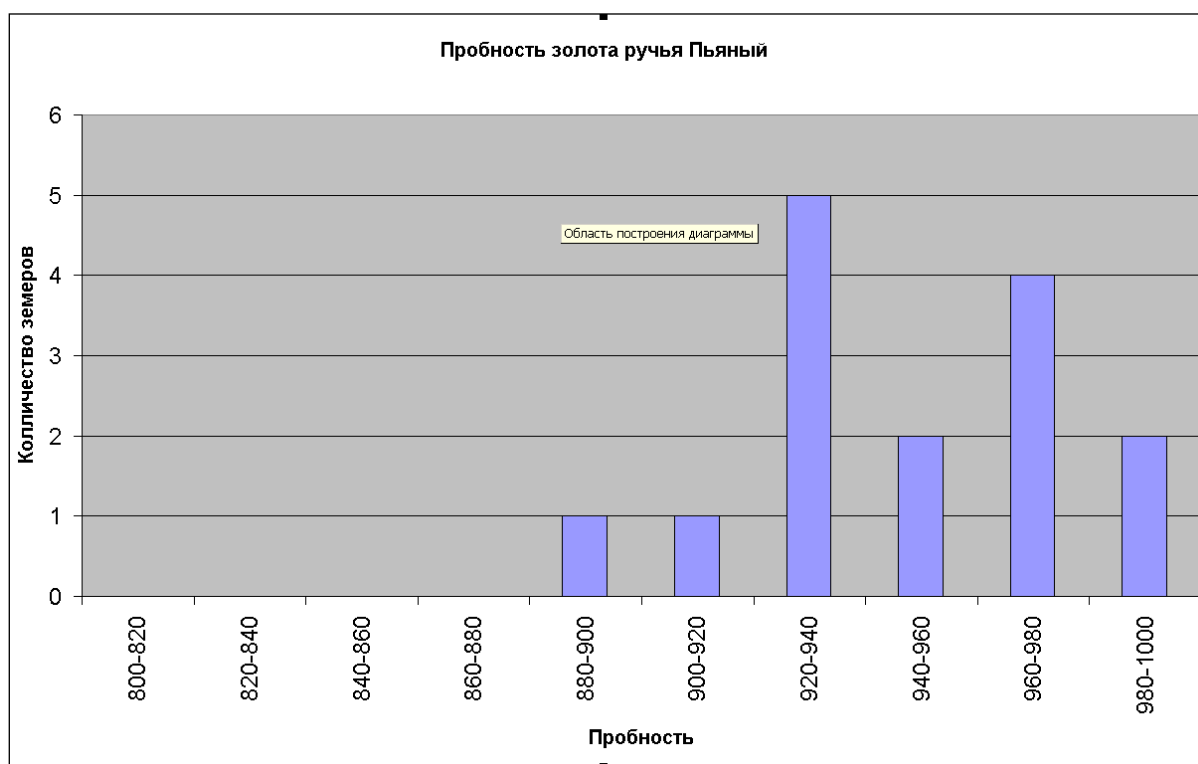


Рис. 2.

На основе анализа имеющихся типоморфных особенностей золота, можно сделать вывод о длительном формировании россыпей при размыве близлежащих древних золотоносных коллекторов, образованных за счет сноса материала водными потоками с северо-восточной части, где расположено большинство коренных золоторудных объектов, и неоднократное переотложение его в грабене. Увеличение пробности золота от центра к краю зерна указывает на длительное пребывание его в экзогенных условиях. Россыпь ручья Огневка имеет более сложное строение, на что указывает большой разброс пробности золота, его различная морфология. Присутствие низкопробного золота может указывать



о дополнительном его поступлении из коренных источников в более позднее время.

#### Литература

1. Бабушкин В.Е. О перспективах выявления месторождений золотоносных конгломератов в пределах Дюбкошского грабена / В кн. Состояние и проблемы геологического изучения недр и развития минерально-сырьевой базы Красноярского края. – Красноярск, 2003. – С. 234-235.

УДК 553.463(470.631)

## **РУДОГЕНЕРИРУЮЩАЯ РОЛЬ ЮРСКИХ ДЕПРЕССИЙ СЕВЕРНОГО КAVKAZA (НА ПРИМЕРЕ СОФИЙСКО-ТЕБЕРДИНСКОГО ГРАБЕНА)**

*А.А. Бутенков*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Зона Главного Кавказского хребта, в пределах которой сосредоточена большая часть выходов доюрских образований, разделена на ряд кулисно расположенных блоков-поднятий (Чугушское, Софийское, Тебердинское, Балкаро-Дигорское, Адайхохское). Эти поднятия разделяются разломами, узкими грабенами, грабен-синклиналями, заполненными нижнеюрскими, местами верхнепалеозойскими породами. К юго-западу от Тебердинского поднятия расположено Софийское. Граница между ними маркируется Архызско-Клычской грабен-синклинальной депрессией (Софийско-Тебердинский грабен). В рельефе она выражена в виде глубоких долин, окруженных горными вершинами и хребтами. Совпадающие с депрессией долины большей частью имеют резко выраженную асимметричную форму – крутой, иногда почти отвесный южный борт и сравнительно пологий северный. Последнее обстоятельство обусловлено геологической структурой юрской депрессии, являющейся обычно также асимметричной [1].

К южному борту грабена примыкает Кти-Тебердинское вольфрамовое месторождение, расположенное в верховьях р. Аксаут. Вмещающими породами для месторождения являются двуслюдяные сланцы и гнейсы докембрийской макерской серии. Рудные тела месторождения представлены шеелит-кварцевыми штокверками, образованными пересечением вертикальных узлов субширотных и субмеридиональных жильно-прожилковых зон с телами амфиболитов (т.н. «ктитебердинский» тип оруденения). Породы макерской серии на данном участке слагают южное крыло Кти-Тебердинской антиклинали, моноклинально падающее на юго-запад. В

ядерной части антиклинали залегает массив позднегерцинских гранитоидов. Структуру месторождения можно определить как ступенчато-блоковую, образованную системой сбросов субширотного и северо-западного простираения. При этом каждый блок опущен относительно смежного северного, и амплитуда смещения по сбросам к югу нарастает. В этом же направлении углы падения пород становятся более крутыми.

Осевая часть грабена в зоне месторождения заполнена метаморфизованными нижнеюрскими отложениями. Метаморфизм отложений неравномерный: на участке, прилегающем к месторождению, он носит характер контактового, а западнее и восточнее по грабену отложения нижней юры превращены в слабометаморфизованные глинистые сланцы. Учитывая ряд обстоятельств – таких, как субпараллельность и вергентность тектонических разломов месторождения по отношению к разломам Софийско-Тебердинского грабена, нарастание амплитуд перемещений блоков кристаллических пород вдоль этих разломов по направлению к грабенной структуре, увеличение углов падения пород в этом направлении, – можно сделать вывод, что данные разломы являются частью системы Софийско-Тебердинского грабена, составляя его северное крыло. Следовательно, Кти-Тебердинское месторождение входит в структуру грабена.

К разломам, осложняющим структуру месторождения, приурочены дайки биотитовых гранит-порфиров и мусковит-альбитовых гранитов. Время вторжения даек определяется как верхнепалеозойское [2]. Таким образом маркируется возраст самих нарушений и, следовательно, время образования ступенчато-блоковой структуры месторождения (доверхнепалеозойское). Но так как эти нарушения являются составной частью грабенной структуры, то можно сказать, что разломы Софийско-Тебердинского грабена существовали уже в верхнем палеозое. Т.е. заложен грабен был в доюрское время, и в позднегерцинскую эпоху складчатости по нему уже происходили депрессионные движения. Кроме того, к юго-западному борту Софийско-Тебердинского грабена приурочено дайкообразное тело огнейсованных гранитов и плагиогранитов белореченского комплекса, возраст которых оценивается как среднепалеозойский [3]. Это позволяет предположить, что заложение грабена произошло уже в среднем палеозое. Юрские отложения маркируют одну из заключительных стадий его жизнедеятельности.

Возраст оруденения оценивается как верхнепалеозойский – 281-275 млн. лет [2], он практически совпадает по времени с заключительными фазами верхнегерцинского гранитообразования (дайки биотитовых гранит-порфиров и мусковит-альбитовых гранитов, пространственно совпадающие

с месторождением). Это позволило говорить о генетической связи вольфрамового оруденения с гранитами [2, 4, 5]. Следовательно, образование оруденения и формирование ступенчато-блоковой структуры месторождения являлись синхронными процессами, составляя часть единого сложного процесса становления Софийско-Тебердинского грабена, являющегося долгоживущей полихронной структурой.

В связи с изложенным выше можно прийти к выводу, что Софийско-Тебердинский грабен имеет рудоконтролирующее значение для Кти-Тебердинского месторождения. Локальный характер вольфрамового оруденения в регионально развитой грабенной структуре обусловлен пересечением субширотных и субмеридиональных трещинных зон (Родзянко Н.Г., Петросьянц Б.А. и др., 1974), послужившим каналом транспортировки рудоносного флюида, отделившегося на заключительной стадии становления гранитоидного массива. Субширотные зоны параллельны системам разломов грабена, а субмеридиональные ориентированы, соответственно, вкрест его простирания. И те, и другие являются опережающими грабена, возникшими в результате как сжимающе-растягивающих (нормальных), так и сдвиговых (тангенциальных) напряжений. Пересечение трещинного столба с пластами амфиболитов, представляющих собой благоприятную для шеелитообразования богатую СаО среду [7], привело к образованию вольфрамового оруденения.

#### Литература

1. Баранов Г.И., Кропачев С.М. Стратиграфия, магматизм и тектоника Большого Кавказа на докембрийском и палеозойском этапах развития // Геология Большого Кавказа. – М.: Недра, 1976. – С. 147.
2. Гурбанов А.Г., Рехарский В.И., Андрианов В.И. и др. О временной связи вольфрамового оруденения с гранитами позднепалеозойской диорит-гранитной формации (Северный Кавказ) // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1992, № 6. – С. 124-131.
3. Срабонян М.Х., Снежко В.А., Доля А.Н., Потапенко Ю.Я. Магматические комплексы Северного Кавказа и проблемы их систематики // Основные проблемы геологического изучения и использования недр Северного Кавказа: материалы VIII Юбилейной конференции по геологии и полезным ископаемым. – Ессентуки, 1995. – С. 43-63.
4. Петросьянц Б.А., Савченко Н.А., Соколов Е.М. Новый тип вольфрамового оруденения на Северном Кавказе // Разведка и охрана недр. 1976. N 5.
5. Пэк А.В., Лукин Л.И. Структура и генезис месторождения Кти-Теберда (Кургашин-Чат) // Тр. института геологических наук, петрографическая серия. Вып. 84, 1947, № 27.
6. Родзянко Н.Г. Вольфрамовое оруденение нового генетического типа // Известия СКНЦ ВШ. – 1975. – № 1.
7. Родзянко Н.Г., Сафаров Ю.А., Соколов Е.М. и др. Изучение критериев корреляции и условий рудоносности амфиболитов Кургашинчатского рудного поля (отчет по научно-исследовательской теме № 1510) // Ростовский университет, кафедра месторождений полезных ископаемых. – Ростов-на-Дону. – 1978.
8. Ткачев М.М. Рудно-магматическая зональность Кти-Тебердинского вольфрамового месторождения // Геология рудных месторождений. – № 2. – 1989. – С. 39-49.

**МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАССИВА  
ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД НА ПРЕДМЕТ ВЫЯВЛЕНИЯ  
ПОРЯДКА НАРУШЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ МЕРГЕЛЯ  
(НА ПРИМЕРЕ НОВОРОССИЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕРГЕЛЯ)**

*М.А. Земляной, Ю.И. Разоренов*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Месторождения нерудных полезных ископаемых представлены изверженными, осадочными и метаморфическими горными породами. Новороссийское III месторождение приурочено к юго-западному крылу Маркотхской (Семигорской) горст–антиклинали, сложенной толщей пород меловой системы верхнего отдела, охватывающей отложения туронкампанского ярусов суммарной мощностью более 1000 метров. На северо-восточном фланге месторождения распространены породы керкетской свиты и нижненатухаевской подсвиты туронского яруса.

Целью работы являлось изучение минералогических особенностей и структурно-текстурных характеристик мергеля Новороссийского месторождения на предмет выявления нарушения целостности агрегата (мергеля) от порядка расположения и величины контактных поверхностей разнородных минералов и примесей в образце.

Эффективность технологических способов разработки нагорного месторождения мергеля в значительной степени зависит от особенности строения и состава, определяющих формы, размеры, концентрацию и распределения в полиминеральном агрегате слагающих его компонентов. Знания таких особенностей приобретают особую актуальность при разработке нагорных месторождений, запасы которого сформированы несколькими разновидностями полиминеральных комплексов, технологические свойства которых отличаются друг от друга в пределах обрабатываемого массива.

Минеральный состав пробы Новороссийского месторождения представлен главным образом кальцитом ( $\text{CaCO}_3$ ), хромитом ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ), гематитом ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), кварцитом ( $\text{SiO}_2$ ), глиноземом ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ).

Общая информация о составе мергеля к сожалению не позволяет делать надежные выводы об их технологических свойствах. Это связано с тем, что эти свойства в большинстве случаев являются структурно-чувствительными. То есть они в значительной мере зависят от характера присутствия тех или иных минералов в полиминеральном агрегате.

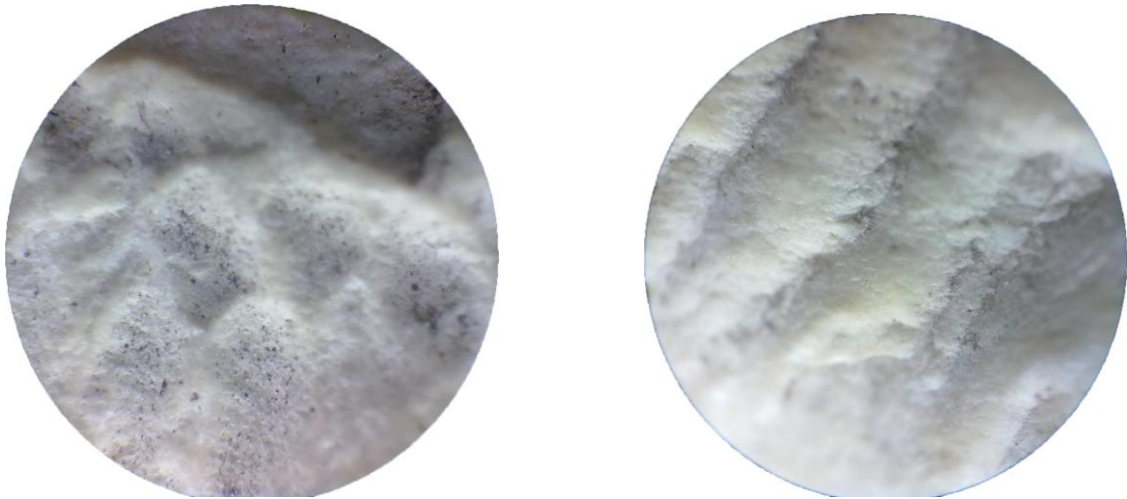
По 3 разрезам толщ, разрабатываемого Новороссийского месторождения минерального сырья (ц/з «Пролетарий») пересекаемых разрезными траншеями, взяты и оценены образцы мергеля, данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1

№№п.п.	Пачки	Средние содержания, в %						Модули	
		п.п.п.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	CaCO <sub>3</sub>	<i>n</i>	<i>p</i>
<u>«Высокие» мергели</u>									
1.	V <sub>1</sub>	35,10	1,33	3,44	13,92	43,72	77,30	2,92	2,59
2.	V <sub>2</sub>	36,30	1,04	2,96	12,11	45,14	79,67	3,03	2,85
3.	V <sub>3</sub>	37,16	0,92	2,75	11,15	46,41	81,53	3,04	2,99
Среднее по «высоким» мергелям нижненатухаевской подсвиты:		36,19	1,10	3,05	12,39	45,09	79,50	3,00	2,81
4.	V <sub>4</sub>	35,92	1,25	3,32	12,84	43,83	77,77	2,81	2,66
5.	V <sub>5</sub>	36,39	1,01	2,77	11,98	45,44	80,12	3,17	2,74
6.	V <sub>6</sub>	35,93	1,17	3,37	12,59	43,88	77,33	2,77	2,88
7.	V <sub>7</sub>	35,38	1,18	3,09	14,11	44,12	78,53	3,30	2,62
8.	V <sub>8</sub>	35,20	1,31	3,58	14,84	42,97	76,18	3,03	2,73
9.	V <sub>9</sub>	36,51	1,14	2,96	12,65	44,85	79,73	3,08	2,60
10.	V <sub>10</sub>	35,08	1,28	3,27	15,47	42,46	75,91	3,40	2,55
Среднее по «высоким» мергелям керкетской свиты:		35,77	1,19	3,19	13,50	43,93	77,94	3,08	2,68
<u>«Низкие» мергели керкетской свиты</u>									
1.	H <sub>1</sub>	34,11	1,63	4,39	16,06	41,59	73,34	2,67	2,69
2.	H <sub>2</sub>	33,08	1,46	3,58	20,81	39,06	70,60	4,13	2,45

Исследование особенностей состава, строения и структурного состояния минерального вещества мергеля осуществлялось с применением комплексного методического подхода, использующего для повышения информативности несколько методов анализа минерального вещества, данные которых позволяют не только подтверждать, но взаимно дополнять друг друга. Комплексность подхода заключается в использовании компьютеризированной оптической микроскопии, флуоресцентного и химического анализа.

Выполненные исследования позволили выявить нарушения целостности агрегата (мергеля) от порядка расположения и величины контактных поверхностей разнородных минералов и примесей в образце. Было установлено, что линия скола в образце полиминерального агрегата совпадает с распределением контактной поверхности различных минералов в мергеле, которые имеют плохую спаянность, раковины, зернистые вкрапления, превышающие 10 % общей площади контакта по срезу рис.1.



**Рис. 1. Распределение контактной поверхности по линии скола в образце мергеля в зависимости от его состава, строения, концентрации и распределения слагающих его компонентов. Ув. 500.**

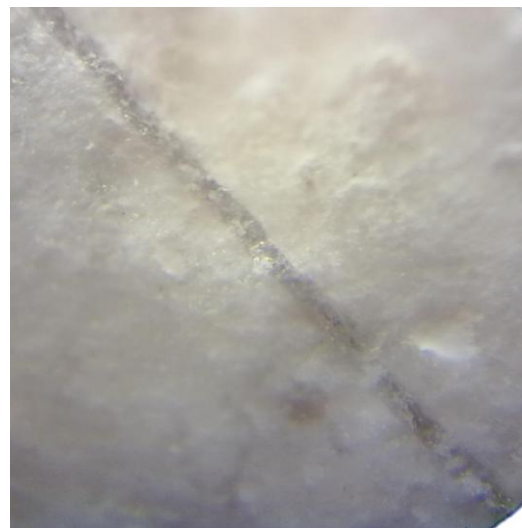
В ходе исследований было установлено, что хромистый железняк встречается в виде самостоятельных зерен октаэдрической формы, сингония кубическая, спаянность отсутствует, образует зернистые массы рис.1.

Мергель содержит бурый железняк (Лимонит). Цвет желтоватый, ржавый. Черта бурая. Встречается в виде шарообразных форм и оолитовых зерен, спаянность отсутствует рис.2 (а).

Кроме того, был обнаружен магнитный железняк (Магнетит). Блеск металлический, цвет желто-черный. Черта черная. Спаянность отсутствует. Образует сплошные и зернистые массы. Сингония кристаллов кубическая рис. 2 (б).



а)



б)

**Рис. 2. Расположение лимонита (а) и магнетита (б) в мергеле. Ув.500.**

Помимо особенностей состава и строения мергеля на эффективность технологических схем добычи, сохранность горнотехнических сооружений оказывает структурное состояние минерального агрегата. Понятие о структурном состоянии горных пород, характеризующем дефектную структуру и систему остаточных напряжений было введено в работах Г.Я. Новика, М.Г. Зильбершмидта [4]. Для количественной оценки параметров, характеризующих структурное состояние минерального агрегата мергеля, использовался метод оптической микроскопии.

Была выполнена количественная оценка параметров структурного состояния мергеля. В ней использовались следующие параметры: размер блока зернистого вкрапления минерала; плотность дислокации на границе блока вкрапления; плотность дислокации внутри блока вкрапления; значение напряжений на границе блока вкраплений; значение напряжений внутри блока вкраплений; величина средних структурных напряжений в мергеле.

Результаты показали, что параметры структурного состояния мергеля несколько отличаются в зависимости от того, какое количество того или иного сопутствующего минерала находится в агрегате мергеля, а также порядок их распределения в мергеле. В частности небольшая величина размера блоков вкрапления зерен кварца в мергеле свидетельствует о высокой величине в них остаточных структурных напряжений, что может повлиять на структурную целостность всего агрегата.

Таким образом, Новороссийское месторождение мергеля характеризуется значительной изменчивостью минерального состава, строения и структурного состояния.

Следует заметить, что при включении в мергель кварца, гематита, хромистого железняка происходит изменение физико-технических свойств мергеля. Это обстоятельство целесообразно учитывать при вовлечении в добычу запасов с различным содержанием карбонатов и обосновании технологических схем добычи мергеля.

#### Литература

1. Земляной М.А., Разоренов Ю.И. Методика выбора направления развития горных работ в плане и в углубке (на примере Новороссийского месторождения мергелей) // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – № 6. – С. 411-416.
2. Земляной М.А. Методика определения области безопасного и эффективного вскрытия запасов нагорного месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – № 6. – С. 39-43.
3. Велесович И.В., Винников В.А., Зильбершмидт М.Г., Терещенко Е.И. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 10. – С. 79-86.

4. Нивик Г.Я., Зильбершмидт М.Г. Управление свойствами пород в процессах горного производства. – М.: УРСС, 2010. – 224 с.
5. Рыльникова М.В., Горбатова Е.А. Минераграфический анализ хвостов обогащения медно-колчеданных руд Юбилейного месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 10. – С. 269-275.
6. Горбатова Е.А. Минералогические особенности медно-цинковых руд Майского месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 10. – С. 242-246.
7. Земляной М.А., Разоренов Ю.И., Денисов А.В. Обоснование литолого-геомеханической модели условий крепления горизонтальных сооружений (штолен) // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 10. – С. 52-55.

УДК 548.0: 550.812.1

**МОРФОЛОГИЯ И КРИСТАЛЛОАТОМИЯ ПИРИТА,  
КАК ИНДИКАТОР ОНТОГЕНЕЗА КОЛЧЕДАННОГО  
ОРУДЕНЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ИСЕМБАЙСКОГО  
РУДОПРОЯВЛЕНИЯ, ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

*А.Б. Кафтанатий*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Рудопроявление Исембайское, расположенное на Южном Урале в пределах Аул-Кумакской площади и приурочено к западному борту Исембайской кальдееры. Рудовмещающей является продуктивная андезитовая пачка Кутебайской толщи, сложена лавами, туфами андезитодацитов с прослоями основных пород. Линзовидное тело сплошных медноколчеданных руд имеет наклонное залегание в интенсивно гидротермально-метасоматически измененных породах. Генетическая принадлежность оруденения была определена Богушем И.А., как полигенная гидротермально-осадочная.

Кристалломорфологические исследования были сконцентрированы на основных рудных сечениях в 62 монофракциях пирита по авторской методике [1]. Габитусное значение для комбинационных форм имеют грани  $\{100\}$  – куб (гексаэдр), значительно реже совместно  $\{210\}$ ,  $\{310\}$  – пентагондодекаэдры, и  $\{111\}$  – октаэдр. Грани  $\{321\}$  – дидодекаэдра и  $\{311\}$  – тетрагонтриоктаэдра имеют резко подчиненное значение и отмечаются в единичных пробах. В пробах производился также учет частоты встречаемости эвгедральных индивидов пирита, характеризуемой показателем степени кристалличности  $Kp$ .

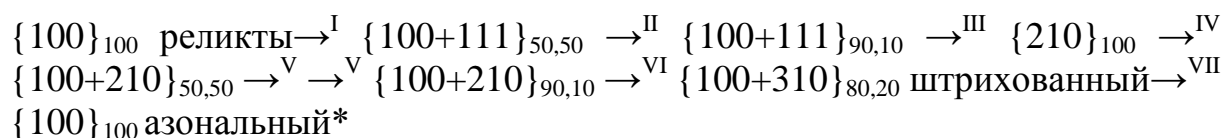


Пирит Исембайского рудопоявления характеризуются резкой дифференциацией по степени кристалличности типоморфному спектру простых форм на две группы. Первую группу образуют сплошные колчеданных руд с тонкозернистыми поликристаллическими срастаниями и редкими идиобластами пирита кубического габитуса. Показатель  $Kp$  имеет значения первых процентов. В редких пробах в приконтактовых с околорудными метасоматитами участках значения показателя  $Kp$  достигают 10-15%, наиболее проявляясь в интервалах аномально-термальных зонах гидротермально-метаморфогенной проработки. В этих рудных интервалах кристаллы пирита ассоциируют с хрусталевидным кварцем и характеризуются присутствием исключительно граней  $\{100\}$  с зеркальной или неровной кавернозной поверхностью. Признаки развития других форм проявляются во внешней огранке кристаллов пирита в виде комбинационной штриховке роста, образованной редуцированными микрогранями  $\{310\}$ ,  $\{210\}$ ,  $\{321\}$ ,  $\{111\}$ . Такие грани характеризуют гидротермально-осадочную первооснову автобластического пирита в метаморфизованных колчеданных рудах. Азональная кайма, в основном, образуется за счет собирательной перекристаллизации тонкозернистых седиментогенно-диагенетических разностей. Как исключение, обнаруживаются кристаллы автобластического пирита, "законсервированные" в кварцевом базисе в зонах гидротермальной проработки. В большинстве других случаев на рудопоявлении этот процесс сопровождается не окварцеванием, а агрегацией халькопирита в межзерновых интерстициях. Такой халькопирит не препятствует росту азональной кубической оболочки метаморфогенного пирита. Высокая степень метаморфогенного перерождения пирита подтверждается его сугубо электронной термоэлектрической проводимостью. Как результат метаморфогенной перекристаллизации в монофракциях пирита довольно высока доля поликристаллических агрегатных срастаний, обнаруживающих высокую отражательную способность и полигональность субиндивидов. В аншлифах морфологически они обнаруживают сходство с диагенетическими разностями пирита.

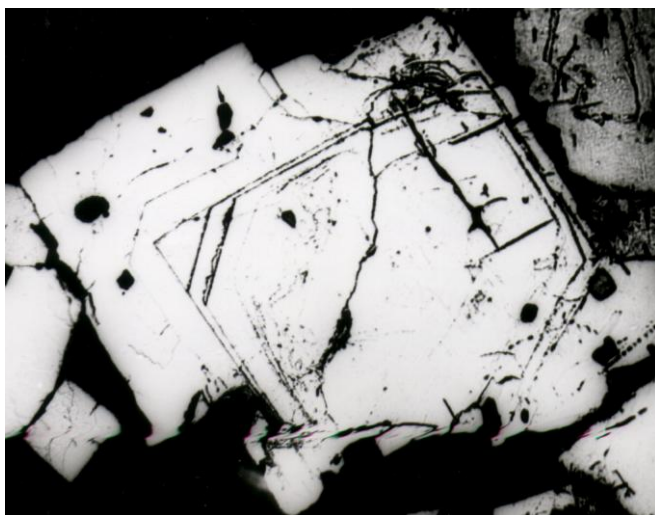
От пирита сплошных руд резко отличается пирит интервалов прожилково-вкрапленной сульфидизации более высоким значением показателя  $Kp$ , в среднем 70%, и большим кристалломорфологическим разнообразием. В пробах содержится пирит кубического и кубо-пентагондодекаэдрического габитусов с участием граней  $\{100\}$ ,  $\{210\}$ ,  $\{310\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{321\}$ . Микро-рельеф граней куба отличается также тем, что помимо зеркального проявляются параллельно-ступенчатый, многоугольный типы, обусловленные ступенчатым комбинированием микрограней.

Для метаморфогенного пирита локальных дислокационных зон свойственны деформированные, кристаллографически ориентированные согласно расщеплению кубические идиобласты пирита с неровной корродированной поверхностью. Наложенный регрессивный характер тектонической зоны, срезающей сплошное оруденение, подтверждается данными термобарометрии и нахождением в пробах таких низкотемпературных минералов как киноварь, аурипигмент и реальгар.

Структурное травление  $HNO_3$  и кристаллоанатомические исследования в аншлифах выявляет в рисунке зональности габитусные формы, отличные от  $\{100\}$ , однозначно интерпретируемые, как  $\{111\}$ ,  $\{210\}$ ,  $\{310\}$  (рис. 1). Линейные соотношения величин граней в плоскости аншлифа показывают, что по степени развития грани на разных этапах эволюции индивидов меняли габитусное значение. На последнем этапе, что характерно для всех метаморфизованных объектов произошла консервация азональной метаморфогенной оболочкой, имеющей во всех случаях кубический габитус. Эволюция гидротермальной системы прослеживается в направленной смене габитусных форм:



*\*Нижние индексы показывают процентные соотношения развития соответствующих простых форм (индексы в скобках) комбинационных кристаллов. Последовательность габитусных переходов указана цифрой над стрелкой.*



**Рис. 1.** Зональность роста отражает смену габитусного значения форм, протравлено  $HNO_3$  Увеличен.  $200\times$ .

В ядерной части зональных идиобласт обнаруживаются тонкозернистые, легко протравливаемые реликтовые образования. Они обрастают зональной каймой автобластического пирита, имеющего кубический, октаэдр-

рический, пентагон-додекаэдрический габитус. Такой футлярообразный индивид характеризует автобластическое преобразование дисульфидов железа при формировании полигенного колчеданного оруденения. Регрессивный этап в эволюции гидротермальной системы отражает ряд смен комбинационных форм от  $\{111\}$ ,  $\{210\}$  к формам кубического габитуса и подчеркивается ступенчатостью микрорельефа запечатанных граней в виде зубцов, на линиях рисунка зональности роста. Наличие подобной штриховки на, так называемых, формах "вырождения" обусловлено резкими изменениями пресыщения рудоносных растворов. Зачастую наблюдается образование блочности и коррозии индивидов. Завершает онтогенез индивидов образование азональной каймы с образованием кубических идиобласт с зеркальной поверхностью граней, что отражает медленный рост метаморфогенного пирита в стабильной физико-химической обстановке. В единичных случаях в анатомии кристаллов пирита наблюдалось повторное развитие граней октаэдра и пентагондодекаэдра.

Изучение морфологических особенностей пирита Исембайского рудопроявления позволило сделать следующие выводы:

— подтверждается полигенная гидротермально-осадочная природа сплошных колчеданных руд, что значительно повышает положительную оценку перспективности объекта;

— пиритизация секущей тектонической зоны соответствует гидротермально-метаморфогенным образованиям, является наложенным эпигенетическим продуктом и не может стратифицироваться со сплошными колчеданным рудам и или являться аналогом подрудных сингенетических корневых систем. Резкие изменения значений характеристик в приконтактовых с вмещающими породами участках разреза указывают на тектонический характер границ сплошного оруденения. Это позволяет предположить наличие в других структурных блоках отдельных фрагментов дислоцированной рудной залежи онтогенетической;

— кристаллоанатомия пирита выявляет вектор эволюционного процесса, без многократного изменения габитусного значения граней  $\{100\}$ ,  $\{210\}$ ,  $\{111\}$ , характерного для крупных полихронных месторождений. Однако динамика смен габитусных форм имеет ту же направленность, что и эволюционный морфологический ряд пирита, выявленный на эталонном неметаморфизованном месторождении [1] и на ряде других полигенных колчеданных объектов Южного Урала и Северного Кавказа.

#### Литература

1. Богуш И.А., Кафтанатий А.Б., Черненко М.Ю. Кристалломорфологический анализ пиритов руд Комсомольского медноколчеданного месторождения // Записки Всесоюз. Минерал. общ-ва. – 1991. – вып. 4. – С. 43-49.

УДК 553.982.2

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ НЕФТЕНАСЫЩЕННЫХ ТОЛЩИН НА ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНОМ ЭТАПЕ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ**

*О.А. Мелкишев, С.Н. Кривощек*

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

На поисково-оценочном этапе геолого-разведочных работ (ГРП) ресурсы локальных поднятий оцениваются объемным методом. Поскольку на данном этапе геологоразведки отсутствует достоверная информация по конкретному объекту, все подсчетные параметры, кроме площади нефтеносности, берутся по месторождению аналогу. В условиях геологической неопределенности данный подход, несомненно, допускает значительные ошибки при оценке ресурсов, поскольку он не учитывает геологические особенности конкретного объекта оценивания.

Прогноз подсчетных параметров является важным этапом при проведении ГРП, правильное и достоверное определение которых позволяет более точно представлять структуру прогнозных ресурсов, выбрать приоритетные направления и снизить риски при разбуривании перспективных структур.

В работе предлагается методика экспресс-оценки ресурсов перспективных поднятий, базирующаяся на анализе взаимосвязи подсчетных параметров (в частности эффективной нефтенасыщенной толщины) со структурными характеристиками локальных объектов по отражающим горизонтам осадочного чехла.

Высокая степень геологической изученности большей части территории Пермского края позволяет разработать методики, базирующиеся на обширном количестве данных, что увеличивает адекватность полученных моделей прогноза. К рассмотрению предлагается территория Башкирского свода (БС), расположенная на юго-востоке Пермского края, т.к. она является наиболее привлекательной с точки зрения проведения ГРП и является достаточно хорошо изученной (открыты 56 месторождений и включает 47 выявленных, 20 подготовленных и 11 находящихся в бурении структур). Объектом исследования является верхнедевонско-турнейский карбонатный НГК (пласты Т, Т1, Т1+Т2), где залежи УВ связаны с сложно построенными и сильно неоднородными рифовым постройкам.

Используя пошаговую множественную регрессию (которая учитывает совокупное влияние множества независимых факторов на зависимую переменную), по данным 19 месторождений, включающих 40 поднятий, расположенных в бортовой и внешней прибортовой зоне Камско-Кинельской системы прогибов (ККСП) БС, для верхнедевонско-турнейского НГК (пласты Т, Т1, Т2, Т1+Т2), строились модели прогноза эффективной нефтенасыщенной толщины ( $h_{эф\ нн}$ ).

Исходная выборка включает в себя структурно-морфологические параметры залежей: Свод\_П<sup>к</sup> и Свод\_П<sup>п</sup> – отметки свода структур по ОГ отождествляемым с кровлей визейских терригенных и турнейских карбонатных отложений нижнекаменноугольной системы соответственно; Замк\_П<sup>к</sup>, Замк\_П<sup>п</sup> – отметки последней замкнутой изогипсы по соответствующим ОГ (м); А – амплитуды (м), S – площади (км<sup>2</sup>), I – интенсивности ( $I = A/S$ ) структур по соответствующим ОГ.

Методом пошагового регрессионного анализа по всем рассмотренным нефтеносным структурам получена следующая модель прогноза  $h_{эф\ нн}$  для турнейских отложений Башкирского свода:

$h_{эф\ нн} = 12,873 + 0,169 A_{П^п} + 0,009 \text{Замк}_{П^п} - 0,156 S_{П^к}$  при  $R=0,84$ .

Стандартная ошибка вычислений составляет 1,36 метра. На первом этапе при включении в модель  $A_{П^п}$  величина  $R=0,79$ , при включении параметра  $\text{Замк}_{П^п}$  -  $R=0,82$ ,  $S_{П^к}$  -  $R=0,84$ , Поле корреляции фактических и прогнозных значений приведено на рис. 1.

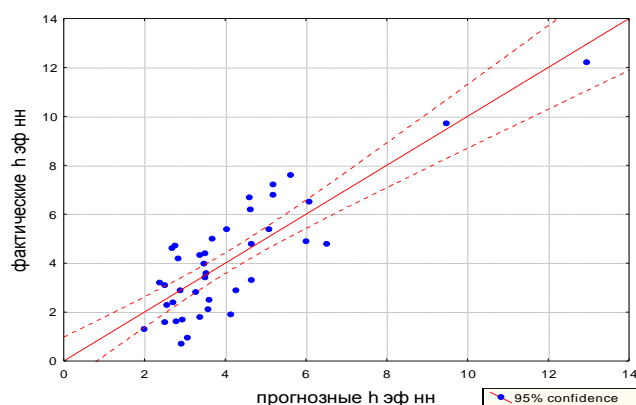
Так как бортовая и внешняя прибортовая зоны существенно отличаются своими условиями осадконакопления дальнейшие модели строились отдельно для каждой зоны.

Для **бортовой зоны** ККСП получено уравнение:

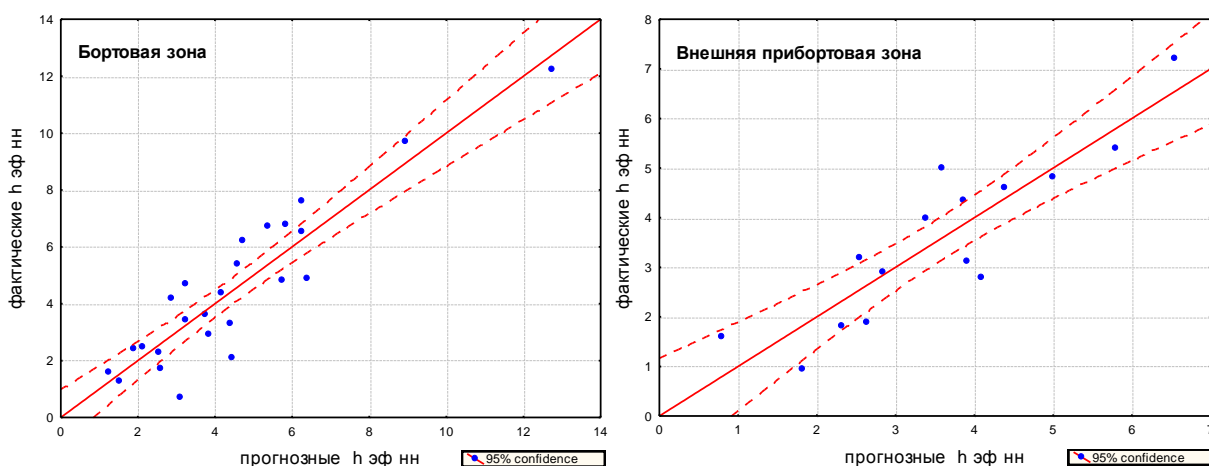
$$h_{эф\ нн} = 37,953 + 0,114 A_{П^п} + 0,029 \text{Свод}_{П^п} - 0,259 S_{П^к}$$

при  $R=0,90$ .

Стандартная ошибка вычислений составляет 1,23 метра. На первом этапе при включении в модель параметра  $A_{П^п}$  величина  $R=0,83$ ,  $\text{Свод}_{П^п}$  –  $R=0,86$ ,  $S_{П^к}$  –  $R=0,90$ . Поле корреляции фактических и прогнозных значений приведено на рис. 2.



**Рис. 1. Поле корреляции прогнозных и фактических  $h_{эф\ нн}$ .**



**Рис. 2. Поле корреляции между прогнозными и фактическими  $h_{эфнн}$  для бортовой и внешней прибортовой зоны ККСП.**

Для **внешней прибортовой** зоны ККСП:

$$h_{эфнн} = -17,012 + 0,246 A_{II}^{II} + 0,228 h_{II-III}^{II} + 0,009 h_{II-III}^{II} - 0,378 I_{II}^{II} - 0,767 S_{II}^{II} \text{ при } R=0,89.$$

Стандартная ошибка вычислений составляет 0,95 метра. На первом этапе при включении в модель параметра  $A_{II}^{II}$  величина  $R=0,62$ ,  $h_{II-III}^{II}$  -  $R=0,73$ ,  $h_{II-III}^{II}$  -  $R=0,76$ ,  $I_{II}^{II}$  -  $R=0,80$ ,  $S_{II}^{II}$  -  $R=0,89$ . Поле корреляции фактических и прогнозных значений приведено на рис. 2.

Во все модели прогнозных нефтенасыщенных толщин входит параметр  $A_{II}^{II}$  который в основном контролирует распределение толщин, т.к. с возрастанием амплитуды увеличивается вскрываемая часть очень мощных турнейских пластов рифогенных массивов.

Таким образом, применение пошагового регрессионного анализа позволяет получать прогнозные значения эффективной нефтенасыщенной толщины по сейсморазведочным данным для турнейских отложений бортовой и внешней прибортовой зоны Камско-Кинельской системы прогибов Башкирского свода с целью выбора приоритетных структур при проведении ГРП и оперативной оценки прогнозных ресурсов.

УДК 622.276:628.3

## **ОЦЕНКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ПО ДАННЫМ ГАММА-КАРОТАЖА В ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИНАХ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД МУРАВЛЕНКОВСКОГО ГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*В.И. Михайлов\*, А.В. Луковская\*\*, О.В. Грецева\*\*, Н.А. Новикова\**

\*Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск,

\*\* ООО НПП «ЯмалЭГЭМП», г. Салехард

Для оценки коллекторских свойств пластов на территории нефтегазодобывающих участков ЯНАО и ХМАО успешно применяется корреляционный анализ каротажных диаграмм потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС).

На основе сопоставления обширного материала геофизических исследований с результатами лабораторных исследований, а также гидродинамических исследований в скважинах, выполненного НИИГиГ (Ставицкий Б.П. и др., 2002 г), НПП «ГИДЭК» (Г.Е.Ершов, 2002 г., С.С.Палкин, 2003 г), получены эмпирические зависимости:

- для расчета пористости:  $K_p = 27,8 \cdot \alpha_{пс} + 6,76$ ;

- для расчета коэффициента проницаемости:  $\ln K_{пр} = 12,397 \cdot \alpha_{пс} - 5,176$ ,

где  $\alpha_{пс}$  – относительное изменение измеренного значения самопроизвольной поляризации по сравнению со значением в опорных пластах (относительная аномалия):

$$\alpha_{пс} = \Delta U_{пс} / \Delta U_{пс, max}$$

где  $\Delta U_{пс}$ ,  $\Delta U_{пс, max}$  – отклонения амплитуды ПС от «линии глин» в изучаемом и опорном пластах.

Анализ диаграмм ПС и расчет значений относительной аномалии  $\alpha_{пс}$  по скважинам водозабора минерализованных вод на Муравленковском месторождении выполнен ЗапСИБНИИ «Геологии и Геофизики» (г.Тюмень).

Для расчета относительной аномалии  $\alpha_{пс}$  применялась методика 2-х опорных пластов. На уровне максимальных показаний на диаграмме ПС, соответствующих глинам, проводилась «опорная линия глин»; по минимальным показаниям на диаграмме ПС проводилась «линия песчаников», соответствующая «чистому», слабоглинистому водоносному пласту, и рассчитывалась  $\Delta U_{пс, max}$ . Затем в каждом изучаемом интервале от «линии глин» отсчитывалась величина наблюдаемой аномалии  $\Delta U_{пс}$  и рассчитывалась относительная аномалия  $\alpha_{пс}$  [1].

Литологическое расчленение разреза и расчет  $\alpha_{пс}$  выполнен в программном пакете «GeoPoisk» [2, 3].

Для расчета коэффициентов пористости  $K_p$  и проницаемости  $K_{пр}$  пород сеноманского яруса по водозаборным скважинам № 15, 29, 30 [4] в интервалах, где не проводились исследования ПС, выполнен корреляционный анализ зависимости данных гамма-каротажа GR и значений  $K_p$  и  $K_{пр}$ , рассчитанных по вышеуказанным эмпирическим формулам для интервалов с параллельными определениями GR и ГК.

Выбор типа корреляционных зависимостей  $K_p$ ,  $K_{пр} = f(GR)$ , осуществлялся по наиболее высокому значению коэффициента парной корреляции.

В данном случае наиболее тесная связь значений коэффициентов пористости и проницаемости с данными гамма-каротажа в пределах апт-альбсеноманского ВК в пределах  $GR = 3-8$  мкр/час описывается полиномиальной зависимостью (рис. 1 а, б).

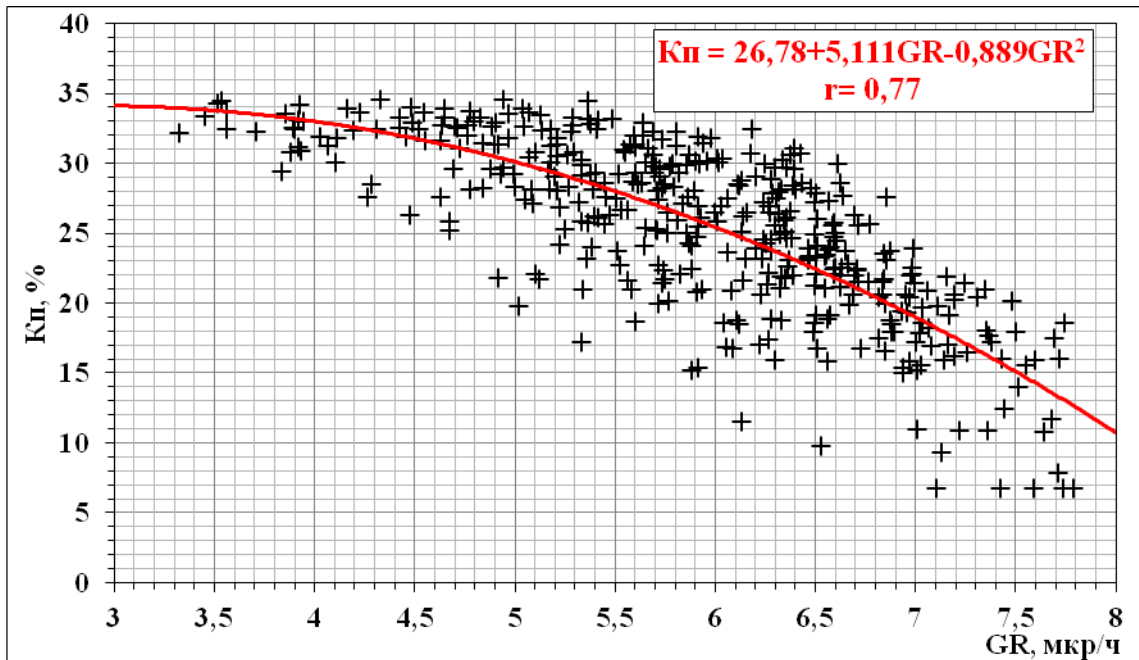
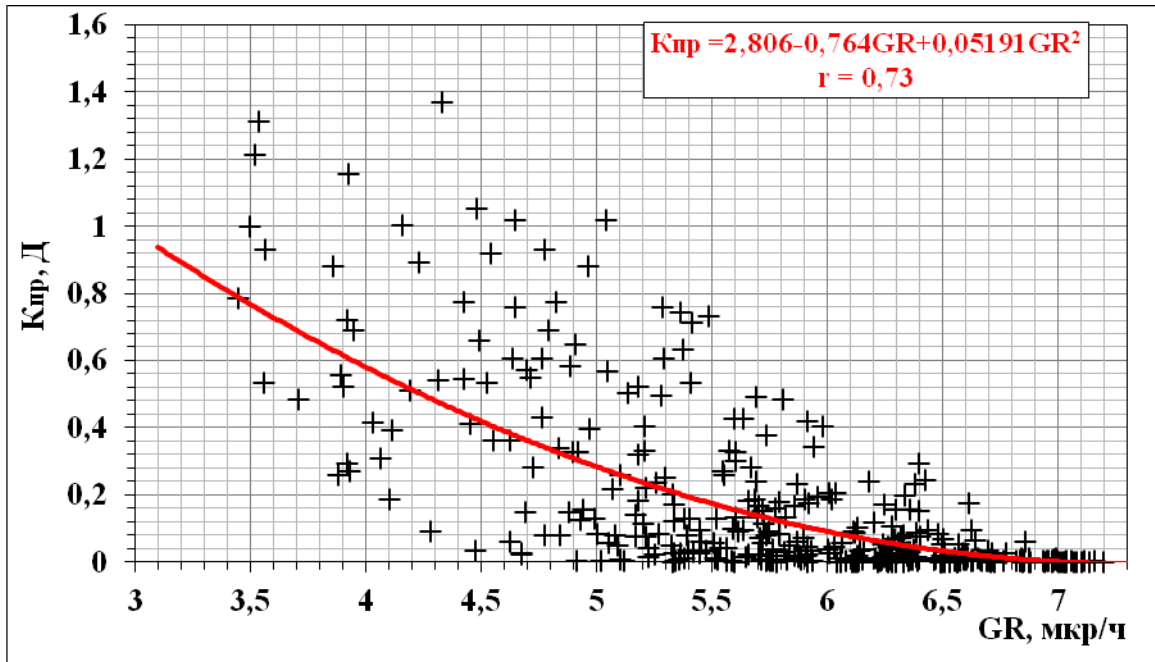


Рис. 1. а – Взаимосвязь  $K_{пр}$  и гамма-каротажа по скв. № 15, 29, 30,

б – Взаимосвязь  $K_{п}$  и гамма-каротажа по скв. № 15, 29, 30

Коэффициент проницаемости:

$$K_{пр} = 2,806 - 0,764GR + 0,05191GR^2; r = 0,73$$



Коэффициент пористости:

$$K_n = 26,78 + 5,111GR - 0,889GR^2; r = 0,77$$

Расчет коэффициента фильтрации выполняется по зависимости:

$$K = K_{np} \frac{\rho}{\mu},$$

где  $\rho$  – плотность, принята для расчетов по данным лабораторных определений;  $\mu$  – вязкость воды, спз.

В связи со значительной мощностью апт-альб-сеноманского ВК при выборе значений вязкости при относительно постоянных минерализации и составе вод ААС ВК учитывалась пластовая температура для различных глубин.

Расчетные значения коэффициентов фильтрации и пористости определялись как средневзвешенное по эффективной мощности коллекторов с коэффициентом фильтрации  $K > 0,05$  м/сут (по классификации Н.А. Плотникова породы с  $K_f = 0,1 \div 0,001$  м/сут относятся к очень слаботрещиноватым).

В таблице 1 приведены результаты расчета  $K_f$  и  $K_{np}$  отдельно для сеноманского, альбского и аптского ярусов и для всего водоносного комплекса в целом, вскрытых скважинами № 15, 29, 30.

Таблица 1

### Расчетные значения гидрогеологических параметров

Ярус	Общая мощность, м	Эффективная мощность, %	Водопродоводимость, м <sup>2</sup> /сут	Коэффициент фильтрации, м/сут			пъезопродоводность, м <sup>2</sup> /сут
				Пористость, %			
				эффективной мощности	общей мощности	Модальное значение	
сеноман	270	183/68	163	<u>0,89</u> 32	<u>0,60</u> 21	<u>0,16</u> -	2*10 <sup>5</sup>
альб	435	215/49	89	<u>0,41</u> 30	<u>0,20</u> 15	<u>0,12</u> -	
апт	495	238/48	135	<u>0,57</u> 31	<u>0,27</u> 15	<u>0,15</u> -	
апт+альб+сеноман	1200	636/53	387	<u>0,61</u> 31	<u>0,31</u> 16	<u>0,14</u> -	

Полученные значения в целом соответствуют региональным данным. Следует отметить, что при наименьшей мощности наибольшей водопродоводимостью и коэффициентом фильтрации характеризуется сеноманский ярус – 163 м<sup>2</sup>/сут и 0,84 м/сут соответственно. Здесь же и максимальная мощность коллекторов с высокими фильтрационными свойствами, что и предопределяет размещение водоприемной части скважин именно в верхней - средней части сеноманского яруса.

В целом разрез ААС ВК изобилует наличием маломощных коллекторов с относительно невысокой проницаемостью – модальное (наиболее часто встречающееся) значение коэффициента фильтрации 0,12 – 0,16 м/сут.

#### Литература

1. Итенберг И.И. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. – М.: Недра, 1972. – 312 с.
2. Патент ПА 3904 от 1 марта 2001 г., Украина.
3. Свидетельство об официальной регистрации программы № 2004611037 от 26 апреля 2004 г., РФ.
4. Оценка запасов минерализованных подземных вод апт-альб-сеноманского водоносного комплекса для технического водоснабжения (система ППД) на Муравленковском газонефтяном месторождении (отчет с подсчетом запасов по состоянию на 01.10.2010 г.: отчет / ООО НПП «ЯмалЭГЭМП». – Салехард, 2010.

УДК 553.98 (2Р354-4Во)

### **НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРОЕНИИ, РАЗВИТИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ ЮГО-ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ВОРОНЕЖСКОЙ И ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ**

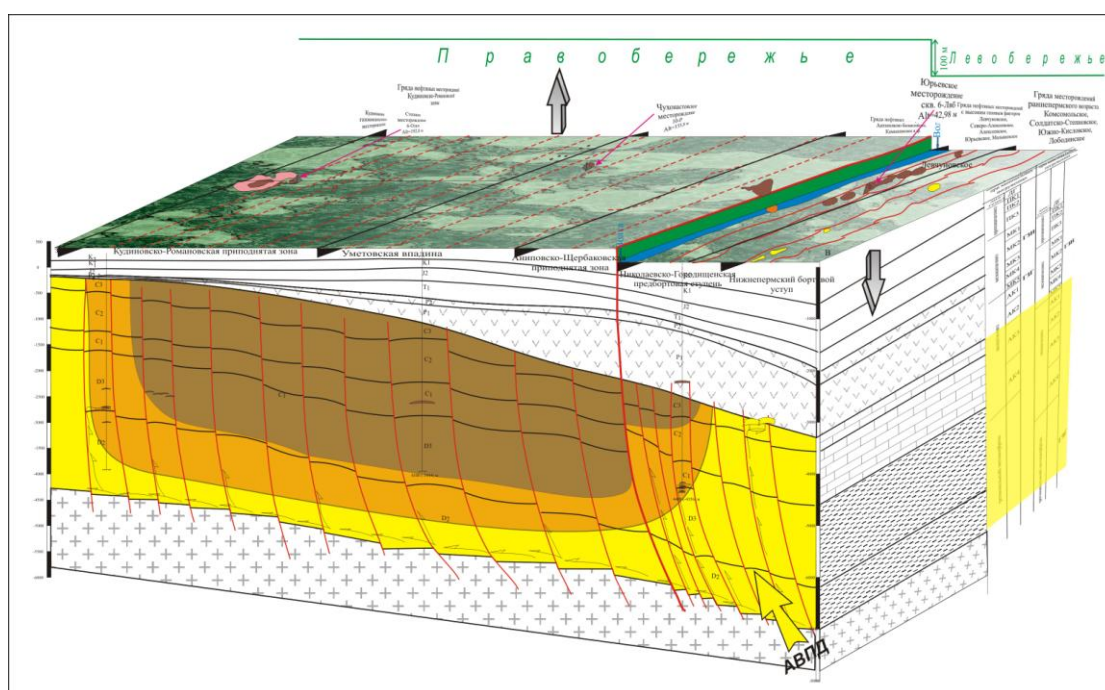
*С.В. Погорельская*

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

В российском топливно-энергетическом комплексе уже на протяжении многих лет отмечается дисбаланс между извлекаемыми запасами углеводородов и их приростом. Однако накопленный опыт поисков, разведки и разработки залежей углеводородов, а также наличие современных технологий и методик позволяют увеличить потенциал этой отрасли. Особый интерес вызывает Нижневолжская область Волго-Уральской нефтегазодобывающей провинции (Волгоградский сектор). Эксплуатация месторождений этого региона была начата еще в 50-х гг. прошлого столетия, накопленная добыча нефти на настоящий момент составила более 200 млн. т нефти. Однако новые данные бурения, исследований скважин, а также усовершенствованные методики интерпретации сейсмических данных свидетельствуют о принципиально новой модели геологического строения региона, что в свою очередь позволяет пересмотреть методику проведения поисковых работ на углеводороды.

В территориальном отношении изучаемый регион расположен по правую и левую стороны от р. Волги. Правобережье и Левобережье отличаются

ся по своему геологическому строению и, как следствие, имеют различные перспективы на нефтегазоносность. В тектоническом отношении регион относится к зоне сочленения юго-восточного склона Воронежской антеклизы и Прикаспийской впадины. Прикаспийская впадина является «продолжением» Воронежской антеклизы на уровне фундамента, отличие состоит в более крутом угле погружения и, соответственно, более мощном осадочном чехле. Тектонические режимы этих элементов отличаются главным образом разнонаправленностью вертикальных движений: Прикаспийская впадина испытывает длительное, практически непрерывное погружение, в то время как Воронежская антеклизы начиная с пермского периода – непрерывно поднималась (рис.1).



**Рис. 1. Схема геологических процессов, происходящих на территории Левобережной и Правобережной частей Волгоградской области.**

Тектоническое районирование региона в большей мере обусловлено строением и развитием кристаллического фундамента, имеющего разломно-блоковое строение и усредненный вектор погружения с запада на юго-восток.

Разломно-блоковый характер кристаллического фундамента нашел отражение и в строении осадочного чехла, имеющего *трехэтажное* строение. К *нижнему* структурному этажу относят породы, залегающие непосредственно на кристаллическом фундаменте и представленные терригенными отложениями, накопленными до позднего девона. В начале девона территория Воронежской антеклизы начала погружаться и покрываться мелким морем, в результате образовывались терригенные осадки,

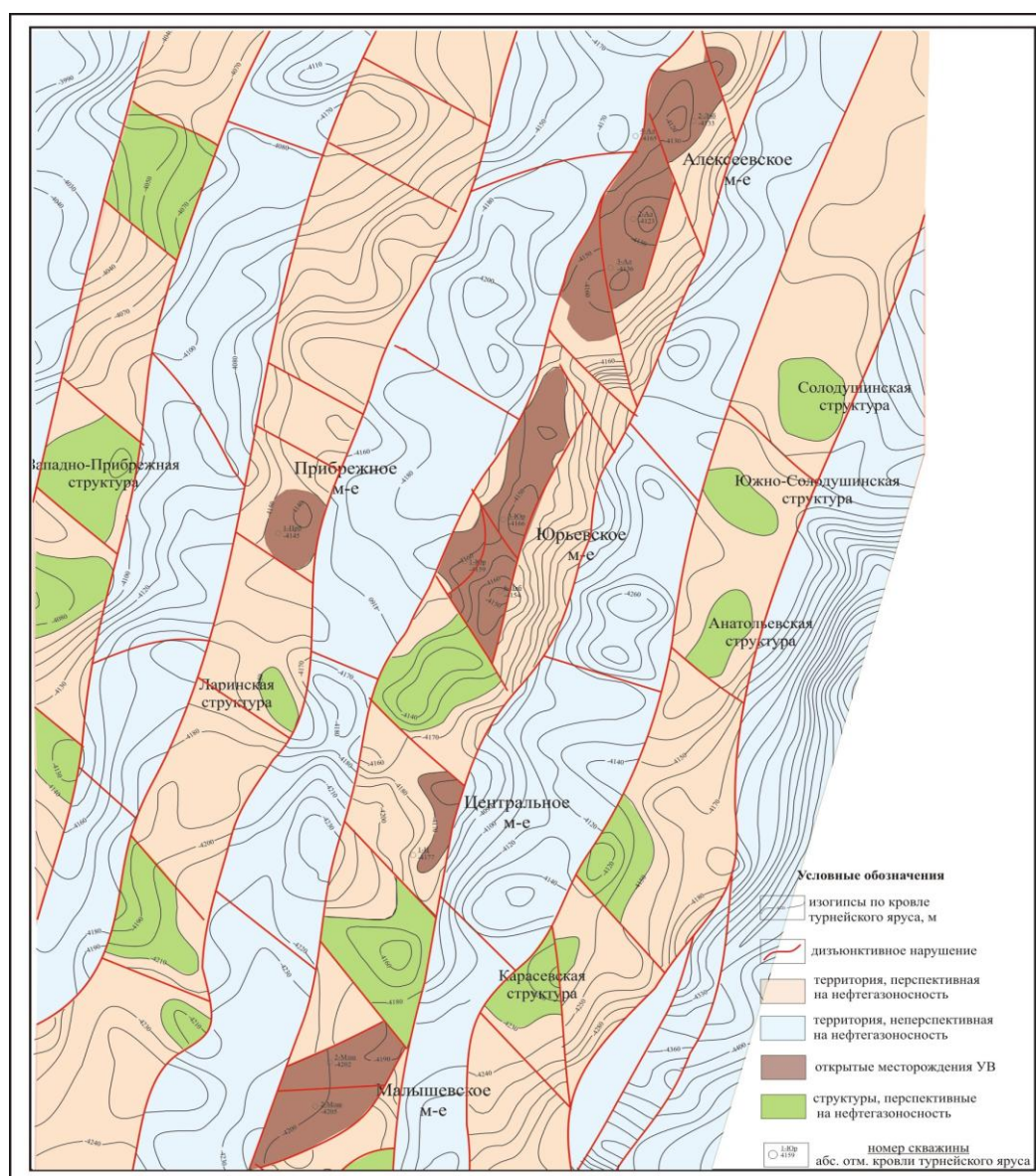
представленные переслаиванием аргиллитов, песчаных и алевроитовых пород с небольшими прослоями известняков. Такое чередование указывает на колебательный характер осадконакопления, в результате которого могли образовываться как континентальные пресноводные осадки с остатками наземной растительности, так и мелководные морские отложения, потенциально нефтематеринские с содержанием сапропелевого ОВ.

Толща пород *среднего* структурного этажа включает отложения, образованные в период времени с позднего девона до позднего карбона, и представлена в основном карбонатными разностями, вверх по разрезу переходящими в терригенные отложения (бобриковские песчаники). Описанные структурные этажи сходны в своем геологическом строении, что связано, во-первых, с отсутствием длительного перерыва в осадконакоплении, а во-вторых, с разломно-блоковым характером залегания пород. Карбонатный характер осадочных отложений позднедевонского возраста говорит об обширном погружении территории вплоть до кизеловского времени, когда на большей части территории стал восстанавливаться континентальный режим с характерным размывом накопившихся осадков нижнетурнейского возраста.

*Верхний* структурный этаж представлен пермско-меловыми отложениями, в подошве которого залегает мощная соленосная толща раннепермского возраста, являющаяся региональной покрывкой, которая не только не позволяет мигрировать флюидам вверх по разрезу, но и является в своем роде «терморегулятором», контролирующим катагенетические процессы в нижезалегающих породах. Отложения верхнего этажа залегают моноκлиально, погружаясь в юго-восточном направлении. Таков же вектор увеличения толщины соленосной толщи.

Разломно-блоковое строение достаточно четко выявлено в пределах левобережной части Волгоградской области по данным интерпретации сейсмических материалов МОГТ-2D и подтверждается промысловым фактическим материалом. Анализируя геологическое строение, характер отложения осадков и историю развития исследуемого района, можно утверждать о постоянном «растяжении» территории, в условиях которого образуются конседиментационные сбросы. Известно, что дизъюнктивные нарушения формируются в основном ортогонально к оси растяжения, которая в данном случае совпадает с общим погружением фундамента. Таким образом, тренд системы сбросов в пределах рассматриваемого региона имеет практически субмеридианальное направление (рис.2). Сбросы параллельны друг другу, однако эти субмеридиональные нарушения пересечены более мелкими, перпендикулярными к ним дизъюнктивными нарушениями, что позволяет говорить о мелкоблоковом строении осадочного

чехла. Необходимо отметить, что субмеридиональные разрывные нарушения «рассекают» породы каменноугольной и девонской систем, формируя при этом чередование зон антиклинальных и синклиналиных структур. Амплитуды складок небольшие – 20-30 м (примером являются Юрьевское месторождение). Антиклинали являются потенциальными структурными ловушками углеводородов. Так, залежи Юрьевского, Алексеевского, Северо-Алексеевского месторождений приурочены к малоамплитудным сводам, ограниченным со всех сторон дизъюнктивными нарушениями. Причем субмеридиональные нарушения являются экраном для латеральной миграции УВ, но «проводниками» для вертикальной миграции, в то время как субширотные, мелкие нарушения закрыты для какого-либо движения углеводородов ввиду отсутствия зон дробления.



**Рис. 2. Схема распространения субмеридиональных и субширотных сбросов в пределах Левобережной части Волгоградской области**

На момент открытия месторождений УВ Волгоградской области потенциальные ловушки были заполнены нефтью, образованной во время погружения пород в главную зону нефтеобразования. По мере увеличения добычи нефти, пластовое давление в залежах уменьшалось, создавая при этом дисбаланс. Соответственно, новообразованные УВ из главной зоны газообразования поступают в освободившиеся ловушки. В описываемых условиях кардинально меняется состав флюида, нефть становится более легкой, газосодержание резко возрастает. Процессы «замены флюида» идут не повсеместно, однако наблюдается определенная зональность в распространении чисто нефтяных, газовых и «переходных» залежах. С учетом вышеописанных представлений о геологическом строении региона, а также статистических данных по месторождениям западного борта Прикаспийской впадины в пределах Волгоградской области планируется построение карт зональности распространения нефтяных, газовых и переходных залежей, которые могут быть использованы при планировании ГРП в регионе.

#### Литература

1. Бочкарев В.А., Сианисян С.Э., Остроухов С.Б. Новая модель строения и двухэтапного формирования залежей углеводородов западного склона Прикаспийской впадины и ее платформенного склона // Геология нефти и газа. – № 3. – 2010. – С. 30-36.
2. Бочкарев А.В. Блоковая тектоника и нефтегазоносность Николаевско-Городищенской ступени // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 1994. – № 5-6. – С. 21-24.

УДК 556.3

## ГЕНЕЗИС ХЛОРКАЛЬЦИЕВЫХ РАССОЛОВ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАССЕЙНА

*В.Г. Попов, Р.Ф. Абдрахманов*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск  
Институт геологии Уфимского научного центра РАН

В Волго-Уральском НГБ Cl-Na-Ca рассолы являются основным типом вод каменноугольных и девонских нефтегазоносных комплексов, сложенных терригенно-карбонатными породами. Рассолы образуют выдержанную гидрогеохимическую зону мощностью до 2000-3000 м и более. Им свойственны высокие минерализация ( $M$  200-330 г/л) и метаморфизация ( $r_{Na}/r_{Cl}$  0,1-0,7,  $CaCl_2$  до 50-80 %), низкая сульфатность ( $r_{SO_4} \times 100 / r_{Cl}$  0,02-0,7), обогащённость Br (до 2,2 г/л), Sr (до 1,2 г/л), Rb (до 0,02 г/л), Li (до 0,035 г/л), Cs (до 0,001 г/л) и, напротив, обеднённость В (менее 0,002 г/л  $B_2O_3$ ), слабо-

кислая и околонеутральная реакция среды (рН 5,9-7,0), отрицательные значения Eh (до –300 мВ), N<sub>2</sub>–СН<sub>4</sub> газовый состав с высокими концентрациями Не (до 10 мл/л), а на нефтяных месторождениях – ТУ. Газовый фактор 200-1600 см<sup>3</sup>/л. Величина коэффициента Не/Ar – высокая (3-15), что свойственно гидрогеологически закрытым структурам с квазизастойным гидрогеодинамическим режимом. Концентрация I обычно <0,02 г/л. Коэффициент Cl/Br в рассолах снижается до 160-75, а гMg/гCa до 0,05.

Формирование хлоркальциевых рассолов – этих своеобразных жидких руд, обогащённых целым рядом галофильных элементов и редких щелочных металлов, является одной из наиболее важных проблем современной генетической гидрогеохимии. Для осадочных бассейнов с эвапоритовыми формациями совокупности природных фактов наиболее полно удовлетворяет седиментационно-эпигенетическая (литогенетическая) концепция, связывающая образование подсолевых и внутрисолевых хлоркальциевых рассолов с геохимической эволюцией талассогенных вод в ходе галогенеза и последующих процессов метаморфизации солеродной рапы в осадочных породах на стадии эпигенеза [2].

В пермскую эпоху к западу от Урала располагался Восточно-Европейский солеродный бассейн площадью >1 млн. км<sup>2</sup>, в котором господствовал гипсово-галитовый, известняково-доломитовый, а местами сильвинит-карналлит-бишофитовый седиментогенез. В результате возникла, и длительное время существовала гравитационно неустойчивая гидрогеодинамическая система, энергетическое состояние которой определялось градиентом плотности воды, содержащейся в поверхностной и подземной гидросферах. Поверхностная часть системы была представлена эвапоритовым бассейном с весьма крепкими (M 400-500 г/л) тяжёлыми ( $\rho_1$  1,29-1,37 г/см<sup>3</sup>) Cl-Mg маточными рассолами, а подземная – карбонатными, в меньшей степени терригенными породами карбона, девона, венда и рифея, насыщенными менее минерализованными (M 30-150 г/л) и более лёгкими ( $\rho_2$  1,02-1,13 г/см<sup>3</sup>) водами. К этому времени за предшествующий длительный (>1,3 млрд. лет) этап развития подземная гидросфера претерпела конвективно-диффузионную дифференциацию растворённого вещества, приведшую к обособлению гидрогеохимических зон весьма слабых (M <70 г/л) и слабых (M 70-140 г/л) рассолов.

Скорость плотностной конвекции рассолов  $V_p$  определяется по формуле:

$$V_p = K_z \times I_p / n_o, \quad I_p = \rho_1 - \rho_2 / \rho_2 = \Delta\rho / \rho_2,$$

где  $K_z$ , м/сут – коэффициент фильтрации пород в вертикальном направлении;  $I_p$  – вертикальный градиент плотностной конвекции;  $n_o$  – активная пористость породы;  $\rho_1$  и  $\rho_2$ , г/см<sup>3</sup> – плотность соответственно тяжёлой и лёгкой жидкостей.

Значения  $I_p$  в зависимости от соотношения плотностей поверхностных рассолов эвапоритовых бассейнов перми и залегающих под ними подземных рассолов палеозоя изменялись в широких пределах. Судя по литолого-гидрогеохимическим данным, наиболее характерной для пермского периода была ситуация, когда гравитационное погружение испытывала рапа бассейна, находящегося на гипсовой стадии галогенеза ( $\rho_1$  1,13-1,23 г/см<sup>3</sup>), в терригенно-карбонатную среду, содержащую слабые рассолы ( $\rho_2$  1,05-1,13 г/см<sup>3</sup>). В этом случае  $I_p$  0,08-0,17. Если же плотность «верхнего» рассола принять равной 1,29-1,38 г/см<sup>3</sup>, что отвечает наиболее жёстким условиям галогенеза, соответствующим экстремальной галит-карналлитовой стадии, то градиент концентрационной конвекции возрастет до 0,21-0,30.

Принимая в расчёт величины  $K_z = 10^{-4}$  м/сут,  $n_0 = 0,05$ ,  $I_p = 0,08$  и  $0,3$ , получим скорость нисходящей конвективной миграции рассолов из соленодных бассейнов  $V_p = 5,8$  и  $21,6$  см/год соответственно. Следовательно, даже при минимальной скорости конвекции 5 см/год подсолевая толща мощностью 2000 м будет заполнена пермскими рассолами за 40 тыс. лет. Это хорошо согласуется с временем существования эвапоритовых бассейнов, которое составляет десятки-первые сотни тысяч лет.

Погружение Cl-Na-Mg маточной рапы пермского солеродного бассейна сопровождалось её метаморфизацией в породах палеозоя в результате доломитизации, альбитизации, обменной адсорбции и других процессов. Экспериментальные исследования обменно-адсорбционных свойств терригенных осадков показали, что по мере их погружения из зоны диагенеза в зону катагенеза (на глубину >1,0-1,5 км), одновременно с их уплотнением и литификацией, ёмкость поглощённого комплекса снизилась от 70-100 до 5-10 ммоль/100 г. Это обусловлено как упрощением структуры глинистых минералов в ряду «монтмориллонит-гидрослюда-хлорит», так и физико-химическими условиями зоны катагенеза (высокие P и T, кислая среда), подавляющими процессы ионного обмена между водой и породой. Оценка гидрогеохимического эффекта обменной адсорбции в глубоких нефтеносных горизонтах палеозоя показала, что Cl-Na рассол нельзя метаморфизовать более чем на 5% по кальцию и получить при этом величину  $r_{Na}/r_{Cl} < 0,96$  [1].

Выполненный авторами анализ литолого-гидрогеохимической обстановки НГБ, термодинамическое моделирование и балансовые расчёты в системе «рассол-карбонатная порода» показали, что среди процессов метаморфизации главная роль принадлежит эпигенетической доломитизации известняков нижней перми, карбона и девона при миграции через них Cl-Na-Mg маточных рассолов:  $MgCl_2$  (рассол) +  $2CaCO_3$  (известняк) =  $CaCl_2$  (рассол) +  $CaCO_3 \times MgCO_3$  (доломит). Вследствие обогащённости Cl-Na-Mg



рассолов магнием (до 80-110 г/л) и высоких значений отношения  $\text{rMg/rCa}$  (до 200) они обладали высокой доломитизирующей способностью.

Процессы доломитизации сопровождались также ростом пористости (на 10-12 %) и особенно проницаемости исходных карбонатных пород (на несколько порядков), т.е. образованием вторичных коллекторов нефти, газа и минеральных промышленных вод.

С образованием  $\text{CaCl}_2$  протекает также и гидролитические взаимодействия между рассолами и алюмосиликатными породами:  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  (анортит) +  $2\text{NaCl}$  (рассол) +  $4\text{SiO}_2 = 2\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  (альбит) +  $\text{CaCl}_2$  (рассол). Однако эти процессы, судя по ограниченному развитию терригенных пород в палеозойских комплексах, имеют подчинённое значение в метаморфизации рассолов.

Процессы доломитизации и альбитизации по своей кинетике относятся к категории обменно-абсорбционных. Они протекают во всём объёме твёрдой фазы по внутридиффузионному механизму, вследствие чего реализуются в масштабах геологического времени. Эта особенность массопереноса в гетерогенной системе «рассол-порода» положена в основу кинетико-геохимического метода определения абсолютного возраста рассолов [3]. Как оказалось, в нефтеносных комплексах  $D_{2-3}$  и  $C_1$  (330-380 млн. лет) рассолы обычно имеют пермский возраст (200-250 млн. лет), т.е. являются эпигенетическими, что служит дополнительным свидетельством ведущей роли пермского галогенеза и плотностной конвекции в образовании хлоркальциевых рассолов.

#### Литература

1. Попов В.Г., Абдрахманов Р.Ф., Тугуши И.Н. Обменно-адсорбционные процессы в подземной гидросфере. Уфа: БНЦ УрО РАН, 1992, 156 с.
2. Попов В.Г., Носарева С.П. Геохимическая зональность и происхождение рассолов Предуралья. Уфа: АН РБ, Гилем, 2009. 272 с.
3. Резников А.Н. Определение возраста рассолов и соленых вод кинетико-геохимическим методом // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1989. №1. С.120-129.

УДК 553.078 (470.621)

## **РУДОКОНТРОЛИРУЮЩАЯ РОЛЬ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЗЛОМА ДАХОВСКОГО РУДНОГО УЗЛА (БОЛЬШОЙ КАВКАЗ)**

*Ю.В. Попов*

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Даховский рудный узел приурочен к одноименному горстовому поднятию кристаллиникума Северо-Кавказского краевого массива, примыкающему к региональной Пшекиш-Тырныаузской разломной зоне. Мобиль-

ность этой зоны определила активность примыкающих систем разломов, и, как следствие, их значимую роль как факторов локализации оруденения.

Крупный Центральный разлом, ограничивающий Даховский горст, принадлежит к системе крупных северо-западных нарушений сколового типа. В приповерхностной части он характеризуется субвертикальным падением поверхности сместителя, но на глубине она выполаживается и приобретает южное падение. Вертикальная амплитуда по его зоне в триасовое-среднеюрское время превышает 500 м, в послеверхнеюрское время достигает 25 м. Мощность разломной зоны достигает 500-750 м.

К протрузиями серпентинитов, приуроченных к зоне разлома, в приустьевой части ручья Липового приурочены специфичные родингитизированные породы, пронизанные пренит-вьюантитовыми прожилками. Частыми аксессуарами среди прожилков и вмещающих их серпентинитов являются монацит, торит, ураноторит (U 9-10%) и циркон, обычно содержащий значительную примесь тория (Th до 7.5-10.3%), гафния (Hf 0.8-1%) и, реже, алюминия (Al до 0.7%) и кальция (Ca до 1,5%). Высокотемпературные включения в минералах пренит-вьюантитовых прожилков, вскрывающиеся в интервале 300-500°C, имеют существенно водный состав и обогащены CH<sub>4</sub>, и в меньшей степени углеводородами, CO<sub>2</sub>, CO. Невысокое содержание CO<sub>2</sub> отличают флюид от типичного для процессов серпентинизации; возможным источником такого флюида могли выступать серпентиниты, подверженные интенсивной тектонической переработке.

Образование родингитовой ассоциации в зоне Центрального разлома связано с локальным преобразованием амфиболитов, присутствующих в форме тектонических пластин среди ультрабазитов, за счёт воздействия на них флюидов, наиболее вероятным источником которых являлись серпентинизированные ультрабазиты. Активизация разлома обусловила подвижность флюидов, для которых пластины амфиболитов явились экранами, контролирующими участки формирования биметасоматических родингитовых пород в слабощелочных условиях, способствующих высокой подвижности кальция, магния и алюминия. Высокие содержания Ni (0,02%) и Cr (0,01% ppm) указывают на ультраосновной субстрат.

По простиранию разлома на левобережье р. Белой в метасоматически изменённых серпентинитах известно уран-ториевое рудопроявление балки Колесникова с гнездово-вкрапленными выделениями ортия, уранинита, монацита и циркона. Вмещающие серпентиниты характеризуются повышенными содержаниями фосфора (более 1%), стронция (1,79%), Се до 0,3%, La до 0,1%, Hf, Sc, Li – до 0,01%, Nb – до 0,006%, Rb – до 0,0004% .

Вмещающие урановые руды доломитовые жилы Даховского месторождения, наследуют северо-северо-восточную и северо-западную системы трещин, которые (на основании ориентировки и сходства доломитов ранней генерации) могут рассматриваться как сопряжённые, формирование которых связано с полем напряжений в зоне Центрального разлома. Система северо-северо-восточной ориентировки образует штокверковую зону с уран-сульфидным оруденением (коффинит, настуран, сфалерит). Более выраженная северо-западная система, развивавшаяся на этапе минерализации как трещины отрыва, образована протяженными крутопадающими жилами с раздувами и разветвлениями. С этой системой связано уран-арсенидное (настуран, уранинит, никелин) оруденение. Обращает на себя внимание локализация оруденения в участках жил, тектонического блока серпентинитов и амфиболитов [2], что позволяет рассматривать ультрабазиты Центрального разлома в качестве источника никеля.

Как и для родингитов, для доломитовых жил Даховского месторождения специфичным является присутствие углеводов в составе включений в минералах. Кроме того, типично присутствие органических соединений в форме твердых битумов (иногда в агрегатах с рудными минералами) [3, 4]. Вмещающие оруденелые жилы гранито-гнейсы и присутствующие среди них дорудные полевошпат-кварцевые жилы содержат графит, в целом не типичный для других участков развития кристаллических пород Даховского поднятия.

Пространственно совмещённое с Даховским баритовое Белореченское месторождение образовано протяжёнными (до 1 км) баритовыми (барит-кальцитовыми, флюорит-баритовыми и пр.) жилами, контролируемой системой меридиональных разломов, и формировалось в ином поле напряжений, вероятно, непосредственно не связанным с Центральным разломом. Но примечательно, что и баритовые жилы содержат углеводороды [4].

Таким образом, зона Центрального разлома определяет ряд значимых факторов локализации оруденения, как структурных, обуславливающих локализацию зон метасоматических преобразований в ультрабазитах и формирование трещинных парагенезисов, вмещающих оруденелые жилы, так и выступая в качестве важнейшего элемента рудообразующей системы, обеспечивая пути перемещения глубинных рудотранспортирующих флюидных потоков.

#### Литература

1. Волкодав И.Г. Радиоактивные элементы в геологических образованиях Адыгеи // Вестник Адыгейского государственного университета. – 2006. – № 2. – С. 233-236.

2. Дымков Ю.М., Казанцев В.В., Любченко В.А. Крустификационные жилы уран-арсенидного месторождения // Месторождения урана: зональность и парагенезис. – М.: «Атомиздат», 1970. – С. 205-244.
3. Зубов А.И., Казанцев В.В. Пострудная минерализация в карбонатно-арсенидо-настурановых жилах. // Месторождения урана: зональность и парагенезис. – М.: Атомиздат, 1970. – С. 244-273.
4. Фридман А.И., Ремизова Л.И., Войтов Г.И., Черевичная Л.Ф. Природные газы Белореченского баритового месторождения (Северный Кавказ) // Докл. АН СССР. 1977, Т. 233, №3. – С. 470-472.

УДК 622.23:553(075)8:550.8

## **ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ**

*П.Ф. Сидоренко, Е.А. Нырков*  
ООО НПП «ВНИКО», г. Новочеркасск

В настоящее время РФ входит в число мировых лидеров по количеству разведанных запасов угля и объемам угледобычи. Ресурсный потенциал углей России превышает 4 трлн. т. Несмотря на то, что запасы угля размещены по территории РФ крайне неравномерно (94 % угольных ресурсов сосредоточены в Сибири и на Дальнем Востоке, и лишь 6 % на Европейской части России и Урале [3]), перспективы возрождения угольной отрасли и роль ее в различных отраслях промышленности и в энергетике в настоящем и будущем велика.

При этом кроме энергетического и узкотехнологического актуально развитие высокотехнологического направления использования углей. Так антрациты месторождений Восточного Донбасса позволяют развивать технологии получения таких продуктов как карбид кремния, гуминовых препаратов, фильтрующих материалов, адсорбентов, пигментов и др.

В то же время значительное количество разведанных и уже подготовленных к освоению запасов – 164 млрд. т, составляющих нераспределенный фонд не вовлекаются в лицензирование, так как не соответствуют современным требованиям угольной промышленности к степени их изученности и подготовленности к освоению [3].

Геолого-экономическая оценка запасов в настоящее время производится на основе рыночных принципов с использованием действующих в данный период ценовых и нормативных показателей. Но при оценке степени их изученности и подготовленности к освоению используются приня-

тые ранее кондиции. Поэтому назрела необходимость повышения достоверности прогнозирования и оценки угольного сырьевого потенциала на всех стадиях геологоразведочных работ (ГРР) путем привлечения и внедрения новых технологий и методик оценки.

Долгосрочная государственная стратегия воспроизводства угольной сырьевой базы РФ на период до 2020 г [1] определяет темпы и объемы ГРР на уголь с увеличением финансирования за счет средств федерального бюджета и внебюджетных источников. При этом увеличение финансирования за счет средств недропользователей наблюдается в последние годы с опережением от планируемого в 1.5 [2]. В то же время наличие большого количества запасов угля с низкой достоверностью ГГФ, не может стимулировать заинтересованность собственников в инвестировании финансовых средств в разработку таких месторождений.

Одной из причин низкой достоверности геологического материала по угольным месторождениям является существенное отличие требований к изученности угольных пластов на стадиях разведки, от условий, которые позволяют эффективно вести угледобычу. Применение современных высокопроизводительных угледобывающих комплексов при отработке угольных пластов Восточного Донбасса позволяет увеличивать длину очистного забоя до 300, длину выемочного столба до 1000 и более метров. Однако встреча серии мелкоамплетудной нарушений, площадных размывов, приводит к обрушению кровли, остановке очистных забоев.

Известна внедренная на шахтах Восточного Донбасса методика комплексного геолого-геофизического прогноза, разработанная на основе опыта применения комплекса геологических и шахтных геофизических методов [4]. Эта методика позволяет осуществлять исследование и прогноз ГГФ с достоверностью от 80 до 100 %. Конечным результатом работ является выделение участков с благоприятными, неблагоприятными и рискованными к отработке запасами [4].

Однако при проведении геофизических исследований в поле лавы большой длины (более 250 м) также возникают сложности применения некоторых методов электроразведки. Эти задачи были решены специалистами ООО НПП «ВНИКО». Так при геофизических исследованиях поля лавы № 05 длиной 280м шахты Шерловская Наклонная ОАО «Донуголь», лавы № 101 длиной 300м ш-у Садкинское ОАО «Южная угольная компания» в комплексе стандартных методов шахтной электроразведки использовался метод градиента одноэлектродного поля (ГОП). Также были внесены аппаратные изменения позволившие получать устойчивый сигнал и высокие значения  $\Delta U$  при проведении трехэлектродного просвечивания. В ре-

зультате достигнута достоверность протяженности сброса амплитудой 1,0 м - 95%, зоны расщепление угольного пласта с мощностью породного прослоя 0,2 м, - 90%, размыва угольного пласта встреченного забоем лавы протяженностью 25 м, - 95%.

Методически оценка достоверности геологического прогноза горно-геологических факторов ГГФ должна строиться на основе анализа и сравнения фактических данных, полученных по результатам отработки исследуемых участков. Установление перечня факторов и параметров, определяющих эффективность угледобычи, является первоочередной задачей.

Решить эти проблемы возможно внедрением комплекса современных и новых полевых и шахтных геофизических методов исследования. При этом требуется проведение определенного объема опытно-методических работ, разработка нормативной документации, узаконивающей обязательность использования комплекса новейших технологий и применяемых методов и методик при ГГР на уголь, разработка и совершенствование программно-аппаратурных комплексов.

Важнейшей для планирования горных работ при угледобыче является задача повышения достоверности ГГР на стадиях предшествующих эксплуатационной. Для успешного решения этой задачи можно использовать полевые методы высокоразрешающей сейсморазведки, например выполняемой по технологии ЗАОр «НП «Заприкаспийгеофизика», шахтный метод сейсмолокации внедренный УкрНИМИ НАН Украины, другие современные методы и технологии.

Большую роль здесь должны сыграть, ведущие научные и производственные организации, занимающиеся проблемами угольной промышленности и угледобычей. Осуществление финансирования работ, возможно, как за счет средств федерального бюджета, так и используя средства частных инвесторов, заинтересованных в повышении экономической эффективности добычных работ и внедрении новых наукоемких инвестиционно привлекательных технологий.

Одним из примеров может служить опыт работ ООО НПП «ВНИКО», специалисты которого не только применяют известные геолого-геофизические методы исследования для прогноза ГГФ осложняющих угледобычу угольных шахтах Восточного Донбасса, но и ведут опытно-методическую работу, инвестируя собственные средства в разработку новых технологий и аппаратуры. При этом к работам и исследованиям привлекаются ученые вузов (ЮРГТУ (НПИ) г. Новочеркасск), научно-исследовательских институтов России и Украины (ВНИГРИуголь, г Ростов-на-Дону, УкрНИМИ НАН Украины, г Донецк), специалисты практики.

Создание и внедрение новейших комплексных технологий прогнозирования и оценки угольного сырьевого потенциала позволит повысить рентабельность освоения разрабатываемых, а также разведанных угольных месторождений, составляющих нераспределенный фонд недр, в том числе при их переоценке по критериям рыночной экономики.

#### Литература

1. Долгосрочная государственная программа изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказом МПР России от 08.02.2006 № 16). – М.: МПР России, 2006.
2. Таразанов И.И. Итоги работы угольной промышленности России за 2007 год. // Уголь. – 2008. – № 3. – С. 39-46.
3. Логвинов М.И., Файдов О.Е., Старокожева Г.И., Косинский В.А., Андросова Г.Б., Вялов В.И. Состояние, перспективы воспроизводства и использования угольной сырьевой базы России // Разведка и охрана недр. – 2008. – № 9. – С. 103-108.
4. Сидоренко П.Ф. Методика формирования рациональных геолого-геофизических комплексов прогноза горно-геологических факторов, осложняющих отработку угольных пластов // Геология угольных месторождений. – Екатеринбург: УГГГА, 2006. Вып.16. – С 82-89.

УДК 553.086

### **ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ГАЗОВО-ЖИДКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В КВАРЦЕ УЧАСТКА ИОЧИМИНСКИЙ (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)**

*В.Г. Фисенко*

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Иочиминский участок расположен в пределах Иочиминской поисковой площади на северо-восточном склоне Енисейского кряжа, в 25 км от крупного золоторудного месторождения Советское. В пределах площади преимущественно распространены породы удерейской свиты, метаморфизованные в зеленосланцевой фации регионального метаморфизма. Породы свиты разбиты разрывными нарушениями северо-западного простирания. По геологической обстановке площадь схожа с рудными объектами Советского рудного узла. Выявленные здесь геохимические аномалии Au, As, Zn, Pb и Cu являются благоприятными поисковыми предпосылками для обнаружения золоторудных месторождений аналогичных Советскому (Рис. 1). Вместе с тем, обнаруженное в ходе геолого-поисковых работ на Иочиминском участке детализации, проявление золота, расположено на

значительном удалении от главных рудоконтролирующих структур в регионе, а также от гранитных интрузий, парагенетическая связь с которыми устанавливается на многих золоторудных объектах Советского рудного узла. В связи с этим возникает необходимость выяснения условий формирования золоторудной минерализации Иочиминского участка и установления ее взаимосвязи с рудогенерирующими процессами Советского рудного узла. Для решения этой задачи были отобраны образцы кварца и изготовлены десять плоско полированных пластин для изучения состава и температуры гомогенизации газовой-жидких включений (Рис. 2).

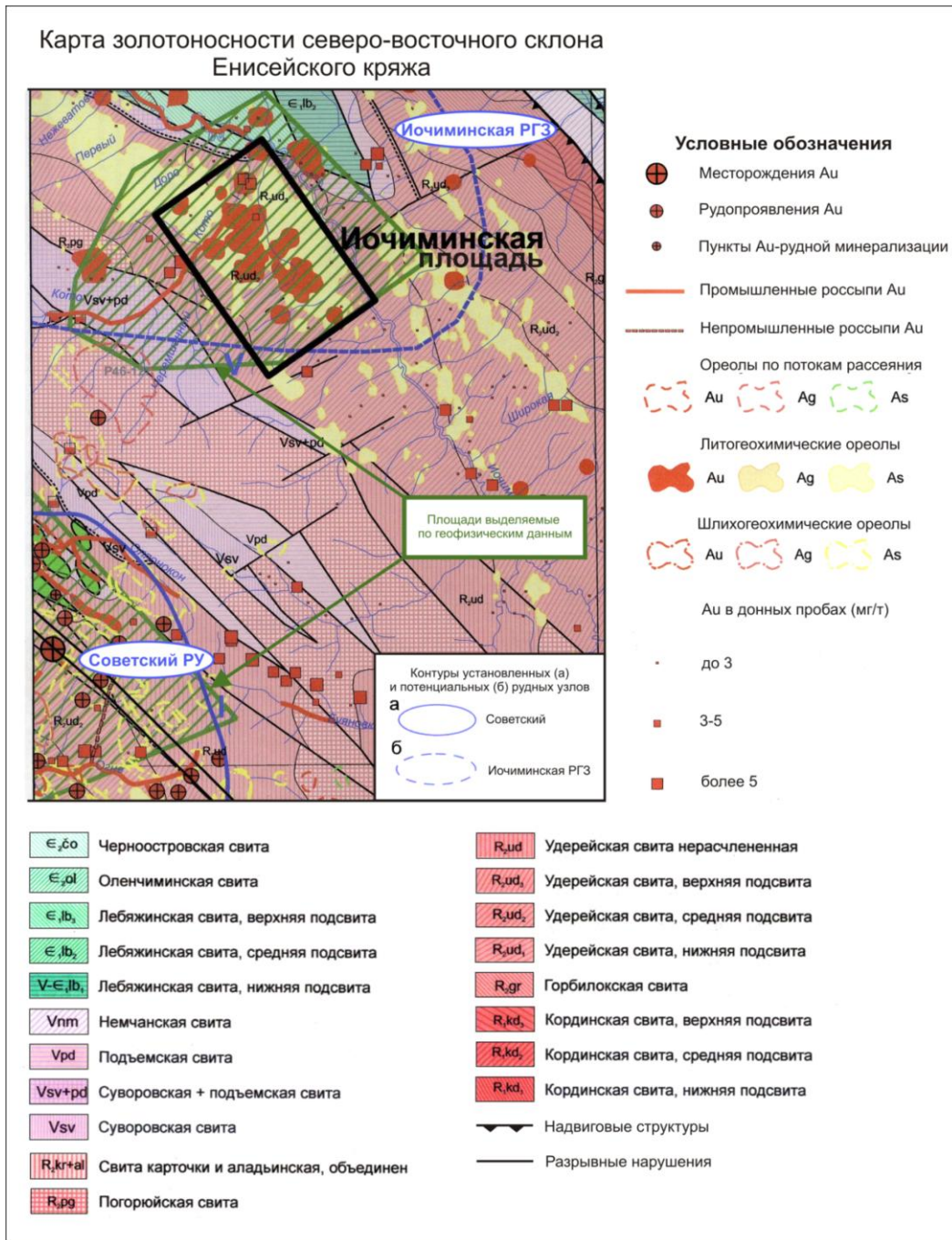
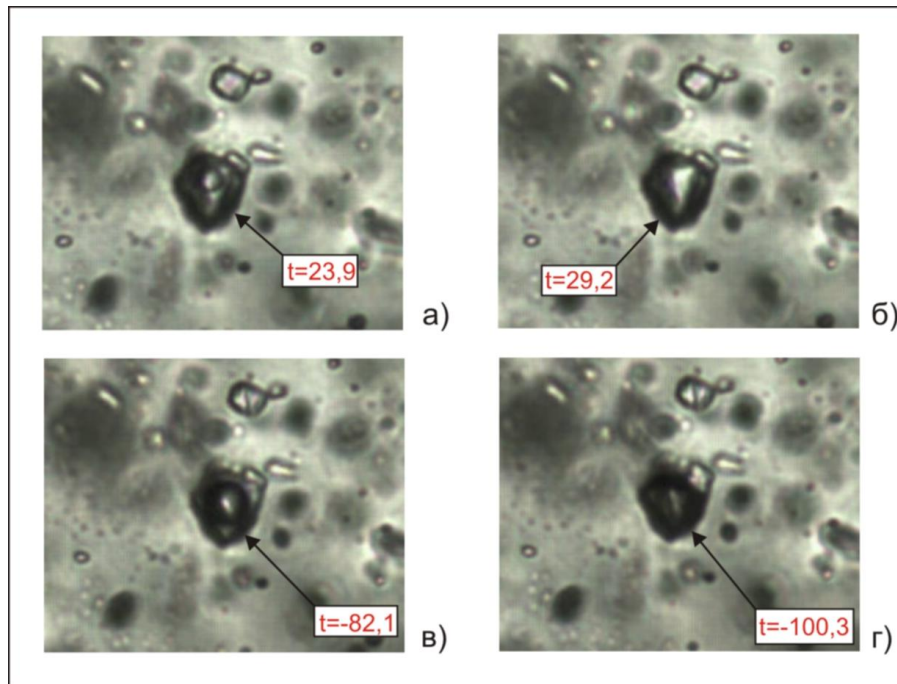


Рис. 1. Карта золотоносности северо-восточного склона Енисейского кряжа





**Рис. 2. Исследование состава и температуры гомогенизации ГЖВ в кварце участка Иочиминский: а) газово-жидкое углекислотное включение при комнатной температуре; б) гомогенизация углекислотного включения в жидкую фазу; в), г) постепенное замерзание углекислотных включений**

Результаты проведенных исследований показали, что в отобранных пробах кварца присутствуют как первичные, так и вторичные флюидные включения. Первичные включения представлены в виде однофазных и двухфазных (жидкость + газ) образований, размер которых в целом не превышает 2 мкм в единичных случаях достигая 10 мкм. Основными компонентом жидкой фазы большинства первичных включений согласно визуальным и наблюдениям и криометрическим исследованиям является вода, и углекислая кислота (реже).

Температура плавления жидкой фазы в существенно водных включениях варьируется в диапазоне от  $-1-2$  до  $-15^{\circ}\text{C}$ , что указывает на разную степень солености минерализованных растворов. Согласно фазовой диаграмме системы  $\text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$  [1] соленость водной фазы флюида колеблется от 0,3 до 16,9 мас.%,  $\text{NaCl}$ -экв. В составе флюида, вероятно, преобладает хлорит натрия, поскольку мелкий размер включений не позволил диагностировать наступление эвтектики, и тем самым более достоверно определить состав раствора. Исследование гомогенизации флюидных растворов должным образом провести не удалось, т.к. возможности термокамеры не позволяли проводить нагревание включений до температур свыше  $250^{\circ}\text{C}$ .

Таким образом, экспериментально удалось установить, что температура гомогенизации слабосоленых включений (0,3-2,5 мас.%  $\text{NaCl}$ -экв) ко-

леблется в интервале от 100 до 210°C, в то время как для более соленых включений она заметно превышает 250°C. Для обоих типов включений характерна гомогенизация в жидкую фазу, что свидетельствует о преобладании гидротермального процесса над пневматолитовым.

В составе углекислотных включений жидкая  $\text{CO}_2$  вероятно является единственным компонентом на что указывает температура плавления этих включений, колеблющаяся в интервале от -56 до -57 °C (-56,6  $t_{\text{пл}}$  чистого  $\text{CO}_2$ ), а также результаты их изучения методом КР-спектроскопии, в ходе которого в жидкой фазе этих включений не было обнаружено каких-либо концентраций азота, метана и других газов. Не смотря на это само по себе наличие флюидных включений насыщенных углекислотой, является фактором, указывающим на рудоносность флюидных растворов, поскольку именно такие включения характерны для золото-кварцевых месторождений Енисейского кряжа [2].

Следует отметить, что в виду малого количества анализируемого, выводы о составе, степени солености и температуре гомогенизации ГЖВ, носят лишь предварительный характер, и вопрос о термодинамических условиях и составе флюидных растворов остается открытым и требует более тщательного изучения.

#### Литература

1. Киргинцев А.Н., Трушкова Л.Н., Лаврентьева В.Г. Растворимость неорганических веществ в воде. Справочник. – Л.: Химия, 1972. – С. 19-20.
2. Томиленко А.А., Гибшер Н.А. Особенности состава флюида в рудных и безрудных зонах Советского кварц-золоторудного месторождения, Енисейский кряж (по данным изучения флюидных включений) // Геохимия. – 2001. – № 2. – С. 167-177.

УДК: 574: 577.152.31: 577.152.313

**ПОКАЗАТЕЛИ АКТИВНОСТИ ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ  
И ЭСТЕРАЗ СЕСТОНА В МОНИТОРИНГЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ  
ДЕЛЬТЫ ДОНА И МАЛЫХ РЕК РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*О.И. Бейсуг*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Экологический мониторинг водных экосистем предполагает использование комплексного подхода, учитывающего уровень загрязненности химическими веществами и степень влияния загрязнения на водные организмы. Оценка состояния гидробиоценозов осуществляется по методу экологических модификаций Абакумова В.А., который основан на выявлении направленности изменений количественных показателей развития водных организмов, их видового разнообразия, а также интенсивности метаболизма. Под интенсивностью метаболизма гидробиоценозов понимается скорость процессов новообразования и разрушения органических веществ, показателем которой является первичная продукция и деструкция. Однако, в настоящее время эти показатели не входят в программу гидробиологического мониторинга, вследствие технических и организационных сложностей.

Об интенсивности метаболизма гидробиоценозов, который осуществляется комплексом мультиферментных систем, можно судить и по активности ключевых ферментов деструкции органических веществ, в том числе щелочной фосфатазы (КФ 3.1.3.1) и неспецифичных эстераз (КФ 3.1.1.1 и КФ 3.1.1.2). Эти ферменты гидролизуют фосфоэфирные и сложноэфирные связи органических веществ, с образованием ортофосфатов и низкомолекулярных органических веществ, которые вновь вовлекаются в продуцирование органических веществ. Таким образом, эти ферменты могут быть информативными для оценки скорости круговорота важнейших биогенных элементов, фосфора и углерода, и, следовательно, интенсивности метаболизма в целом.

С целью изучения влияния природных факторов и приоритетных загрязняющих веществ на показатели активности щелочной фосфатазы и эстераз сестона в 2002 и 2006 годах были проведены исследования в нижнем течении р. Дон. Пробы воды отбирали при проведении плановых работ по

мониторингу загрязнения участка реки от г. Аксай до г. Азов совместно с Донской устьевой станцией Росгидромета. АЩФ и АЭ определяли во взвеси сестона, который получали фильтрованием проб воды объемом от 0,5 до 1,0 л через мембранный фильтр с диаметром пор 0,3 мкм, используя в качестве субстратов соответственно  $\alpha$ -нафтилфосфат и  $\alpha$ -нафтилацетат [1].

В результате проведенных исследований установлено, что показатели активности щелочной фосфатазы и эстераз сестона являются информативными для оценки интегрального влияния биогенных и приоритетных загрязняющих веществ на функциональное состояние планктонных сообществ и могут быть рекомендованы для использования в мониторинге качества вод водотоков дельта р. Дон и малых рек Ростовской области. Оценка влияния загрязнения на функциональное состояние планктонных сообществ производится в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

**Оценка влияния загрязненности воды на функциональное состояние планктонных сообществ по активности ферментов**

Период наблюдений	Температура воды, °С	АЩФ мкмоль/(л·ч) $\alpha$ -нафтола	АЭ мкмоль/(л·ч) $\alpha$ -нафтола	Оценка влияния загрязненности воды
Весна-лето	10-23	0,12-0,35 > 0,35-1,00 < 0,12	1,0-3,0 > 3,0-5,0 < 1,0	умеренное сильное очень сильное с преобладанием токсического эффекта очень сильное с преобладанием эвтрофирующего эффекта
Лето	> 23	0,30-0,55 > 0,55-1,00 < 0,55	1,5-3,0 > 3,0-5,0 < 1,5	умеренное сильное очень сильное с преобладанием токсического эффекта очень сильное с преобладанием эвтрофирующего эффекта
Лето-осень	20-23	0,12-0,35 > 0,35-1,00 < 0,12	1,0-3,0 > 3,0-5,0 < 1,0	умеренное сильное очень сильное с преобладанием токсического эффекта очень сильное с преобладанием эвтрофирующего эффекта

В связи с отсутствием данных о сезонных изменениях показателей активности ферментов в малых реках для оценки влияния загрязнения на состояние планктонных сообществ следует сравнивать показатели активности щелочной фосфатазы и эстераз с фоновым или эталонным створом для каждой реки. В случае загрязнения реки на всем протяжении следует в качестве эталонных ориентироваться на значения показателей активности ферментов для водных объектов соответствующей трофности. В этом случае оценку влияния загрязнения на функциональное состояние планктонных сообществ можно производить лишь в летний период.

Полученные результаты позволяют рекомендовать показатели активности щелочной фосфатазы и внеклеточных эстераз для включения в программу мониторинга вод в качестве интегральных показателей ответной реакции планктонных сообществ на уровень загрязненности пресноводных экосистем.

Результаты исследований использованы при разработке рекомендаций по оценке загрязненности поверхностных вод суши с использованием показателей активности ферментов, разрабатываемых в рамках НИР Росгидромета в Государственном учреждении «Гидрохимический институт».

Работа по теме диссертации выполнялась при финансовой поддержке грантов Министерства образования и науки РФ «Ведущие научные школы России» НШ-1967.2003.5, НШ-4717.2006.5 (Госконтракт № 02.515.11.50.49), грант № 03- 05- 65187 и проекта РФФИ 06-05-64504.

#### Литература

1. Предеина Л. М., Федоров Ю. А., Морозова Е. В., Уразаев К. К., Предеин М. Н. Показатели активности щелочной фосфатазы и эстераз в мониторинге поверхностных вод – теоретические предпосылки и перспективы использования // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естеств. науки. – 2003. – № 4. – С. 88–92.

УДК 624.131.1

## **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ОПАСНОСТИ МАССИВОВ СТРУКТУР-НЕУСТОЙЧИВЫХ (ПРОСАДОЧНЫХ И НАБУХАЮЩИХ) ГРУНТОВ**

*А.И. Богомоллов, Ю.И. Олянский, С.И. Шиян, Т.М. Тихонова, О.В. Киселева*  
Волгоградский Государственный Архитектурно-Строительный Университет

Интенсивное промышленно-хозяйственное освоение таких территорий неизбежно влечет за собой возникновение опасных геологических

процессов и явлений (подтопление, просадки, набухание, активизация и образование оползней и др.). Здания и сооружения претерпевают деформации с нарушением устойчивости грунтов оснований строительных конструкций, за счет подтопления грунтовыми водами. При этом активизируется ряд санитарно-гигиенических и медико-биологических факторов, негативно воздействующих на здоровье человека и техногенно измененную экосистему в целом. Таким образом, прослеживается весьма тесная взаимосвязь между негативным изменением техноприродной обстановки и отрицательной динамикой показателей функционирования экосистем урбанизированных территорий.

Проанализировано развитие подтопления в отдельных микрорайонах г. Кишинева, для чего составлены карты глубин залегания уровней подземных вод до строительства (50-е годы) и после его завершения. Выявлены и охарактеризованы активные и пассивные факторы подтопления и их влияние на характер подтопления. Скорость подъема уровней подземных вод составляет 1,0-1,5 м, а в отдельных районах - до 2,0 м в год. Максимальная высота его подъема - 20-25 м. Величина установившегося уровня различна - 2,0 м и более и обусловлена влиянием пассивных факторов подтопления. Выполненные исследования позволили прогнозировать подтопление для незастроенных городских территорий. Отмечено, что подтопление сопровождается просадкой оснований зданий, активизацией оползней, заболачиванием территории. Дана оценка характера проявления просадочных и послепросадочных деформаций, где основной причиной просадки лессового основания является недоучет суффозионно-пластических деформаций, которые могут в 1-2 раза превышать провальную просадочность, выявленную по ГОСТ 23161-78.

Исследованы неблагоприятные геологические и биологические факторы, ухудшающие экологическую обстановку на территориях городских агломераций при техногенных трансформациях природной среды. Основными медико-биологическими и санитарно-гигиеническими факторами опасности негативных изменений условий жизнеобитания населения, являются: *повышенная влажность оснований фундаментов зданий и сооружений, утечки из водопроводящих коммуникаций, соответственно повышенная влажность комнатного воздуха, грибковое загрязнение, плесень, увеличение популяций кровососущих комаров.*

Для адекватной оценки опасности негативных эффектов в толщах грунтов с особыми составом и свойствами важны исследования геодинамики литосферы (для выявления механизмов ее природного и техногенно-

го влияния на условия существования биоценозов, включая человеческое общество), оценка устойчивости территорий к возникновению неблагоприятных геологических процессов и уровня дискомфорта проживающего населения.

Для оценки устойчивости геологической среды Молдовы, составным компонентом которой являются просадочные и набухающие породы, изучались и анализировались следующие природные факторы: геологическое строение и тектоника; генетический тип и возраст отложений; условия их залегания; особенности распространения и состава; физические свойства пород; показатели просадочности и набухаемости образцов пород и их массивов с многослойным и сравнительно простым строением; изменчивость свойств в плане и по глубине; природные условия естественной дренированности территории; особенности рельефа и геоморфологии.

Активные факторы природной опасности и риска, влияющие на устойчивость геологической среды (утечки, статические и динамические нагрузки на грунты и др.), существенно осложняют инженерное освоение территорий и проявляются сразу после начала строительства. Степень устойчивости геологической среды определяется наличием пассивных (природных и техноприродных) факторов. От наличия последних зависит уровень относительной биологической дискомфорта геологической среды для населения. Анализ пассивных факторов, определяющих устойчивость геологической среды на территории г. Кишинева в комплексе с оценкой санитарно-гигиенических условий и медико-биологических последствий для проживающего населения, позволил выделить три типа территорий по уровню относительной биологической дискомфорта: относительно комфортные территории, территории средней дискомфорта и территории высокой дискомфорта.

*Относительно комфортные* территории сложены преимущественно лессовыми породами I типа по просадочности с мощностью просадочной толщи менее 10 м, подстилаемыми песками. Территории преимущественно неподтопляемые, либо IV типа по потенциальной подтопляемости (в соответствии со СНиП 2.02.01-83). Набухающие глины, как правило, отсутствуют. Вследствие инженерного освоения ожидаемые медико-биологические и санитарно-гигиенические последствия весьма минимальные, так как просадки оснований сооружений, вследствие хорошей дренированности территории и высоких значений начального просадочного давления лессовых пород могут иметь единичный характер и связаны, в ос-

новном, с некачественным выполнением работ по подготовке лессовых оснований.

*Территории средней дискомфортности.* К данному типу относятся сильно- и среднеподтопляемые участки, сложенные лессовыми породами преимущественно I типа по просадочности с мощностью просадочной более 5 м, (I, II, III типы по потенциальной подтопляемости) или средне- и слабонабухающими глинами II и III типа устойчивости к обводнению (по классификации Ю.И. Олянского) залегающими в границах зон активной инженерной деятельности. Медико-биологические и санитарно-гигиенические последствия освоения данных территорий довольно существенны и связаны с просадкой и набуханием грунтов в основании сооружений, подтоплением и заболачиванием. На крутых склонах, сложенных средненабухающими и сильнонабухающими глинами, возможно образование оползней, что широко наблюдается в Центральной Молдове. Поддержание баланса компонентов природной среды таких территорий требует выполнения комплекса мероприятий по недопущению просадочности и набухаемости, подтопления, оползней и др.

*Территории высокой дискомфортности.* К ним относятся потенциально подтопляемые участки, сложенные лессовыми породами II типа по просадочности и сильно набухающими глинами I и II типа устойчивости к обводнению. Данные территории являются наиболее уязвимыми в экологическом отношении, медико-биологические и санитарно-гигиенические последствия весьма серьезны. Даже незначительное повышение влажности лессовых и непросадочных глинистых пород может привести к весьма серьезным деформациям инженерных сооружений. В условиях недостаточной естественной дренированности любое освоение земель, характеризующихся наличием многослойной лессовой толщи будет сопровождаться подтоплением вплоть до заболачивания. Это, в свою очередь, приводит к возникновению опасных геологических процессов и явлений: просадкам, набуханию, оползанию бортов карьеров и котлованов и др. и ухудшает условия жизнеобитания населения. Наиболее опасными с данных позиций являются регионы, пораженные формами западного микрорельефа.

Разработанная схема геоэкологического зонирования массивов набухающих и просадочных пород территории междуречья Прут-Днестр и карты районирования по уровню относительной биологической дискомфортности геологической среды с учетом геоэкологических и санитарно-гигиенических факторов техноприродной опасности позволяют адекватно оценить возможность и параметры безопасного для человека развития урбанизированных территорий



## ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА МИРОВЫХ ЗАПАСОВ АКВАЛЬНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ГАЗОГИДРАТОВ

*А.Е. Воробьев, Е.В. Чекушина*

Российский университет дружбы народов, г. Москва,

*А. Болатова*

ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, Казахстан,

*Г.Ж. Молдабаева*

КазНТУ, г. Алматы, Казахстан,

Актуальность газогидратной тематики обусловлена тем, что в настоящее время потребление всех видов ресурсов (в том числе и энергетических) растет экспоненциально (табл. 1).

Таблица 1

### Потребление энергии на одного человек (ккал/сут)

<i>Период</i>	<i>Величина потребления</i>
Каменный век	4000
Аграрное общество	12000
Индустриальная эпоха	70000
Наше время	250000
XXI век (прогноз)	300000

Первоначально (примерно 500000 лет назад) человек использовал только мускульную энергию. В дальнейшем (несколько тысяч лет назад) он перешел на древесину и органические вещества. 100 лет назад центр тяжести энергопотребления сместился в сторону угля. 70 лет назад – в сторону угля и нефти. А последние 35 лет этот центр тяжести оказался прочно связан с триадой "уголь – нефть – газ".

По имеющимся прогнозам (табл. 2), несмотря на все продолжающееся развитие исследований по эффективному использованию альтернативных источников энергии (солнечной, ветровой, приливной и геотермальной), углеводородные виды топлива по-прежнему сохранят и, в обозримом будущем, даже существенно увеличат свою и так значительную роль в энергетическом балансе человечества.

Исследование выполнено по Государственному контракту № П1405 от 03 сентября 2009 г. в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. - мероприятия № 1.2.1 - Проведение научных исследований научными группами под руководством докторов наук по НИР «Разработка эффективных методов поиска, разведки и экологически безопасного освоения месторождений (залежей) газогидратов оз. Байкал, Телецкое (Россия) и оз. Иссык-Куль (Кыргызстан)». Руководитель – д.т.н., проф. А.Е. Воробьев (РУДН)

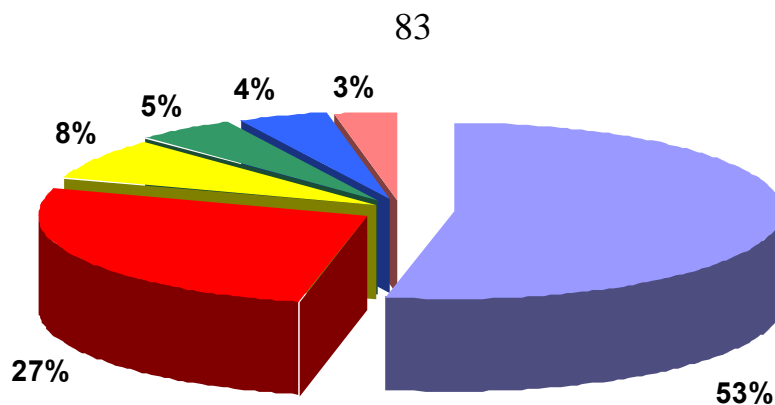
Таблица 2

### Вклад различных источников энергии в мировой энергобаланс (%)

<i>Вид энергии</i> <i>Период</i>	<i>Мышечная энергия</i>	<i>Органические вещества</i>	<i>Древесина</i>	<i>Уголь</i>	<i>Нефть</i>	<i>Природный газ</i>	<i>Водная энергия</i>	<i>Атомная энергия</i>	<i>Нетрадиционные источники</i>
500000 тыс.лет до н.э.	100								
2000 тыс.лет до н.э.	70	25							
Около 1500 г. н.э.	10	20	70						
1910 г.			16	65	3				
1935 г.				55	15	3	5		
1972 г.				32	34	18	5	1	
1987 г.				25	38	24	4	8	1
2002 г.				24	37	24	3	12	2
2030 г. (прогноз)				21	25	31	3	17	3

Современный мировой энергетический рынок характеризуется следующими показателями.

Разведанные запасы по состоянию на конец 2008 г. составляли: нефть – 169 млрд.т, газ – 177 трлн. м<sup>3</sup>, уголь – 848 млрд.т. При этом общее содержание метана в газогидратных залежах на два порядка превышает его суммарный объем в традиционных извлекаемых запасах, оцениваемых в 250 трлн. м<sup>3</sup> (рис. 1). Иначе говоря, гидраты могут содержать 10 трлн. т углерода, т.е. в два раза больше, чем вместе взятые мировые запасы угля, нефти и обычного природного газа.



**Рис. 1. Содержание углерода в известных мировых запасах углеводородов:**

- Газовые гидраты
- Разведанные и неразведанные ресурсы угля, нефти и газа
- Почва
- Растворенное в море органическое вещество
- Наземная растительность
- Торф, детритовое органическое вещество, атмосфера и морские

Общемировое производство нефти в 2007 г. составило 3906 млн. т, продуктов нефтепереработки – 3762 млн.т., угля – 3136 млн.т н.э., газа – 2940 млрд.м<sup>3</sup>. При этом энергопотребление (primary energy) в мире равнялось 11099 млн.т н.э.: включая 3953 млн. т нефти, 3178 млн.т н.э. угля, 2922 млрд. м<sup>3</sup> (2638 млн.т. н.э.) газа, 709 млн.т н.э. гидроэнергии и 622 млн.т н.э. атомной энергии.

Что касается прогноза мирового потребления энергии на 2020 г., то согласно оценкам Международного энергетического агентства (МЭА), ее совокупное потребление составит 13300-14400 млн.т н.э.: нефти – 4600-5100 млн.т н.э., газа – 3600-3800 млрд. м<sup>3</sup> (3250-3450 млн.т н.э.), угля – 2700-3200 млн.т н.э., атомной энергии - 780-820 млн.т н.э. и гидроэнергии – 320 млн.т н.э.

Одной из основных проблем современной энергетики является неизбежное сокращение в средне- и долгосрочной перспективе запасов основных традиционных ее источников получения (в первую очередь, нефти и газа).

При этом продуктивность разрабатываемых месторождений углеводородов неуклонно снижается, новые крупные месторождения открываются все реже, а использование угля наносит существенный ущерб окружающей среде.

Поэтому и приходится разрабатывать труднодоступные залежи нефти и газа в суровых природно-климатических условиях, на больших глубинах и, кроме того, обращаться к *неконвенциональным* углеводородам (нефтяные пески и горючие сланцы). Все это, значительно увеличивая стоимость получаемой энергии, так и не решает окончательно существующую проблему.

В связи с имеющейся ограниченностью и невосполнимостью традиционных ресурсов природного (горючего) газа, а также с растущим в XXI в. спросом на этот энергоноситель, человечество вынуждено обратить внимание на его значительные ресурсы, заключенные в *нетрадиционных источниках*, и прежде всего, природных газовых гидратах.

Согласно современным геологическим данным в донных осадках морей и океанов в виде твердых газогидратных отложений находятся огромные запасы углеводородного газа. Так, потенциальные запасы метана в газогидратах оцениваются величиной  $2 \times 10^{16} \text{ м}^3$ .

УДК 662.51:556.3:550.42

## **ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ГУКОВСКОГО РАЙОНА ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА**

*А.И. Гавришин, Н.А. Новикова*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), Новочеркасск,

В настоящей работе изучены основные закономерности и факторы формирования химического состава грунтовых вод каменноугольных отложений по результатам опробования источников и колодцев за 20-летний период (50 – 60<sup>е</sup> годы 20<sup>го</sup> столетия), когда угледобывающая промышленность интенсивно развивалась и по результатам анализов вод из скважин и колодцев, опробованных в 2006-2007 г.г., когда большинство угольных шахт было ликвидировано.

Выявление и количественное описание гидрогеохимических закономерностей выполнено с применением компьютерной технологии AGAT-2, реализующей G-метод классификации многомерных наблюдений (выделение однородных совокупностей), который основан на оригинальном критерии  $Z^2$  –Гавришина.

Параметры распределений содержаний химических компонентов грунтовых вод каменноугольных отложений Гуковского района за период 50-х

и 60-х годов 20-го века приведены в табл. 1 (опробовано 107 источников и колодцев), за период 2006-2007 г.г. (опробовано 80 скважин и колодцев).

Таблица 1

**Химический состав грунтовых вод каменноугольных отложений  
Гуковского района (за период 50-х и 60-х годов 20-го века)**

Компонент	$\bar{X}$	<i>Me</i>	$X_{min}$	$X_{max}$	<i>S</i>
<i>pH</i>	7.4	7.5	6.60	8.2	0.28
$HCO_3$	356	360	164.8	561	72
$SO_4$	518	484	27.0	1659	297
<i>Cl</i>	86	52	10.6	709	94
<i>Ca</i>	141	139	42.1	453	67
<i>Mg</i>	54	52	3.7	135	25
<i>Na</i>	190	187	8.0	489	103
<i>M</i>	1248	1191	300.0	2853	512

В среднем по составу грунтовые воды каменноугольных отложений района гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые второго типа по О.А. Алекину со средней минерализацией 1.25 г/л (табл.1). Наиболее сильные связи с минерализацией образуют ионы: сульфат ( $r=0,91$ ), магний (0,85), кальций (0,76) и натрий (0,73); т.е. наиболее тесную по связям группу составляет  $SO_4 - Ca - Mg$ .

Применение G-метода классификации многомерных наблюдений позволило выявить четыре варианта закономерных изменений химического состава грунтовых вод района. По компьютерной технологии AGAT-2 выделено 19 однородных гидрогеохимических видов грунтовых вод, которые на графиках «минерализация – содержание иона» образуют четыре четко выраженные варианта изменений содержания ионов по мере роста общей минерализации, которые обобщены в табл. 2 (за период 50-х и 60-х годов) и в табл. 3 (за период 2006-2007 г.г.)

Таблица 2

**Средний состав гидрогеохимических вариантов грунтовых вод  
Гуковского района (мг/л, %-моль)**

Вариан	<i>pH</i>	$HCO_3$	$SO_4$	<i>Cl</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>	<i>M</i>
1	7,5	344	449	74	140	48	154	1094
		33	55	12	40	23	37	
2	7,4	333	917	79	207	85	244	1793
		20	71	8	38	26	37	
3	7,2	387	543	232	162	73	247	1602
		26	47	27	33	25	42	
4	7,4	366	237	54	61	22	189	800
		48	40	12	24	14	62	
Район	7,4	356	518	86	141	54	190	1248
		31	57	13	36	23	41	

Первый вариант гидрогеохимической зональности отражает типичный процесс преобразования химического состава подземных вод по мере роста минерализации под влиянием многочисленных природных факторов от сульфатно-гидрокарбонатных натриево-кальциевых к гидрокарбонатно-сульфатным кальциево-натриевым.

Таблица 3

**Средний состав гидрогеохимических вариантов грунтовых вод  
Гуковского района (мг/л, %-моль)**

Вариан	pH	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Ca	Mg	Na	M
1	7,2	429,5	193	34,4	109,9	42,1	69,7	663,5
		59	33	8	45	30	25	
2	7,1	807	1919	87,1	333,5	127,6	652,6	3521
		24	71	5	30	20	50	
3	7,2	821,5	1366	263	326	94,8	579,5	3045
		27	58	15	33	16	51	
4	7,1	608,5	466	85,3	197	41,6	201,5	1300
		45	44	11	45	15	40	
Район	7,1	720,6	1344,8	105,8	277	96,1	482,3	2666
		28	65	7	32	19	49	

Воды первого варианта в среднем по составу гидрокарбонатно-сульфатные натриево-кальциевые с минерализацией 0,66 – 1,5 г/л; в формировании состава вод наиболее существенную роль играет сульфат-ион ( $r=0,96$ ;  $b=0,48$ ), но гидрокарбонаты и хлориды тоже имеют важное значение; среди катионов угловой коэффициент наибольший у Na ( $b=0,79$ ), коэффициент корреляции наиболее высок также у Na ( $r=0,79$ ) его среднее содержание составляет 37 %-моля (табл.2) и 25 %-моля (табл. 3).

В формировании состава вод второго гидрогеохимического варианта (по составу сульфатные магниевые-натриево-кальциевые и магниевые-кальциево-натриевые) еще более повышается роль сульфат-иона, содержание которого в среднем более чем в два раза выше, чем в первом варианте. Воды варианта изменяются от гидрокарбонатно-сульфатных до сульфатных смешанного катионного состава с минерализацией до 2,0 г/л. Такая высокая и ведущая роль сульфат-иона во втором гидрогеохимическом варианте объясняется не природными факторами, а все возрастающим влиянием состава сульфатных шахтных вод на состав грунтовых вод на площадях вблизи отработки угольных месторождений. Этот фактор со временем приобретает все большее значение, особенно в связи с ликвидацией угольных шахт, затоплением выработанного пространства, резким подъемом уровней подземных вод и формированием потоков регионального загрязнения (табл. 3).

Образование химического состава вод третьего гидрогеохимического варианта (табл. 2, 3), которые имеют повышенную минерализацию (до 2,5-

3,0 г/л) и содержание хлор-иона (до 0,4 г/л) происходит под влиянием минерализованных хлоридных натриевых подземных вод, формирующих прямую гидрогеохимическую зональность региона (в среднем по составу гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные магниевые-кальциевые-натриевые). На втором месте в формировании третьего варианта стоит влияние шахтных вод второго и третьего направления изменения их состава, о чем свидетельствуют повышенные содержания хлор- и сульфат-иона (до 1,0 г/л).

По четвертому варианту формируются оригинальные сульфатно-гидрокарбонатные натриевые воды (табл.2,4) содового типа с минерализацией 0,35 – 1,2 г/л ( $r \text{ HCO}_3 > r \text{ Ca} + r \text{ Mg}$ ). В составе грунтовых вод помимо сульфат-иона значительную роль начинают играть гидрокарбонат-ион ( $r=0,97$ ,  $b=0,27$ ) и натрий ( $r=0,99$ ,  $b=0,34$ ).

В целом, если проследить изменение химического состава вод каменноугольных отложений во времени, можно сказать что произошло замещение природных вод потоками загрязненных вод, образовавшихся под влиянием как угледобычи, так и особенно в период бесконтрольной ликвидации угольных шахт.

Таким образом, при детальном анализе закономерностей формирования химического состава грунтовых вод каменноугольных отложений Восточного Донбасса с помощью G-метода многомерного классификационного моделирования количественно описана роль в этом процессе природных факторов (первый гидрогеохимический вариант), влияние угледобывающего комплекса (второй и, частично, третий варианты) и вертикальной гидрогеохимической зональности (третий и четвертый варианты). Происхождение грунтовых вод содового состава, частично, связано с проявлением обратной гидрогеохимической зональности, которая формируется под влиянием испарительно-конденсационных процессов в системе «вода-газ» и свидетельствует о возможном наличии в регионе нефтегазовых скоплений, которые уже открыты в соседней зоне мелкой складчатости Восточного Донбасса.

УДК 502.7:502.55

## **ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВОЗДУХА КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ**

*А.А. Горюнкова*

Тульский государственный университет

Проблема контроля загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами, в том числе и опасными химическими веществами, территорий

как одного из видов природных ресурсов приобретает в последнее время все большее значение.

В настоящее время особое внимание уделяется решению комплексной фундаментальной научной проблемы мониторинга и прогнозирования загрязнения атмосферы опасными химическими веществами крупных промышленных городов, разработке технологий предупреждения проявления опасных для здоровья населения уровней загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха, разработке прикладных моделей загрязнения атмосферного воздуха, мониторинга и контроля.

На основе теоретических исследований создан инструмент организации и управления рациональным природопользованием в виде автоматизированной системы поддержки принятия решений при загрязнении атмосферы опасными химическими веществами, которая послужит основой для выработки универсальных решений по повышению качества воздуха на предприятиях и промышленных регионах, а так же обеспечению рационального природопользования. В социальном плане это способствует обеспечению прав человека на высокое качество жизни в благоприятной окружающей природной среде.

Широкое распространение и высокий уровень развития вычислительной техники и информационных технологий в современном обществе позволяет автоматизировать выполнение ряда задач в различных сферах деятельности человека. Применение информационных технологий позволяет сократить время и трудоемкость выполнения конкретной задачи за счет автоматизации вычислительных процессов, часто повторяющихся операций и другой рутинной работы.

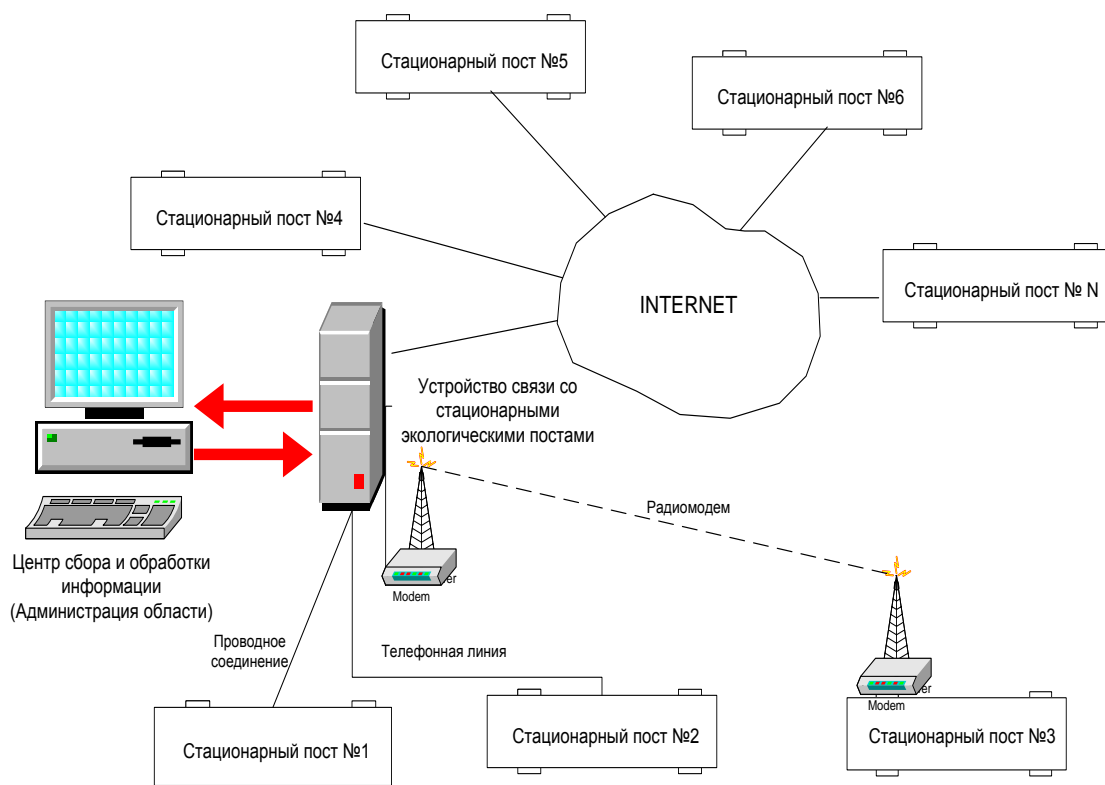
Автоматизированная система поддержки принятия решений при загрязнении атмосферы опасными химическими веществами является частью экологического мониторинга. Проблема экологического мониторинга состояния окружающей среды в настоящее время становится все более актуальной.

Автоматизированная система позволяет осуществлять сбор, обработку информации о загрязняющих атмосферу веществах, в том числе и опасных химических веществах, моделировать аварийные ситуации, прогнозировать загрязнение окружающей среды, а также оперативно принимать управленческие решения, от исполнения которых напрямую зависит здоровье и экологическое благополучие населения.

Автоматизированная система поддержки принятия решений при загрязнении атмосферы опасными химическими веществами является частью автоматизированной системы экологического мониторинга, постро-



енную на базе автоматических станций контроля состояния атмосферного воздуха, укомплектованных современными газоанализаторами отечественного производства, диспетчерского пункта с современной компьютерной техникой и соответствующим программным обеспечением для осуществления сбора, обработки и визуализации информации о степени загрязнения воздуха.



### **Структура автоматизированной системы поддержки принятия управленческих решений при загрязнении атмосферы опасными химическими веществами**

Программное обеспечение системы представляет собой программно-аппаратный комплекс «Экомонитор» для проведения автоматического мониторинга состояния атмосферы, программу «Эмиссия», которая позволяет по данным об источниках выброса примесей и условиях местности рассчитывать концентрации примесей в приземном слое атмосферы территории промышленными предприятиями и программный модуль поддержки принятия управленческих решений при авариях с выбросом в атмосферу аварийно химически опасных веществ.

Статья подготовлена по результатам Государственного контракта П619 «Проведение поисковых научно-исследовательских работ по теме «Разработка технологий мониторинга и прогнозирования загрязнения ат-

мосферы крупных промышленных городов» в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

#### Литература

1. Автоматизированная система поддержки принятия решений по ликвидации чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах / А.А. Горюноква [и др.] // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» (<http://ipb.mos.ru/ttb>) – Выпуск №1 (35) - февраль 2011.-8 с.
2. Зуйкова А.А. (Горюноква А.А.) Компьютерное моделирование распространение загрязняющих веществ в атмосфере / В.М. Панарин, В.С. Павлова, А.А. Зуйкова // Вестник компьютерных и информационных технологий. – № 6 (48). – 2008. – С.15-18.

УДК 504.75.05

### **ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА БАССЕЙНА И АКВАТОРИИ АЗОВСКОГО МОРЯ**

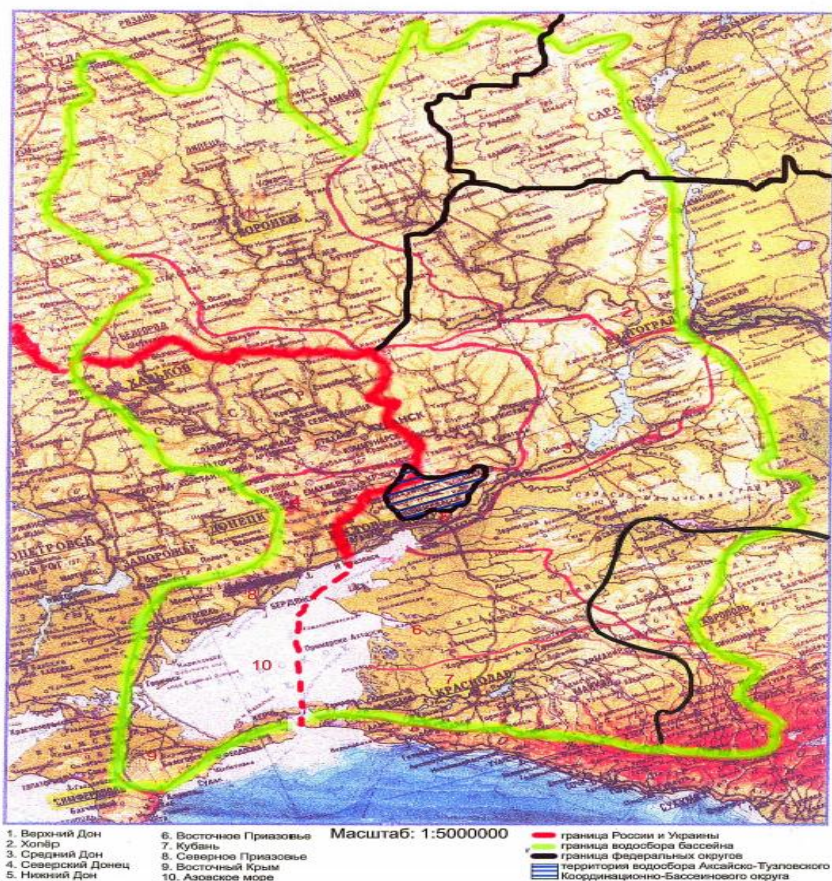
*Данилов В.В., Нырков Е.А., Сидоренко П.Ф.*

ООО НПП «ВНИКО», г. Новочеркасск, Россия

Азовское море – уникальный природный объект с территорией водосбора общей площадью 0,6 млн. кв. км, площадью акватории 0,04 млн. кв. км с населением более 30 млн. человек, чья судьба зависит от хозяйствования 16 субъектов России и 6 субъектов Украины, полностью, либо частично, расположенных на территории его водосбора (рис. 1), продолжает деградировать по Аральскому варианту [2].

При этом, снижается речной сток главных водных артерий, рек Дона и Кубани, ухудшается качество речных вод, особенно средних и малых рек Приазовья: Салгир, Молочная, Берда, Кальмиус, Миус, и др. рек. Проблема усугубляется отсутствием методологии учёта количества и качества склоновых стоков с территории населённых пунктов, промышленных зон, сельскохозяйственных, в т.ч. и орошаемых территорий. Не изучено влияние дренажных вод всех видов, прежде всего, от рисовых систем Кубани и Северо-Крымского канала в Крыму [1].

Трагическая судьба Аральского моря обусловлена непониманием рекомендаций специалистов, недооценкой значимости и первичности законов Природы над экономическими императивами. Пять среднеазиатских республик, ныне суверенных государств, не смогли договориться о единой для всех экополитике в поведении на водосборе Аральского моря. Итог – вместо моря – три небольших солёных водоема.



**Рис. 1. Обзорная картосхема водосбора бассейна Азовского моря**

Анализ показывает [1], что каждый из субъектов имеет риски потенциально опасных объектов или уже вносит свой негативный вклад в деградацию Азовского моря. Волгоградская и Ростовская области ответственны за состояние Цимлянского водохранилища, Воронежская и Ростовская области содержат атомные станции и города–миллионники вместе с их промышленными и хозяйственными стоками. Краснодарский край, поднимает урожайность рисовых систем подкормкой ядохимикатами (аналогично хлопководству в Средней Азии). Серьезными факторами загрязнения и деградации бассейна «Азовии» являются:

- все виды стоков 2-х миллионного Харькова и области;
- промстоки перенаселённого Донбасса с плотностью населения, превышающей 200 чел. на кв. км. (Донецкая область);
- подтопление и загазованность метаном территорий ликвидируемых шахт;
- использование Мариуполем на охлаждение процессов металлургии и коксохимии 1 куб. км. воды Азовского моря.

В таблице 1 приведены данные ориентировочных экспертных оценок состояния геосфер на территории водосбора и акватории Азовского моря.

**Ориентировочная экспертная оценка состояния геосфер  
на территории водосбора и акватории Азовского моря**

Геосферы\бассейны		Недра	Почвы	Биота	Вода	Воздух	Среднее
1	Верхний Дон	4	4	4	4	4	4,0
2	Хопер	4	3	3	3	4	3,4
3	Средний Дон	4	4	4	3	4	3,8
4	Северский Донец	2	2	2	2	2	2,0
5	Нижний Дон	3	3	3	2	2	2,6
6	Восточное Приазовье	3	3	3	3	4	3,2
7	Кубань	3	4	4	4	4	3,8
8	Северное Приазовье	2	2	2	2	2	2,0
9	Восточный Крым	3	3	2	2	4	2,8
10	Азовское море	3 (дно)	3	3	3	4	3,2
11	Средневзвешенная оценка	3,1	3,1	3,0	2,8	3,4	3,1

Районирование проведено по бассейновому принципу) по трех балльной системе, где оценка из трех баллов: плохо – 2, удовлетворительно – 3, хорошо – 4 (оценки носят ориентировочный характер из-за недостаточной изученности объектов).

Из этого следует, что наиболее низкие суммарные оценки имеют бассейны Северского Донца и Северного Приазовья. Самыми чистыми являются территории бассейнов Верхнего Дона и горной части Кубани.

Таким образом, необходимо решать очень сложную многофакторную межрегиональную, межгосударственную проблему. Без проведения углубленных научных исследований и совместных работ экологов, экономистов, водников, гидрогеологов, и других специалистов; - участия исполнительной и законодательной ветвей власти субъектов и муниципальных образований, бизнес-сообщества, общественных организаций, СМИ и, наконец, без принятия решений на межгосударственном уровне о единой для всех экополитике в поведении на водосборе Азовского моря – экоцид Азовскому морю гарантирован.

В качестве примеров рассогласованного хозяйствования можно привести следующие:

1. Проект расчистки реки Сал (до границы с Калмыкией).
2. Проект расчистки реки Тузлов (до границы с Украиной).
3. Приказ Минрыбвода «О запрете лова чехони и берша в Цимлянском водохранилище» (до границы с Волгоградской частью водохранилища).
4. Отсутствие совместных Кубано-Крымских эколога - экономических проектов по строительству моста Крым-Кубань и гидротехнических со-

оружений регулирования водообмена между Азовским и Черным морями и многие другие. Для понимания существующих проблем и наработки технологий по их исправлению нужна совместная координационно-управленческая российско-украинская структура.

В идеале, целесообразно объединить усилия всех административных структур, расположенных на территории водосбора Азовского моря для создания и работы по внедрению концепции устойчивого развития во всех системах хозяйствования. Международным сообществом выработана технология создания трансрегиональных (трансграничных) структур на основе совместного природообустройства территории водосбора трансграничного бассейна, как единого природного объекта [1]. Примеры: бассейн Рейна (Франция, Германия), бассейн Одра (Чехия, Польша, Германия), Великие Озера (Канада, США), и др.

Для решения подобных проблем, разумно сформировать Правительствам России и Украины трансрегиональную структуру «**Экосоюз АЗОВИЯ – XXI ВЕК**» - целенаправленно занимающуюся решением вывода Азовского моря из условий бедствия. Инструментом организации трансрегиональной бассейновой структуры предлагается создание **Агентства Устойчивого Развития АЗОВИИ (АУРА)**.

#### Литература

1. Хартия Земли (Декларация). – Париж, ЮНЕСКО, 14 марта 2000 года.
2. Научная основа стратегии устойчивого развития Российской Федерации: Издание Государственной Думы. – Москва, 2002.

УДК 504:574

## **РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ г. НОВОЧЕРКАССКА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Г.Н. Данилова, Г.Н. Земченко*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск,

С середины 90-х годов XX века в г. Новочеркасске значительно возросло внимание к экологическим проблемам и выяснению причинно-следственных связей между состоянием окружающей среды и здоровьем населения. С этой целью были проведены работы по крупномасштабному картированию и оценке состояния объектов окружающей среды (геологическая среда, почва, поверхностные воды) и здоровья населения. По результатам этого комплекса исследований был составлен «Экологический

паспорт города», проведена экологическая экспертиза нового микрорайона «Восточный», издана монография [1].

Состояние окружающей среды г. Новочеркаска определяется рядом специфических факторов, в том числе и таких, как наличие промышленных предприятий, насыщенность движения автотранспорта, недостаточное количество и плохое состояние зелёных насаждений, высокая степень подтопления городской территории и др. Основными загрязнителями окружающей среды в городе являются промышленные предприятия теплоэнергетики, цветной металлургии, машиностроения, химической промышленности. Существенный вклад в загрязнение окружающей среды вносит автотранспорт, выбросы которого из года в год увеличиваются. По данным городского мониторинга водные объекты г. Новочеркаска испытывают интенсивную нагрузку, особенно под влиянием ливневых стоков с территории города, которые поступают в водные объекты без очистки. Задача по уменьшению негативного воздействия техногенных факторов на окружающую среду г. Новочеркаска реализуется в целевой комплексной Программе. Она определяется как экономически обоснованная система мероприятий, увязанных по материальным, финансовым и трудовым ресурсам, имеющих административное, организационное, правовое и законодательное обеспечение и направленных на достижение чётко выраженной конечной цели улучшения экологического состояния территорий г. Новочеркаска.

Целевая программа состоит из 7 подпрограмм по различным средам и включает более 60 мероприятий. Головным исполнителем является администрация г. Новочеркаска. Выполнение целого ряда природоохранных мероприятий осуществляется за счёт средств крупных промышленных предприятий. Объём необходимого финансирования обеспечивается средствами бюджетов разного уровня (городского, областного, федерального), а также средствами промышленных предприятий. Например, за счёт средств предприятия теплоэнергетики проведена реконструкция электрофильтров с повышением эффективности очистки дымовых газов до 98,5 – 99%. Осуществлён перевод на газообразное топливо отдельных энергоблоков, введены мембранные технологии в системе водоподготовки.

Природоохранные мероприятия на предприятии ОАО «НЭЗ» направлены на снижение выбросов бенз(а)пирена, оксида углерода, пыли коксовой, диоксида азота, диоксида серы, сероводорода. Выброс бенз(а)пирена в результате реализации мероприятий снизился на 85%. Природоохранные мероприятия на ОАО «ПК «НЭВЗ» предусматривают строительство и реконструкцию газоочистных установок в чугунолитейном и сталеплавиль-

ном цехах, в результате которых существенно снизятся выбросы оксида углерода и пыли.

Подпрограммой общегородских мероприятий предусматривается строительство объездной дороги с мостовым переходом через р. Тузлов, которая позволит снять нагрузку с единственного в городе мостового перехода. Ряд мероприятий направлены на реконструкцию водопроводных очистных сооружений, совершенствование технологии очистки и обеззараживания питьевой воды, строительство водопроводных и канализационных систем, что сказывается не только на улучшении состояния поверхностных водотоков г. Новочеркаска, но и на качестве питьевой воды.

На основе проведённого специалистами города анализа состояния почв г. Новочеркаска и прилегающих сельскохозяйственных угодий обозначены деградационные ситуации и намечены мероприятия по улучшению их экологического состояния.

Анализом природной среды г. Новочеркаска установлено, что около 40% застроенной территории подвергается заболачиванию и интенсивному подтоплению грунтовыми водами с высокой минерализацией, агрессивностью и загрязнённостью техногенными продуктами, развитию просадочных процессов в основании зданий и сооружений. Эта подпрограмма включает создание управляемой инженерно-экологической системы, которая обеспечит регулирование уровня и гидрогеохимического режима грунтовых вод, солевого режима грунтов и почв, а также защиту рек бассейна р. Дон от загрязнения техногенными сточными водами.

Второе направление подпрограммы – разработка проекта защиты от подтопления кафедрального войскового Вознесенского собора, которая напрямую связана с сохранением памятника культуры и архитектуры республиканского значения. Другими подпрограммами общей Программы охвачены различные области социальной и культурной жизни населения города.

Социально-экологическая эффективность мероприятий Программы определяется снижением влияния экологически негативных факторов на окружающую среду, улучшения здоровья населения, быстротой окупаемости затрат на программные мероприятия. В итоге ожидается, что реализация в полной мере Программы позволит значительно улучшить и оздоровить экологическую ситуацию на территории г. Новочеркаска.

#### Литература

1. Экология Новочеркаска. Проблемы, пути решения. – Ростов-на-Дону. Издание СКНЦ ВШ. 2001. – С. 412.

## **ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РАСЧЕТА ЛЕДОВИТОСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И АВИАЦИОННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

*Романюк В.А.*

Сахалинский государственный университет

*Журавлев Г.Г.*

Томский государственный университет

Информация о состоянии и развитии ледяного покрова Дальневосточных морей имеет большое значение для изучения изменений регионального и глобального климата, для обеспечения безопасности судовой навигации и рыболовства, для освоения шельфовой зоны морей. Одним из главных показателей ледового режима моря является ледовитость, которая определяется, как процент покрытия льдом акватории моря. От данных по ледовитости с помощью эмпирических зависимостей можно перейти к данным о толщине, сплоченности льда, удаленности кромки от берегов и другим важным ледовым характеристикам.

Наиболее эффективным источником информации о перечисленных величинах являются данные дистанционного зондирования, роль которых существенно возросла в связи сокращением наземной сети гидрометеорологических станций и объемов авиационных наблюдений (с 1992 года регулярные авиационные наблюдения были прекращены). Учитывая достаточную точность привязки и дешифровки спутниковых данных, возможные ошибки представления положения кромки льда, вычисляемых значений ледовитости или площади зон тяжелого льда много меньше среднеквадратического отклонения этих величин, а ошибки наблюдений и фиксирования полей сплоченности, возраста и форм льда не превышают одного балла [1, 2]. Задачи интерпретации данных дистанционных неконтактных измерений чаще всего принадлежат к классу некорректных задач. Эта ситуация приводит к необходимости использовать дополнительные данные, различные для разных задач обработки. Поэтому в конце 1970-х гг. была принята концепция, согласно которой космическая система оперативного наблюдения Земли должна включать, как неотъемлемый элемент, подсистему сбора дополнительной (опорной и априорной) информации. Сбор подспутниковой информации проводится на постоянных, заранее выбранных тестовых участках специальных контрольно-калибровочных полигонов. В качестве дополнительной информации привлекаются при-



брежные радиолокационные и авианаблюдения за льдом, попутные судовые наблюдения, сведения, получаемые при исследованиях на ледовых полигонах, и т.д. При обработке, анализе и интерпретации спутниковых изображений и опорных данных на всех этапах работы очень важен учет региональных особенностей изучаемой акватории и оценка точности полученных результатов. К сожалению, спутниковые наблюдения не могут полностью заменить визуальные самолетные: не все элементы ледяного покрова определяются с необходимой точностью, дешифрирование снимков в значительной степени зависит от индивидуальных особенностей специалиста.

В зимний период постоянно лед наблюдается только в Татарском проливе и заливе Петра Великого, на остальной акватории лед, за исключением закрытых бухт и заливов, наблюдается не всегда. Самым холодным районом является Татарский пролив, где в зимний период формируется и локализуется более 90% всего льда, наблюдаемого в Японском море. В Японском море ледяной покров достигает максимального развития в середине февраля. В среднем льдом покрывается около 52% площади Татарского пролива и 56% площади залива Петра Великого. В Татарском проливе абсолютный максимум ледовитости (86,8% от площади пролива) был зафиксирован в зиму 1950 – 51 гг. В заливе Петра Великого этот максимум пришелся на зиму 1969 – 70 гг. (95% от площади залива). Минимум ледовитости в Татарском проливе зафиксирован в 1991 г. (23,7% от площади пролива) [3].

В данной работе приведена оценка точности расчётов ледовитости Японского моря по данным дистанционного зондирования Земли и авиационных наблюдений, которые считались опорными. В качестве исходных материалов были использованы результаты расчетов площади ледяного покрова для зимних сезонов в период с 1970-1971 по 1991-1992 гг. В исследуемые ряды были включены данные с месячной дискретностью, вычисленные как среднее арифметическое по результатам всех съемок, выполненных во второй декаде каждого календарного месяца ледового сезона. В таблице приведены результаты сравнения обработанных данных для акватории Японского моря за зимний период с 1971 по 1992 годы.

Разность спутниковых и авиационных наблюдений в Японском море в среднем за период с 1971 по 1991 годы составляет 12,4 тыс. км<sup>2</sup> (11,6% площади пролива) с пределами колебаний от 0,3 до 69 тыс. км<sup>2</sup>. Абсолютный размах колебаний уменьшается с декабря по апрель соответственно с 90 до 30 тыс. км<sup>2</sup>. По характеру образования (расхождений в данных) ошибок весь ряд наблюдений в Японском море можно разделить на два

периода: первый – со средним расхождением данных в 7,7 тыс. км<sup>2</sup> (с 1971 по 1984 гг.), второй – со средним расхождением данных в 21 тыс. км<sup>2</sup> (с 1985 по 1991 гг.), что вероятно связано с изменением макроциркуляции атмосферы на Дальнем Востоке.

Таблица

**Расхождение спутниковых данных и данных авиационных наблюдений в Японском море за период с 1971 по 1991 гг.**

Японское море	XII	I	II	III	IV	Среднее за сезон
<b>Расхождение в тыс. кв. км</b>						
среднее расхождение	13,6	14,3	18,3	10,4	5,5	12,4
минимальное расхождение	1,6	0,8	1,8	0,6	0,3	1
максимальное расхождение	69	48,4	50,6	38,8	16	44,6
<b>Расхождение в (%) от общей акватории</b>						
среднее расхождение	12,7	13,3	17,0	9,7	5,1	11,6
минимальное расхождение	1,5	0,7	1,7	0,6	0,2	0,9
максимальное расхождение	64,2	45	47	36	14,9	41,5

На рис. 1 для примера показана ледовитость Японского моря по данным авиационных наблюдений и спутникам за январь.



**Рис. 1. Ледовитость Японского моря по данным авиационных и спутниковых наблюдений**

Из рисунка видно, что ледовитость Японского моря при аппроксимации линейным трендом имеет небольшую тенденцию к снижению.

#### Литература

1. Плотников В.В. Изменчивость ледовых условий дальневосточных морей России и их прогноз. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 172 с.
2. Четырбоцкий А.Н., Плотников В.В. Ледяной покров Японского моря: анализ данных и моделирование. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 146 с.
3. Ростов И.Д., Юрасов Г.И., Рудых Н.И., Мороз В.В., Дмитриева Е.В., Набиуллин А.А., Храпченков Ф.Ф., Бунин В.М. Атлас по океанографии Берингова, Охотского и Японского морей. [Электронный ресурс]: Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток, 2003. URL: <http://www.pacificinfo.ru/data/cdrom>.

УДК 551.513.3

## **ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ ОБЪЕКТОВ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ (ОЦА) НАД ТИХИМ ОКЕАНОМ**

*Г.Г. Журавлев, О.А. Штейнле, В.А. Романюк*

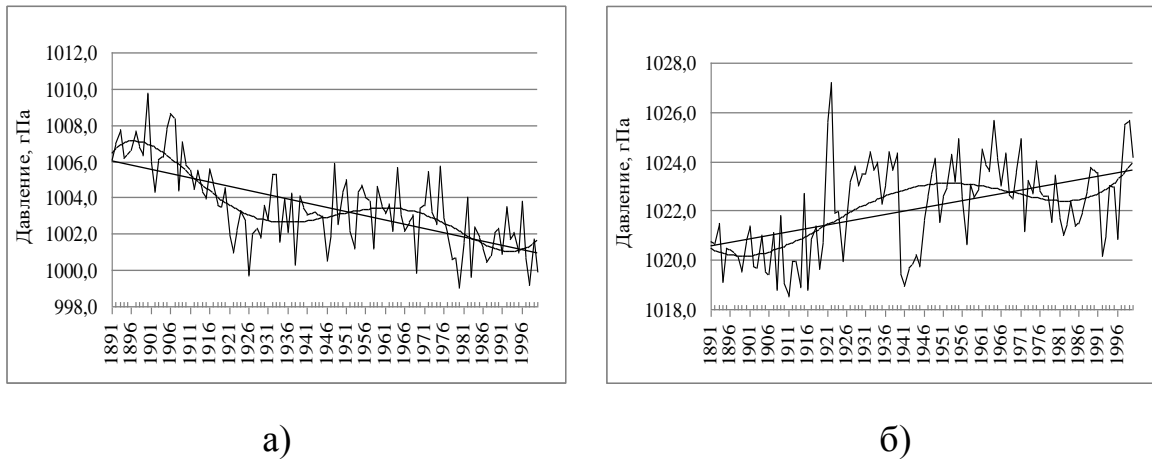
Томский государственный университет  
Сахалинский государственный университет

В настоящее время значительная часть объемов добычи углеводородов находится на шельфах морей. По мере снижения возможностей суши значение морской компоненты в этой стратегии значительно возрастает. Организация и развитие нефтегазовой добычи на шельфах арктических и дальневосточных морей осложняется комплексом географических и климатических факторов. На обустройство месторождений и их капиталоемкость оказывают влияние условия окружающей среды: температура, ветер, видимость, глубина моря, ледовитость акваторий и др. Изменение погодных условий, смещение ледовых массивов, появление айсбергов являются факторами риска при добыче углеводородов. Поэтому при проектировании и эксплуатации платформ на шельфе необходима режимная и прогностическая информация о гидрометеорологической и ледовой обстановке, которая определяется особенностями макроциркуляции атмосферы и океана, интенсивностью и взаиморасположением центров действия атмосферы (ЦДА).

Настоящая работа отражает результаты исследования изменчивости объектов общей циркуляции атмосферы (ОЦА) над Тихим океаном. Приводится оценка многолетних данных интенсивности и положения центров действия атмосферы (ЦДА) и глобальных климатических индексов, а также влияние указанных объектов ОЦА на восточные регионы России через муссонную циркуляцию.

Состояние атмосферы в северном полушарии над Тихим океаном формируется под действием следующих основных объектов ОЦА: Алеутский минимум, Гонолульский максимум, Северо-тихоокеанское колебание. Исследования изменчивости объектов ОЦА основаны на анализе многолетних рядов данных об их состоянии. Данными для анализа динамики Алеутского и Гонолульского ЦДА послужили среднегодовые и среднемесячные значения давления, широт и долгот в их центрах за период 1891–2000 гг [1,2,3,4].

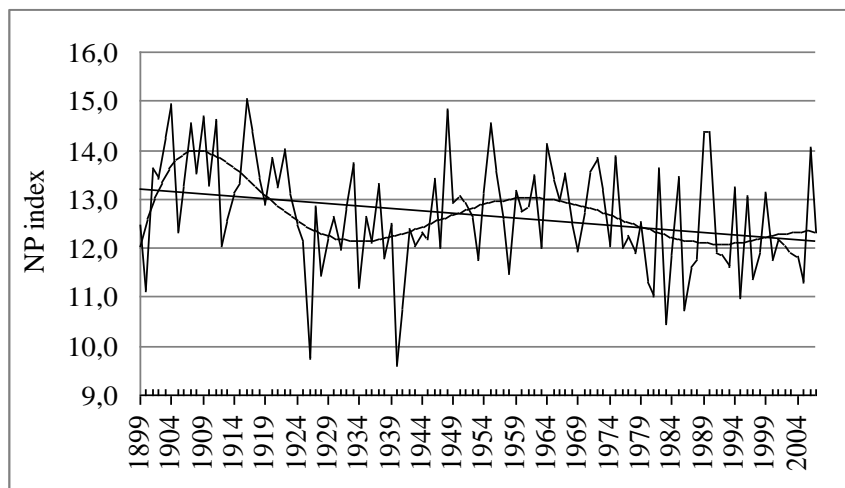
Исследование динамики индекса Северо-Тихоокеанского колебания проведено по данным за период 1900-2008 гг. [5]. Сравнительный анализ межгодовых колебаний интенсивности Алеутского минимума и Гонолульского максимума показывает, что в начале XX столетия оба ЦДА были ослаблены (рис.1). В это время ЦДА достаточно близко располагались друг к другу, т.к. Алеутский минимум смещался на юг, а Гонолульский максимум – на север.



**Рис. 1. Межгодовые колебания интенсивности**  
**а) Алеутского минимума, б) Гонолульского максимума**

В 20-е гг. XX века ЦДА начинают усиливаться и тенденция к усилению сохраняется по настоящее время. Одновременно с усилением интенсивности ЦДА удаляются друг от друга: Алеутский минимум перемещается на северо-восток, а Гонолульский максимум на юго-восток. Резкое понижение давления в Гонолульском максимуме с 1941 по 1946 гг. сопряжено с тем, что он снова сблизился с Алеутским минимумом (циклон переместился на юг, а антициклон – на север). В теплое полугодие циклонический центр заполняется, а антициклонический – усиливается. В холодное полугодие картина обратная. В среднем центр Алеутского минимума располагался на  $55^{\circ}$  с.ш.  $180^{\circ}$  долготы, Гонолульского максимума -  $34^{\circ}$  с.ш.  $145^{\circ}$  долготы.

Интенсивность циркуляции атмосферы в северной части Тихого океана характеризует северо-тихоокеанский индекс (NP индекс). Высокие значения индекса NP в начале столетия сменились низкими в 20-40-е годы (рис. 2), с минимумом в 1940 году (9,6) и были сопряжены с усилением ЦДА Северного полушария. В 40-60-е годы индекс растет, но в 70-80-е гг. на волне спада в 1983 г. он достигает своего второго минимума (10,5). Линейный тренд указывает на уменьшение индекса в рассматриваемый временной отрезок, а, следовательно, на повышение интенсивности северо-тихоокеанских ЦДА. В большей степени динамика NP соответствует динамике интенсивности Алеутского минимума. Восточные районы России испытывают влияние указанных объектов через интенсивность и выраженность муссонной циркуляции, которая, по данным некоторых исследователей, проявляется на достаточном удалении от береговой черты, вплоть до Байкала. Подробнее эта тема отражена в [6]. Можно отметить, что поздний летний муссон (начинается в июне) сопровождается более высокими значениями индекса NP, что указывает на ослабление в этот период северо-тихоокеанских ЦДА. Начало раннего муссона (начинается в марте) наоборот связано с низкими значениями индекса NP и соответственно с усилением ЦДА.



**Рис. 2. Внутривековая динамика индекса NP**

В сентябре (месяц наиболее частого начала зимнего муссона) индекс NP колеблется в достаточно большом диапазоне, следовательно, начало зимнего муссона связано с неустойчивым по интенсивности состоянием северо-тихоокеанских ЦДА.

Более тесные связи с северо-тихоокеанскими ЦДА обнаружены для летних муссонов. Продолжительность летнего муссона увеличивается, ес-

ли в момент его начала давление в Алеутском минимуме около нормы или выше нее, т.е. давление над океаном повышенное. Чем севернее и западнее (ближе к Евразии) относительно нормального положения сместится Алеутский минимум в месяц начала летнего муссона, тем продолжительнее будет муссон над Дальним Востоком.

Также продолжительность летнего муссона увеличится при усилении Гонолульского максимума и смещении его к северу относительно нормального положения в месяц начала муссона.

#### Литература

1. Каталог параметров атмосферной циркуляции. Северное полушарие. – Обнинск, 1988. – С. 420
2. Мониторинг общей циркуляции атмосферы. Северное полушарие//Бюллетень.1986 – 1990 гг. – Обнинск, 1992. – С.124.
3. Мониторинг общей циркуляции атмосферы. Северное полушарие//Бюллетень. 1991 – 1995 гг. – Обнинск, 1997. – С.134.
4. Мониторинг общей циркуляции атмосферы. Северное полушарие//Бюллетень. 1996 – 2000 гг. – Обнинск, 2002. – С.112.
5. Глобальные климатические индексы [электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis>
6. Штейнле О.А., Барашкова Н.К. Связи между состоянием объектов общей циркуляции атмосферы над Тихим океаном и муссонным режимом в Хабаровске// Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании`2010» . – Одесса, 20-27 декабря 2010. – 9-12 с.

УДК 556.166:502.1

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ САНИТАРНЫХ ЗОН ПРИ ВОДОЗАБОРЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

*Д.Ю. Иванова, Т.А. Кондюрина*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск  
Новочеркасская государственная мелиоративная академия

Качество воды, подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды, должно соответствовать требованиям ГОСТ 2874-82, поэтому для сохранения природного состава и качества подземных вод, исключения попадания в водоносный горизонт загрязняющих веществ, вокруг водозаборных скважин необходимо обеспечивать строительство и соблюдение зон санитарной охраны (ЗСО).

Прилагается расчет границ поясов ЗСО на примере участка водозабора Ново-Уренгойского линейно-производственного управления магистральных газопроводов расположенного на территории Пуртазовской промплощадки Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа.

Рассматриваемая территория находится в зоне северной тайги, в пределах Пуровско-Тазовской провинции лесной области Западно-Сибирской равнины. Климат территории района резко континентальный. Зима холодная, продолжительная (8 месяцев). Лето короткое, средней продолжительности (2,5 - 2,9 месяцев), умеренно прохладное с коротким безморозным периодом, сильными заморозками. Среднегодовая температура воздуха - 7,8°C. Средняя температура наиболее холодного месяца января -26,4°C. Среднегодовая скорость ветра составляет 6-7 м/с. Общее количество осадков составляет 565 мм.

В строении Западно-Сибирской платформы участвуют три структурно-геологических яруса. Породы нижнего и среднего ярусов залегают на значительной глубине. Сенноманский ярус верхнего отдела меловой системы представлен переслаиванием песков, песчаников, алевролитов и глин. Палеогеновая система в разрезе представлена темно-серыми и серыми глинами с маломощными прослоями песчаников. Четвертичные отложения представлены сложным комплексом песчано-глинистых, глинистых, песчаных и суглинисто-супесчаных отложений различного генезиса.

Для оценки защищённости водоносного горизонта от загрязнения с поверхности или из перекрывающего горизонта рассчитывается время просачивания:

$$t_0 = \frac{m_p^2 * n_p}{k_p * \Delta H} = \frac{13^2 * 0,1}{0,005 * 0,31} = 10903 \text{ (сут.)}$$

Активная пористость ( $n_p$ ) разделяющих глин рассчитана по эмпирической формуле П. А. Бецинского:  $n_p = 0,117 \sqrt[7]{k_p} = 0,117 \sqrt[7]{0,005} = 0,055 \sim 0,1$ . Разность уровней ( $\Delta H$ ) в питающем и основном горизонтах принята как понижение в эксплуатируемом горизонте:

$$\Delta H = S_{15} = \frac{Q}{4\pi km} \ln \frac{2,25 * at_{\text{э}}}{r^2} = \frac{114,97}{4 * 3,14 * 492} \ln \frac{2,25 * 2,3 * 10^5 * 9125}{15^2} = 0,31 \text{ м}$$

$Q$  – допустимый водоотбор, 114,97 м<sup>3</sup>/сут;

$t_{\text{э}}$  – время эксплуатации, 25 лет = 9125 сут;

$km$  – коэффициент водопроводимости целевого горизонта, 492 м<sup>2</sup>/сут ( $k=12$  м/сут; мощность питаемого пласта  $m=41$  м;  $km=k*m=12*41=492$ ).

Как следует из расчётов, на данном участке время возможного просачивания загрязнённых вод в эксплуатируемый водоносный горизонт при

производительности водозабора 114,97 м<sup>3</sup>/сут больше срока эксплуатации (9125 сут.), следовательно, водоносный горизонт является защищённым.

Второй и третий пояса зоны санитарной охраны могут быть установлены исходя из оценки времени движения в потоке подземных вод: для защиты от бактериального загрязнения время самоочищения воды

$T_2 = 200$  сут; для защиты от химического загрязнения время самоочищения воды  $T_3 = 25$  лет (9125 сут).

$q = km \cdot i = 492 \cdot 0,001 = 0,492$  - расход естественного потока.

$$X_p = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot q} = \frac{114,97}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,492} = 37,2 \text{ м} - \text{координата водораздельной точки,}$$

расположенной вниз по потоку,  $T = \frac{q \cdot T_{2,3}}{m \cdot n \cdot X_p}$  - приведенное время.

Расчет параметров второго пояса зоны санитарной охраны (ЗСО) следующий:  $T_2 = \frac{0,492 \cdot 200}{41 \cdot 0,11 \cdot 37,2} = 0,59$ ;  $R_2 = 1,5000$ ;  $r_2 = 0,7247$ ;  $d_2 = 1,0387$ .

Отсюда рассчитывается протяженность второго пояса зоны санитарной охраны: вверх по потоку  $R_2 = R_2 \cdot X_p = 1,5 \cdot 37,2 = 56 \text{ м}$ ; вниз по потоку  $r_2 = r_2 \cdot X_p = 0,7247 \cdot 37,2 = 27 \text{ м}$ ; половина ширины ЗСО  $d_2 = d_2 \cdot X_p = 1,0387 \cdot 37,2 = 39 \text{ м}$ .

Расчет параметров третьего пояса зоны санитарной охраны (ЗСО) следующий:

$$T_3 = \frac{0,492 \cdot 9125}{41 \cdot 0,11 \cdot 37,2} = 26,8; R_3 = 30,2288; r_3 = 1; d_3 = 3,0045.$$

Отсюда рассчитывается протяженность третьего пояса зоны санитарной охраны: вверх по потоку  $R_3 = R_3 \cdot X_p = 30,2288 \cdot 37,2 = 1125 \text{ м}$ ; вниз по потоку  $r_3 = r_3 \cdot X_p = 1 \cdot 37,2 = 37 \text{ м}$ ; половина ширины ЗСО  $d_3 = d_3 \cdot X_p = 3,0045 \cdot 37,2 = 112 \text{ м}$ .

*Характеристика санитарного состояния источника водоснабжения.*  
В пределах первого пояса ЗСО площадка скважин по периметру должна иметь ограждение. Над скважинами необходимо установить отапливаемые павильоны. Водозаборные скважины оборудованы приборами. Устья скважин герметичные. Территория первого пояса спланирована для отвода поверхностного стока за её пределы. На территории первого пояса отсутствуют объекты, не относящиеся к эксплуатации водозабора, отсутствует загрязнение отходами, химреагентами, сточными водами, продуктами ГСМ (табл. 1).



**Качественный состав воды скважин рассматриваемого водозабора**

№ п/п	определяемые вещества	водозаборный участок Ново-Уренгойского ЛПУМГ				гигиенический норматив (не более)	
		19 июля 2010 г.		16 марта 2010 г.		2 кл.	3 кл.
		скв. № 1	скв. № 2	скв. № 1	скв. № 2		
1.	запах, балл	2	2	2	3	2	2
2.	привкус, балл	2	2	2	3	2	2
3.	цветность, градус	9,0±5,0	8,0±4,0	25,0±4,0	23,0±3,0	20,0	50,0
4.	мутность, мг/л	1,5±0,2	1,4±0,1	2,06±0,29	1,74±0,24	1,5	10,0
5.	водородный показатель, ед. рН	6,5±0,1	6,5±0,1	6,4±0,1	6,4±0,1	6,0-9,0	6,0-9,0
6.	жесткость общая, °ж	1,3±0,07	1,1±0,06	1,25±0,09	1,2±0,1	7,0	7,0
7.	нефтепродукты (суммарно), мг/л	0,062±0,031	0,06±0,03	-	-	0,1	0,1
8.	минерализация, мг/л	84,3±11,8	73,6±10,3	78,0±10,9	97,0±13,6	1000	1000

В пределах второго и третьего поясов зоны санитарной охраны водозабора расположена подъездная дорога к водозабору. На территории второго и третьего поясов зоны санитарной охраны водозабора отсутствуют объекты, связанные с закачкой сточных вод в подземные горизонты, склады горюче-смазочных материалов, химреагентов и другие объекты, обуславливающие опасность химического и бактериологического загрязнений подземных вод.

Строительство жилых, промышленных и сельскохозяйственных объектов в районе водозабора пресных подземных вод недопустимо.

Из санитарных мероприятий необходимо ввести строгий контроль за экологической обстановкой в пределах всех поясов для предотвращения загрязнения продуктивного водоносного горизонта. Осуществлять охрану водозабора для защиты места водозабора и водозаборных сооружений от случайного или умышленного загрязнения и повреждения.

Пробы воды в скважинах не соответствуют требованиям по показателям запаха, привкуса, цветности и мутности они превышают гигиенический норматив (таб.1).

## Литература

1. Проекта «организации ЗСО для водозабора из подземных источников Ново-Уренгойского ЛПУМГ» 2010г.
2. СанПин 2.1.4.1110-02 «Зона санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения»
3. «Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ II и III поясов зоны санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения» (Москва, 1983 г.).

УДК 622.51:556.3

**ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА  
ОДНОРОДНЫХ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ВИДОВ ГРУНТОВЫХ  
ВОД КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
БЕЛОКАЛИТВЕНСКОГО РАЙОНА**

*И.Ю. Игнатова*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

170 анализов водных проб за период с 2007 по 2009 гг. были подвергнуты последовательному классификационному анализу химического состава грунтовых вод с помощью компьютерно – информационной технологии AGAT (G-метод). В результате чего были выделены три однородных гидрогеохимических варианта.

Таблица 1

**Состав однородных гидрогеохимических видов грунтовых вод  
каменноугольных отложений Белокалитвинского района**

Вариант	Вид	рН	Компонент (мг/л и %-моль)						
			$HCO_3$	$SO_4$	$Cl$	$Ca$	$Mg$	$Na$	$M$
1	A1	7	350 52	190 36	45 12	117 59	36 30	25 11	0,7
	1.01	7.1	291 35	174 26	192 39	107 38	29 17	149 45	0,9
	1.02	7.2	340 38	225 32	164 30	109 36	43 23	145 41	0,96
	1.06	7.3	371 38	338 44	105 18	117 36	60 31	120 33	1,0
2	1.03	7.04	386 23	654 49	270 28	246 44	82 24	207 32	1,8
	1.05	7.1	457 21	908 55	304 24	210 30	100 23	390 47	2,35
	2.01	7.2	548 19	1420 62	318 19	246 25	136 23	581 52	3,27
	2.05	6.9	440 15	1460 62	399 23	277 28	160 26	530 46	3,29
	2.03	7.2	366 12	1480 65	381 23	424 44	140 24	360 32	3,12
	A2	7.2	514 16	1678 68	279 16	288 28	311 50	267 22	3,1
	2.04	7.2	406 13	1740 68	362 19	404 37	149 23	490 40	3,5
	4.01	7.1	429 9	2480 70	560 21	622 41	180 20	694 39	5,0
	0.01	6.8	521 11	2660 70	540 19	326 20	196 20	1130 60	5,2

Вариант	Вид	рН	Компонент (мг/л и %-моль)						
			$HCO_3$	$SO_4$	$Cl$	$Ca$	$Mg$	$Na$	$M$
3	3.01	7.1	307	437	481	199	75	264	1,8
			18	33	49	36	23	41	
	1.04	7.1	330	504	475	225	72	292	1,85
	2.02	7.6	408	962	591	246	126	505	2,8
			15	46	39	27	24	49	

Первый вариант, в который вошли 4 гидрогеохимических вида (табл. 1), закономерных изменений химического состава грунтовых вод отражает природный процесс преобразования химического состава вод по мере роста минерализации под влиянием многочисленных естественных факторов (климат, рельеф, интенсивность водообмена и т.д.) от хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатных натриево-кальциевых до гидрокарбонатно-сульфатных кальциево-магниевых до сульфатно-гидрокарбонатных кальциево-натриево-магниевых. В среднем это хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатные натриево-кальциевые воды 2-го типа по О.А.Алекину, с минерализацией 0,9 г/л.

Второй гидрогеохимический вариант (табл.1), в который вошли 9 однородных гидрогеохимических видов, отражает процесс преобразования состава грунтовых вод с ростом минерализации. В среднем воды второго гидрогеохимического варианта сульфатные натриево-кальциевые второго типа, с минерализацией 3,4 г/л. Увеличение концентраций сульфат-иона по сравнению с первым гидрогеохимическим вариантом объясняется антропогенным фактором под влиянием шахтных вод.

В третий гидрогеохимический вариант грунтовых вод Белокалитвенского района вошли воды хлоридного состава (3 гидрогеохимических вида в табл. 1). В среднем по составу воды сульфатные и сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые, с повышенным содержанием  $Cl$  до 0,6 г/л, низкими содержаниями  $Mg$  (0,7 г/л) и минерализацией в среднем 2,1 г/л.

Можно сделать вывод о том, что увеличение содержания иона  $HCO_3$  происходит за счет перехода слаборастворимых карбонатов в растворимые бикарбонаты. Снижение рН сопровождается ростом концентрации ионов кальция и натрия, обогащение шахтных вод сульфатами происходит за счет окисления сульфидов железа. Изменение минерализации вод происходит за счёт смешения шахтной воды с более пресными водами. В основном уменьшение минерализации происходит за счет интенсивного загрязнения грунтовых вод сульфатами и хлоридами после ликвидации шахт.

Второй и третий вариант отражает влияние шахтных вод на состав грунтовых вод и формирование потоков загрязнения последних, к которым отнесено 52% проб воды отобранных в районе, что практически в 2 раза больше чем в 50-60 гг (28%).

УДК 627.15

## **МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ И ОХРАНЕ МАЛЫХ РЕК**

*Т.А Кондюрина, В.А. Крошнева, В.А. Зарубина*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск  
Новочеркасская мелиоративная академия

Малые реки – представители малого класса элементов поверхности Земли, существующих в течение геологически длинного времени. Фактически эти проточные водные системы были главным фактором формирования многих распространенных форм рельефа. Являясь постоянным элементом окружающей среды, малые и крупные реки служат основной формой обитания уникально приспособившихся к ней позвоночных, беспозвоночных и растений. Многие из этих групп, достаточно древних с геологической точки зрения и примитивных, могут существовать только в проточной воде.

Поскольку проточные водные системы обладают потенциальной возможностью обеспечить человека пищей, энергией и другой продукцией, чрезмерное и неправильное использование крупных рек привело к значительному нарушению их экосистем.

Большинство малых рек – это самые верхние звенья крупных речных систем. Речки покрывают густой сетью равнинные и горные территории, являющиеся областями формирования ресурсов поверхностных вод. Поэтому малые реки в значительной мере определяют своеобразие состава воды и водных биоценозов, особенности гидрологического и биологического режима питающихся их водами средних и крупных рек.

К числу наиболее освоенных на современном уровне относятся малые реки, протекающие в центральной и южных частях бассейнов Дона, Волги, Урала.

В пределах наиболее обжитой части страны, где проживает более 95 % всего населения страны, сосредоточено около трети малых рек. На их водосборах формируется свыше 80 % среднемноголетнего стока этой зо-

ны. В отдельных районах ресурсоформирующая роль малых рек еще более существенна. Аллювиальные основания долин представляют удобное место для отложения таких альтернативных источников энергии, как каменный уголь. Эрозионная деятельность малых и крупных рек способствовала смыву породы, покрывающей отложения полезных ископаемых, что обеспечило доступ к отложениям сравнительно дешевыми методами открытой добычи.

Одна из основных особенностей малых рек – тесная связь формирования стока с ландшафтом бассейна. Это обусловило необычайную уязвимость рек при интенсивном освоении водосбора, увеличение распаханности земель; распашка до уреза воды привела к развитию эрозионных процессов на больших площадях бассейнов малых рек, заилению русел, прудов и водохранилищ.

В сложных условиях находятся малые реки в крупных промышленных районах.

Здесь на отдельных участках они потеряли свое хозяйственное и рекреационное значение. Большую опасность представляют собой животноводческие комплексы, фермы, птицефабрики. В этом случае природоохранные мероприятия отстают, а сброс в реки животноводческих сточных вод без надлежащей очистки приводит к нарушению экологической обстановки.

В последние годы особенно резко усилились два вида использования ресурсов малых рек – организованные и неорганизованные рекреации, бесконтрольный туризм.

Малые реки имеют длину всего от нескольких километров и площадь водосбора не превышает 2 тыс. км<sup>2</sup>, поэтому негативные изменения на них видны намного раньше и глубже.

Нарушается естественный режим стока, меняется характер русловых процессов и жизнедеятельность популяции живых организмов.

В условиях антропогенного воздействия наиболее уязвимым становится химический состав воды малых рек. Целый ряд факторов оказывает влияние на водную среду и, следовательно, биоценоз этой среды.

Наиболее существенные факторы.

1. Непосредственное поступление сточных вод промышленных предприятий – в малых реках происходят существенные изменения естественного состава воды, появляются специфические вещества, совершенно не свойственные природному фону.

2. Загрязнение удобрениями, ядохимикатами, стоками с урбанизированных территорий, нефтепродуктами маломерного флота.

3. Зарегулирование стока малых рек, приводящее к изменению их естественного гидрологического и гидрохимического режима.

4. Изъятие стока малых рек на местные нужды.

Влияние этих факторов привело к значительному ухудшению экологической обстановки на малых реках и поставило под угрозу экологическое благополучие таких вододефицитных ландшафтов, как степные и лесостепные.

В сложившейся обстановке особенно важным звеном в системе мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов следует считать рациональный мониторинг малых рек, который должен включать составные части:

- наблюдения за факторами, определяющими изменения в гидрохимическом режиме и за самим гидрохимическим режимом;
- оценку фактического состояния качества воды малых рек;
- прогноз и оценку прогнозируемого качества воды малых рек.

Перечень определяемых компонентов должен удовлетворять требованиям водопотребителей.

Одной из главнейших задач мониторинга малых рек должно также стать изучение процессов евтрофирования, особенно сельскохозяйственных регионов, так как сельхозстоки содержат биогенные элементы. К тому же малые реки равнинного типа характеризуются высокой степенью прогреваемости водных масс и малыми скоростями течения.

Еще одним важнейшим участком мониторинга малых рек является наблюдение за процессом транспортирования загрязняющих компонентов взвешенными веществами и за уровнем загрязнения донных отложений.

В течение последних десятилетий в результате интенсивного вовлечения хозяйственный оборот новых земель, распашки территорий, вырубки лесов, увеличилась поверхностно-склоновая эрозия, и в то же время из-за отъема значительной части местного стока уменьшилась водность малых рек. Отношение объема взвешенных веществ к объему воды возросло. Все большее количество загрязняющих веществ может собираться на определенных участках водотока взвешенными веществами, и взвешенные вещества становятся источником дополнительного загрязнения воды. Накапливаясь в донных отложениях, вещества-загрязнители могут быть исключительно стойкими к длительно действующим факторам значительного ухудшения экологической обстановки в водотоках и водоёмах.

На малых реках следует проводить мониторинг и по гидробиологическим показателям. На малых реках набор физических и химических параметров, определяющих качество среды обитания биоты, количество различных популяций организмов более ограничен, чем в крупных водотоках. Поэтому здесь легче выяснить, каким именно видом воздействия определяется та или иная реакция биоты.

На основании полученной информации станет возможным расчет предельно допустимых нагрузок на водотоки данного ландшафта, т.е. представляет возможность перейти к задаче регулирования качества воды.

Изучение последствий загрязнения дает представление о самоочищающей способности рек и ручьев, т.е. происходит вполне определенный естественный процесс восстановления. К сожалению, в сложившейся экологической обстановке в последние десятилетия приходится разрабатывать интенсивные мероприятия по восстановлению экосистем малых рек.

При разработке мероприятий по восстановлению и сохранению качества воды необходимо хорошо знать признаки реакций отдельных особей и популяций организмов. При анализе реакций популяций необходимо учитывать такие параметры, как численность, размерная структура популяций, пространственное распределение, особенности жизненного цикла, генетический состав особей. Это позволит установить степень толерантности организмов к изменению окружающей среды.

При комплексном анализе биологических и абиотических компонентов экосистемы необходимо учитывать основной принцип химии окружающей среды - подвижность, устойчивость и превращение химического вещества в среде, взаимодействие вещества и среды.

Таким образом, основой регламентации качества водных ресурсов является восстановление и охрана, т.е. возврат к некоторому определенному ненарушенному состоянию или сохранению такого состояния. Действительно «нетронутых» рек очень мало и даже практически не осталось, критерии эффективности восстановления часто основываются на общепринятых положениях и стандартах качества воды. Успех усилий зависит от физических, химических и биологических особенностей речной экосистемы и преобладающего характера хозяйственного использования водосборов.

Основные методы восстановления качества воды – изолирование, удаление, перемещение и рассредоточение в пространстве и времени веществ, которые ухудшают качество воды и отрицательно влияют на структуру и функционирование экосистемы.

УДК 627.15

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГРУНТОВЫХ ВОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

*А.В. Кочеткова*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

В последнее столетие окружающая среда Восточного Донбасса подвергалась интенсивному антропогенному влиянию, которое значительно изменяет природный энерго-, массоперенос, что связано преимущественно с деятельностью угледобывающего и углеперерабатывающего комплексов. Особенно интенсивные потоки загрязнения формируются в природных водах, например, в 60-е годы из угольных шахт региона откачивалось 55 млн. м<sup>3</sup> вод, с которыми на поверхность поступало 207 тыс. т. растворенных веществ (в т.ч. 108 тыс. т сульфат-иона и 1 тыс. т. железа). А в 2009 объем шахтных вод, несмотря на закрытие большинства шахт, составил 85 млн. м<sup>3</sup> и в долину р. Северский Донец и р. Тузлов поступало 448 тыс. т растворенных веществ (SO<sub>4</sub> – 230 тыс.т и Fe – 42.9 тыс.т).

Расположение гидрогеохимических видов по мере возрастания минерализации и анализ графиков в координатах: «минерализация – содержание компонентов» позволило выделить три основных варианта закономерных изменений содержаний ионов, которые довольно существенно отличаются по своим параметрам и происхождению (кроме того к четвертому варианту отнесена одна аномальная проба А.4 содового состава).

По первому гидрогеохимическому варианту под влиянием преимущественно природных факторов наиболее существенной вклад в минерализацию вод вносят сульфат-ион, натрий и магний, для которых отмечены наиболее высокие коэффициенты корреляции (0.92, 0.9 и 0.85) и, что особенно важно, наибольшие угловые коэффициенты 0.50, 0.18 и 0,03. Следовательно, на фоне общей природной закономерности формирования среднeminерализованных вод за счет SO<sub>4</sub> в зоне аридного климата определенную роль начинает играть влияние состава сульфатных шахтных вод на состав грунтовых вод.

Во второй гидрогеохимический вариант выделены виды 1.13, 1.16, 1.06, 3.01 и А.3, которые представляют собой по составу практически шахтные воды с пониженным значением рН (у вида А.3 – слабо кислая) и очень высокими концентрациями SO<sub>4</sub> до 4,2 г/л (минерализация до 6,5 г/л). Коэффициенты корреляции и угловые коэффициенты с минерализацией для SO<sub>4</sub> соответственно составили 0.999 и 0.70, для Na – 0.99 и 0.24, для Ca – 0.87 и 0.05; выявлена отрицательная связь с содержанием HCO<sub>3</sub> при  $r = -0.72$ ,  $b = -0.04$ .



В третьем гидрогеохимическом варианте отмечается влияние не только сульфатных шахтных вод (для  $SO_4$   $r = 0.91$ ,  $b = 0.25$ ), но и второго и третьего гидрогеохимического направления формирования состава шахтных вод, когда существенную роль начинает играть хлор-ион ( $r = 0.97$ ,  $b = 0.25$ ) за счет притока в шахты со значительных глубин подземных вод хлоридного состава (высока корреляция с содержаниями Na –  $r = 0.99$ ,  $b = 0.22$ ). Эти шахтные воды в свою очередь оказывают влияние на состав грунтовых вод и повышают содержания Cl до нескольких сотен миллиграмм на литр. Коэффициент корреляции содержаний хлор-иона с минерализацией составляет 0,97, с  $SO_4$  и  $HCO_3$  – 0.91 а угловой коэффициент одинаков для  $SO_4$  и Cl и составляет 0,25, связь с Na и Mg составляет 0.99. Гидрогеохимические виды 1.09, 2.01, А.1, А.2 по составу приближаются к шахтным водам второго и третьего направлений.

Среди грунтовых вод района обнаружена только одна проба содового состава, которая классифицирована, как аномальное наблюдение А.4 и выделена в четвертый вариант.

Для Шахтинского угленосного района четко фиксируется роль сульфатных и частично хлоридных шахтных вод в формировании химического состава грунтовых вод каменноугольных отложений и распространении потоков загрязнения на обширные территории.

К потокам загрязнения грунтовых вод шахтными водами в районе отнесено 55% проб из источников и колодцев.

По данным исследований можно сделать вывод, что после ликвидации шахт на территории Шахтинского района, значительно возросла минерализация, концентрация  $SO_4$ , что связано с необходимостью проведения откачки шахтных вод в закрытых шахтах.

УДК 582.28:574.2

## **О ГРИБАХ И КОЛИЧЕСТВЕННОЙ СТОРОНЕ ПРОЦЕССА КРУГОВОРОТА ВЕЩЕСТВА В БИОСФЕРЕ**

*С.А. Кузьмичёв, С.Д. Кузьмичёв*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Рассмотрим, как оценивал роль живого вещества в биосфере В.И. Вернадский [1]: «Биосфера – единственная область земной коры, занятая жизнью. Только в ней, в тонком наружном слое планеты, сосредоточена жизнь; в ней находятся все организмы, всегда резкой, непроходимой

гранью отделённые от окружающей их косной материи. Никогда живой организм в ней не зарождается. Он, умирая, живя и разрушаясь, отдаёт ей свои атомы и непрерывно берёт их из неё, но охваченное жизнью живое вещество всегда имеет своё начало в живом же».

Нами в [2, 3] было показано, что умерший организм не сам себя разрушает, его энергия жизни не работает после его смерти; его разрушает кто-то другой, и этот другой – грибы.

И далее по [1]: «Жизнь захватывает значительную часть атомов, составляющих материю земной поверхности. Под её влиянием эти атомы находятся в непрерывном, интенсивном движении. Из них всё время создаются миллионы разнообразнейших соединений. И этот процесс длится без перерыва десятки миллионов лет, от древних археозойских эр до нашего времени, в основных чертах оставаясь неизменным».

Однако следует заметить, что эти миллионы разнообразнейших соединений все эти десятки миллионов лет можно было обнаружить только в живом, только в живущих организмах. Ни одно из этих соединений не отложилось, не накапливалось вне живых организмов, то есть в косной материи. Это означает, что все эти десятки миллионов лет параллельно длится другой процесс – процесс биохимического разложения всех этих сложных органических соединений, составляющих суть живого. А сами миллионы разнообразнейших соединений разлагаются с той же скоростью, что и создаются, иначе жизнь остановится.

Продолжим анализ источника [1]: «На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом. И чем более мы изучаем химические явления биосферы, тем более мы убеждаемся, что на ней нет случаев, где бы они были независимы от жизни. И так длилось в течение всей геологической истории». Из этого положения следует, что этой могущественной химической силой обладают не только растения и животные, но также и бактерии, а особенно – грибы.

В.И. Вернадский оценивает возраст древнейшей жизни в  $2 \cdot 10^9$  лет и подчёркивает: за это время энергия Солнца не могла заметно меняться. В таком случае возраст грибов, не отдельных их видов, а самого царства грибов также должен быть равен 2 млрд лет!

И ещё очень важное: «... становится ясным, что прекращение жизни было бы неизбежно связано с прекращением химических изменений, если не всей земной коры, то, во всяком случае, её поверхности – лика Земли, биосферы. Все минералы верхних частей земной коры – свободные алюмокремниевые кислоты (глины), карбонаты (известняки и доломиты), гид-

раты окиси железа и алюминия (бурые железняки и бокситы) и многие сотни других непрерывно создаются в ней только под влиянием жизни. Если бы жизнь прекратилась, их элементы быстро приняли бы новые химические группировки... С исчезновением жизни ... неизбежно установилось бы химическое равновесие...»

Но если это так, то сама жизнь на протяжении всей геологической истории протекала в неизменной форме, в форме непрерывного круговорота вещества, энергии и информации: растения, используя энергию Солнца, посредством фотосинтеза создавали все многочисленные органические полимеры, животные потребляли их частично из растений, частично из других животных, грибы после гибели тех и других своими гидролитическими ферментами превращали сложные органические полимеры в простые неорганические мономеры, часть бактерий подчищали недоработки грибов. Ведь на всём этом отрезке времени не были зафиксированы моменты, когда растения или животные после их смерти сами себя лизировали, разлагали. Значит, этим всегда занимались грибы. Таким образом, предложенный нами биозакон №1 ([2, 3]) действует на протяжении всей геологической истории.

Далее по [1]: «Постоянно действующие силы биосферы – нагревание Солнца и химическая деятельность воды – мало изменили бы картину явления, ибо с прекращением жизни скоро исчез бы свободный кислород и уменьшилось бы до чрезвычайности количество углекислоты, исчезли бы главные деятели процессов выветривания, постоянно захватываемые косной материей и постоянно восстанавливаемые в том же неизменном количестве процессами жизни».

Если это так, то жизненные процессы движутся не вперёд и вверх, а исключительно по кругу, а иначе во всех описанных в [1] геологических процессах наступит ступор. Причём косная материя не сама постоянно захватывает бывшие живыми организмы, а только через посредство грибов ([2, 3]). Более того, это движение по кругу тонко, точно, постоянно и непрерывно все  $2 \cdot 10^9$  лет регулируется грибами ещё и количественно. Указанное положение подтверждается также тем, что, по В.И. Вернадскому, в течение всей геологической истории газовый состав атмосферы оставался практически неизменным, иначе жизнь могла остановиться из-за нарушения процессов газообмена живых организмов со средой. Значит, и газы-органогены, извлекавшиеся из атмосферы растениями, возвращались в неё посредством грибов, аналогично с прочими веществами косной материи. И этот процесс возврата органогенов также регулируется количественно грибами.

### Выводы.

1. Косная материя, из которой живые организмы постоянно брали вещество, в пределах геологической истории существует вечно, но сами организмы – смертны.

2. Если в течение всего геологического времени не было геологических эпох, лишённых жизни, значит, всё это время количество родившихся и количество умерших организмов в каждый данный момент времени были равны друг другу.

3. Если организмы постоянно, непрерывно умирали, а условия земной среды тем не менее были доступны для такого же количественного возрождения, то в течение всего геологического времени существовал механизм, воссоздававший условия для возрождения. По нашему мнению, таким механизмом является деятельность царства грибов.

### Литература

1. Вернадский В.И. Биосфера: (Избранные труды по биогеохимии) – М.: Изд-во «Мысль», 1967. – 376 с.
2. Кузьмичёв С.А. О роли грибов в безопасности жизнедеятельности человека: монография // НГМА. – 166 с. Деп. в ВИНТИ РАН 25.11.09. №725 – В 2009.
3. Кузьмичёв С.А. О роли грибов в безопасности жизнедеятельности человека: монография. – 2-е изд., перераб и доп. / Новочерк. гос. мелиор. акад. – Новочеркасск: НГМА, 2010. – 193 с.

УДК 550.34.013.2:551.2(479-924.73)

## СЕЙСМОАКТИВНЫЕ ЗОНЫ РАЙОНА БОЛЬШОГО СОЧИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

*В.А. Лаврищев, С.С. Малофеева, Д.Н. Забирченко*

Федеральное государственное унитарное геологическое предприятие «Кавказгеолсъёмка»

Сочи является особым регионом России, курортом федерального значения, обладающим уникальными природно-климатическими и значительными рекреационными ресурсами, в то же время, в его пределах активно проявляют себя опасные геологические процессы – экзогенные (сели, оползни и др.) и эндогенные (сейсмичность). Для достоверного прогнозирования возможных негативных природных процессов, нами в 2010-11 гг. была выполнена работа по сейсмотектоническому районированию Большого Сочи, прилегающей акватории и северного склона Кавказского хребта. Методология проведенных работ включала анализ геологической и сейсмологической информации.

В восточной (горной) части района, принадлежащей Северо-Кавказской сейсмической области (подпровинции) [1], выделены две антикавказские сейсмоактивные зоны (САЗ) – Краснополянская (с максимальными магнитудами 4,2 и 4,3) и Малолабинская ( $M \leq 4,5$  и max активностью в 2002 - 2003 гг.), и северо-восточный фланг глубокофокусной Мзымта-Бескесской САЗ ( $M \leq 4,8$ ) (рис. 1). Эти зоны включают участки со скоплением эпицентров землетрясений и асейсмичный участок, расположенный между Пшекиш-Тырныаузским и Главным Кавказским разломами. Последний отвечает Софийскому поднятию, сложенному жесткими кристаллическими породами, гасящими практически все виды деформаций.

Западная (прибрежная и акваториальная) часть района, относящаяся к Новороссийско-Сочинской сейсмической зоне Черноморской сейсмической области (подпровинции) [1] характеризуется наибольшим количеством выделенных САЗ. Здесь различаются три линейно-координированные антикавказские сейсмоактивные зоны: Туапсинская ( $M \leq 4,5$ ), Дагомысская ( $M \leq 4,5$ ), Пшехско-Адлерская ( $M \leq 4,4$ ), и две общекавказские: Восточно-Черноморская ( $M \leq 4,5$ ) и Береговая (рис. 1). Отметим, что в пределах Береговой САЗ сосредоточены очаги наиболее сильных землетрясений, произошедших на этой площади с  $M=5,0$  и  $M=5,5$  и мигрирующих в северо-западном направлении. Восточно-Черноморская САЗ представляется одной из основных сейсмогенерирующих структур Сочинского района, где наблюдается глубокофокусный сейсмический максимум, вероятно связанный с куполовидным поднятием границы Мохо на фронте взаимодействия Восточно-Черноморской и Закавказской плит, что предполагает его флюидно-магматический генезис [1]. Следует отметить, что максимальное скопление эпицентров землетрясений и наибольший их энергетический потенциал отмечаются в узлах пересечения сейсмоактивных зон (рис. 1).

В целом, глубинное расположение землетрясений сухопутной части района Большого Сочи и прилегающей территории показывает, что их большинство тяготеет к зонам разломов с северо-восточным падением сместителей, как правило, активным и в плиоцен-четвертичное время, что, в свою очередь позволяет предполагать механизм возникновения землетрясений, обусловленный пододвиганием Восточно-Черноморской плиты под Закавказскую.

Анализируя полученные в ходе работ результаты необходимо отметить, что разрядка напряжений геодеформационного поля в районе Сочи происходит достаточно равномерно, в основном в виде землетрясений слабых и средних энергий ( $2 < M \leq 4$ ). Таким образом, накопления сейсмической энергии не происходит, что сводит к минимуму возможность возникнове-

ния в ближайшее время разрушительных землетрясений на территории Большого Сочи. Данное заключение подтверждается и исследованиями Института физики Земли им. Шмидта РАН [2]. Исключение может составлять участок Береговой САЗ от Дагомыса по направлению к Туапсе, где с 2001 г. не наблюдалось землетрясений с  $M \geq 5$ . Он является вероятным районом накопления напряжений для последующих землетрясений.

Результаты выполненных работ найдут успешное применение в исследованиях по ведению комплексного мониторинга опасных геологических явлений в районе Сочи. Полученные данные могут служить основой для выявления особенностей пространственно-временного и энергетического развития глубинных сейсмогеодинамических процессов, являющихся главными факторами сейсмического режима этого района.

#### Литература

1. Греков И. И., Пруцкая Л. Д., Круткина О. Н. Сейсмоструктурные зоны Северного Кавказа // Материалы XXXVIII Тектонического совещания «Тектоника земной коры и мантии». – М, 2005. – С. 182-185.
2. Рогожин Е. А., Овсяченко А. Н., Шварев С. В., Лутиков А. И., Новиков С. С. Оценка уровня сейсмической опасности района Большого Сочи в связи со строительством олимпийских объектов // Журн. «ГеоРиск». – 2008 г. – № 4. – С. 6-12.

УДК 551.24.552.53.

### **ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИИ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ В РАЙОНЕ НЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО ОРОГЕНЕЗА (БАССЕЙН р. БЕЛЬСУ)**

*Медведева М.А., Шевченко Е.Л., Идигешева К.И., Кочемарова А.Д.*

Междуреченский горностроительный техникум

Среди всех уже известных планет Солнечной системы Земля всегда будет оставаться для нас объектом пристального внимания. Природа нашего геоида имеет столько проявлений, что их в целом и по частям изучают многие науки, у которых, в свою очередь, есть тенденция делиться по мере накопления знаний в каждой из отраслей на самостоятельные дисциплины. И, несмотря на объединенные усилия и значительные достижения ученых, на Земле, в окружающем нас мире живой и неживой природы, всегда остаются тайны. Неорганическая природа создавалась миллиарды лет; и в наше время в ней идут свои сложные геологические процессы, пренебрежение которыми может отрицательно сказаться на биосфере. Это обусловлено тем, что в географической оболочке Земли – особой природной

системе, уникальной среди планет Солнца, взаимодействуют земная кора, гидросфера, атмосфера и биосфера.

В отношении геологических процессов наш район располагает богатейшим материалом для изучения и выводов, поскольку находится на краю одной из плит Сибирской платформы, в предгорьях хребта Кузнецкого Алатау. Геологическая съемка и поиски полезных ископаемых Кузнецкого Алатау и Горной Шории проводились планомерно с 1957 года по 1990 год Томь-Усинской поисково-разведочной экспедицией Западно-Сибирского геологического управления, но единого мнения по многим вопросам не существует до сих пор.

По строению и истории развития Кузнецкий Алатау относится к Кузнецко-Саянскому региону Алтае-Саянской геосинклинальной области и является частью Урало-Монгольского складчатого пояса.

Кузнецкий Алатау – это сложнопостроенная шовная зона, вытянутая в северо-западном направлении на 400 км.

Кузнецко-Алатауский глубинный разлом протягивается от северо-западных отрогов Кузнецкого Алатау до Уйменско-Лебядской складчатой зоны, сопровождаясь рядом субпараллельных и оперяющих разрывов северо-восточного направления. Он заложен в протерозое как пограничная структура, разделяющая участки интенсивного и замедленного колебаний земной коры. С разломом связаны досинийские эпохи магматизма, проявившиеся еще в догеосинклинальную стадию развития региона. Именно эти магматические комплексы слагают древнейшие породы Кузнецкого Алатау – выступы докембрийского фундамента: Томский, Терсинский, Тыдынский, Пихтерекский и Туралыг-Караташский.

Изучив всю доступную информацию о проведенных ранее геологических исследованиях района, мы получили общее представление о его геологическом строении, поэтому для полевой геологической практики 2011 года нами был выбран участок Томского выступа фундамента в бассейне р. Бельсу (правого притока реки Томи). Здесь же, к северу от протерозойского комплекса вулканических пород, по имеющимся данным, располагается цепь потухших вулканов девонского периода, лавы которых хорошо прослеживаются в пойме реки Большой Кувас (приток реки Бельсу). Характерной особенностью данного района является наглядность геологических процессов, происходивших миллионы лет назад и то, что долина Большого Куваса сформирована одним из оперяющих разломов северо-восточного направления.

В современном четвертичном периоде продолжают эпейрогенические колебания. А несколько поколений террас, развитых вдоль речных

долин, указывает на то, что подъем Кузнецкого Алатау в четвертичном периоде происходил в несколько приемов и, вероятно, еще не закончился.

Из полезных ископаемых району р. Бельсу присуща минерализация золота, марганца, алюминия, полиметаллов.

Из-за малоизученности площадей, сведения о заслуживающих внимания структурах земной коры и процессах, происходивших ранее и идущих поныне в экосистеме Кузнецкого Алатау, разрозненны или отсутствуют вообще. Тогда как оперяющие разломы северо-восточного направления, являясь долгоживущими, уходят на территорию Кузбасса, где перекрыты отложениями мезозоя и кайнозоя. Поэтому важно в полевых условиях проследить, что происходит над ними. Зачастую мы имеем дело с последствиями тех или иных событий, так как причины доступны узкому кругу людей, мало заинтересованных в природоохранных мероприятиях.

Итак, проблема геоэкологии нашего района заключается в том, что, во-первых, не ведутся исследования и наблюдения в районах разломов Кузнецкого Алатау, и, во-вторых, потребительское отношение к богатствам Кузнецкого Алатау занимает пока приоритетное положение в обществе. Изменить его, проводя полевые геологические практики и исследовательские экспедиции со студентами Междуреченского горно-строительного техникума и освещая найденные открытия в средствах массовой информации, – наша первостепенная задача.

УДК 556.531.4:556.314

### **УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ВАРИАЦИИ СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД В ТЕХНОГЕННО СЛАБО НАРУШЕННЫХ РАЙОНАХ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ**

*Р.Х. Мусин, Р.З. Мусина, Д.А. Нигматуллина, Г.А. Тухватуллина*  
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Нарушение равновесия в масштабе всей Земли, связанное с бурным развитием экономик многих государств с 1950-х годов, привело к глобальным экологическим проблемам, важнейшими из которых являются – ресурсный кризис и климатические изменения. В связи с этим, весьма актуальными являются вопросы современного состояния водных ресурсов и динамики изменения во времени их качественных и количественных характеристик. Авторами предпринята попытка рассмотрения проблемы состояния и изменения во времени основных показателей химического со-



става природных вод на примере Предволжского региона Татарстана, представляющего собой яркий пример интенсивного земледелия в средней полосе европейской России. Данный регион имеет площадь порядка 10 тыс. км<sup>2</sup> и характеризуется отсутствием нефтяных и другого типа крупных месторождений. Он расположен в западной части Татарстана, в пределах севера Приволжской возвышенности, в области сочленения Токмовского свода с Казанско-Кировским прогибом и Мелекесской депрессией – структурных составляющих Волго-Уральской антеклизы, в северо-восточной части Волго-Сурского артезианского бассейна. Численность населения здесь составляет около 185 тыс. человек, доля пашни в структуре земельных угодий – 60 %, степень залесенности – 12,5 %. Зона активного водообмена региона охватывает комплекс полигенных пермских, юрско-меловых и плиоцен-четвертичных отложений, и имеет мощность 300-350 м. В этой зоне выделяется ряд водоносных и слабоводоносных комплексов, связанных водообменом по схеме А. Н. Мятиева. Основными областями разгрузки подземных вод (ПВ) данной части разреза являются р. Волга (Куйбышевское водохранилище) и р. Свияга. Наиболее интересным объектом изучения в рамках затрагиваемой темы являются ПВ, локализованные выше уровня основных дрен. На урзе водохранилища (НПУ – 53 м) вскрываются, в основном, морские сероцветные терригенно-сульфатно-карбонатные отложения верхнеказанского подъяруса. Они с незначительным размывом перекрываются пестроцветной толщей аллювиально-озерных карбонатно-терригенных участками загипсованных образований уржумского яруса мощностью 60-70 м, а наиболее верхние гипсометрические уровни на большей части площади региона сложены красноцветными терригенными породами северодвинского яруса. Пермские отложения обычно перекрыты 1-8 м чехлом четвертичных элювиально-делювиальных суглинков, максимальной же мощностью – до 30 м – четвертичные образования характеризуются в относительно крупных речных долинах, обладающих шириной до первых километров и направленных к водохранилищу и р. Свияга. В части этих долин отмечается и плиоценовый аллювий мощностью до 50 м. Гидрогеологическую модель верхней части разреза основной площади Предволжского региона можно представить в виде двухслойной толщи, осложненной на локальных участках линейными зонами плиоцен-четвертичных врезов. Верхняя часть этой толщи соответствует карбонатно-терригенным образованиям северодвинского и уржумского ярусов, характеризующихся незакономерным чередованием в разрезе слабо выдержанных по латерали прослоев с резко варьирующей водопроницаемостью. Нижняя же часть толщи представлена высокопро-

нищаемыми трещиноватыми латерально выдержанными пачками сульфатно-карбонатных пород казанского яруса. Совокупность литолого-фациальных особенностей и фильтрационных параметров данной модели обуславливают: преобладание в разрезе вертикальной нисходящей фильтрации; локальную обводненность уржумских и северодвинских отложений, что проявляется наличием многочисленных нисходящих родников с расходом до 2-3 л/с, реже более, и поверхностного стока в понижениях рельефа, который может исчезнуть при пересечении эрозионными ложбинами казанских отложений; отсутствие выдержанных водоносных горизонтов до базисного уровня дренирования. Химические составы ПВ северодвинских и уржумских отложений и поверхностных вод небольших водотоков на площади Предволжского региона, вне пределов населенных пунктов, практически идентичны. Это гидрокарбонатные кальциевые или магниевые-кальциевые воды с минерализацией, преимущественно, – 0,25-0,4 г/л, качество которых соответствует питьевому. Формирование состава этих вод связано с процессами углекислотного выщелачивания карбонатно-терригенных пород, что подтверждается проведенными нами анализами водных вытяжек с основных разновидностей средне-верхнепермских пород, а также почв и покровных четвертичных образований (при подготовке водных вытяжек использовалась вода варьирующего состава – дистиллированная; талая снеговая вода, имеющая сульфатно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый состав и минерализацию 0,06 г/л, что соответствует среднему составу атмосферных осадков в пределах всего региона; а также гидрокарбонатно-сульфатная магниевые-кальциевая вода с минерализацией 0,47 г/л, подобная воде многих нисходящих родников, формирование состава которой происходит за счет относительно длительного взаимодействия инфильтрующихся атмосферных осадков с разнотипными породами разреза). В пределах и окрестностях населенных пунктов как поверхностные, так и ПВ северодвинского и уржумского локально водоносных комплексов обычно отличаются сверхпределными концентрациями нитратов, железа и значениями общей жесткости и окисляемости, при этом их минерализация может достигать 1,5-1,8 г/л. Подземные воды казанских отложений на уровне и несколько выше НПУ водохранилища отличаются гидрокарбонатным и сульфатно-гидрокарбонатным магниевые-кальциевым составом с минерализацией 0,5-0,8 г/л и, преимущественно, питьевым качеством, в более нижней же части разреза они являются сульфатными с общим солесодержанием до 2-2,5 г/л. Основным гидрогеохимическим процессом, определяющим формирование состава данных вод, является выщелачивание карбонатных

и сульфатных пород, что хорошо согласуется с экспериментальными данными по анализу водных вытяжек. Процессы загрязнения вод казанского водоносного комплекса также ярко проявляются лишь на отдельных участках его приповерхностного залегания. Таким образом, формирование состава ПВ на большей части Предволжского региона Татарстана определяется природными факторами и процессами, и основной их объем в верхней части разреза обладает питьевым качеством. На это качество не влияет практически повсеместное использование удобрений, средняя интенсивность внесения которых за последние 30 лет варьирует по административным районам Предволжского региона в следующих пределах: минеральные удобрения – 11,8-20 кг/га\*год; органические – 0,6-1,0 т/га\*год. По данным мониторинга, проводимого в северной части региона в летние периоды последних 10 лет, существенного изменения состава природных вод не отмечается. Такого изменения не выявлено и по обработке обширного гидрогеохимического материала по верхней части гидрогеосферы всего региона во временном интервале 1950-х – 2000-х гг.

Данные по Предволжскому региону в определенной степени можно перенести и на другие площади средней полосы европейской России, характеризующиеся терригенным и карбонатно-терригенным типами разреза и отличающиеся отсутствием крупных промышленных предприятий и разрабатываемых месторождений полезных ископаемых, и констатировать, что существенные изменения качественных и количественных показателей поверхностных (речных долин низких порядков) и подземных (верхней части разреза) вод здесь проявлены лишь на локальных участках (преимущественно районы населенных пунктов), а основной объем ПВ характеризуется природными условиями формирования их состава, важнейшее значение среди которых имеет взаимодействие атмосферных осадков с почвами и породами геологического разреза. Из наших экспериментальных исследований вытекает и следующее:

а) при изменении состава атмосферных осадков, в первую очередь увеличении минерализации и снижении рН, активность их взаимодействия с образованиями геологического разреза существенно увеличивается, а это, при сохранении существующих трендов в характере и степени загрязнения атмосферы и климатических изменений, может привести к появлению некондиционных в питьевом отношении подземных вод уже в верхней части разреза;

б) скорость подземной химической денудации территории Предволжского региона составляет ~10 м/млн. лет.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ИНТЕРАКТИВНОГО ПРЕПОДАВАНИЯ ЭКОЛОГИИ**

*А.Б. Павлинов*

Шахтинский институт

Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)

В настоящее время многие учебные заведения используют инновационные технологии в образовательной среде, в том числе виртуальные лабораторные практикумы по физике, химии, биологии, экологии и другим предметам, так как многие явления и опыты образовательного характера провести в условиях учебного заведения очень сложно или невыполнимо. Интерактивные занятия в компьютерном классе позволяют показать в образовательном процессе сложные явления в безопасной, экологически чистой среде, что способствует повышению качества образования и экономии финансовых ресурсов.

Компьютерные технологии обучения вносят большой вклад в повышение эффективности учебного процесса, позволяют создать взаимодействие обучаемого с преподавателем и изучаемым предметом, активизировать самостоятельную работу, повысить интерес к естественнонаучному образованию. Компьютерное моделирование дополняет и обогащает традиционный практикум для инженерных специальностей. Виртуальные учебные лаборатории позволяют моделировать любые явления природы.

Различают две принципиальные разновидности виртуальных практикумов:

1. Полностью модельный лабораторный практикум, который от постановки до получения результатов реализуется средствами универсальных или специально разработанных компьютерных моделей;
2. Полунатурный лабораторный практикум, который в своей постановке опирается на модельные средства, а результаты берутся из базы данных реально проведенных экспериментов.

Большее распространение в экологическом образовании получает имитационное игровое моделирование, в том числе с использованием компьютерных моделей деловых игр [1]. Учебная деловая игра (УДИ) – это целенаправленно сконструированная модель какого-либо реального процесса, имитирующая профессиональную деятельность и направленная на формирование и закрепление профессиональных умений и навыков. Игра представляет собой вид деятельности в условиях ситуации. В учебном процессе использование игровой деятельности может быть весьма эффек-

тивным и продуктивным. Рассматриваемые УДИ в [1] могут быть использованы в учебном процессе в соответствии с образовательным стандартом.

Игра активизирует учебный процесс, по сравнению с традиционной формой проведения практических занятий. Она усиливает заинтересованность ее участников в более глубоком знании изучаемой проблемы, предоставляет им возможность повышать педагогическое мастерство. В деловой игре активно проявляются такие качества личности, как дисциплинированность, ответственность, чувство долга, умение взаимодействовать с коллективом, создается большая эмоциональная включенность игроков в образовательный процесс. Учебные занятия с применением УДИ представляют собой сочетание традиционных лекций, семинаров и инновационных форм обучения: игровых практикумов и т.д.

В качестве деловых игр, как средств обучения экологическому мышлению в учебном процессе, можно указать следующие: «У озера» [2], «Всемирное рыболовство» [3], «Стратиджем» [4], «Экологический аукцион» [5].

Имитационная игра "У озера" предназначена для активного изучения процессов согласования индивидуальных и общественных интересов. В ходе этой игры учащиеся постигают принцип ограниченности природных ресурсов для размещения отходов и принцип коллективной ответственности за качество природной среды.

Главная цель игры с точки зрения ее участников – получить максимальную прибыль. Каждый выбирает свою стратегию получения прибыли и принимает одно из пяти возможных решений. От этих решений зависит состояние озера. Чем хуже качество воды в озере, тем меньше прибыль отдельного предприятия. Ожидаемую прибыль в следующем месяце можно оценить согласно матрице, в которой каждому уровню качества воды соответствует та или иная прибыль, причем прибыль растет с улучшением качества воды.

В деловой игре «Всемирное рыболовство» рассматривается представление об ограниченности природных ресурсов на примере эксплуатируемых популяций рыб. Игра посвящена проблемам океанического рыболовства. Участники стремятся максимизировать свои доходы, вылавливая рыбу из двух общедоступных стад. Одно из них находится в дальнем море, обильно, но добыча в нем обходится дорого, второе - ближе, доступнее и менее обильно. Если ресурс используется со скоростью, большей, чем скорость его возобновления, то неизбежно и быстро истощается.

Деловая игра "Стратиджем" – это компьютерная обучающая управленческая игра о взаимодействиях между энергетической отраслью производства и окружающей средой. Игра "Стратиджем" предназначена для

формирования у обучаемых представлений о взаимозависимости долгосрочных решений в экономике, использовании энергетических ресурсов, охране окружающей среды и благосостояния населения. Игра дает возможность ее участникам приобрести личный опыт в принятии решений, требующих достижения сбалансированного роста капиталов, влияющих на рост населения страны, уровень жизни людей, эффективность функционирования экономики, качество природной среды и использования энергии. «Стратиджем» обучает мыслить макроэкономическими категориями и развивает глобальное эколого-экономическое мышление.

Ролевая игра «Экологический аукцион» ставит перед собой следующие задачи: обобщить, закрепить и проверить знания о взаимосвязях природных сообществ; содействовать развитию логического мышления, умения отстаивать свою точку зрения; содействовать развитию творческих способностей студентов; содействовать согласованию их личного мнения с общественными установками, развитию чувства личной ответственности.

В процессе игры каждой фирме предлагается обсудить четыре проблемы и составить по каждой из них письменное заключение. Во время проверки заключений преподаватель предлагает командам дополнительные задания. За правильные ответы команды получают баллы. После решения каждой проблемы учащиеся обсуждают различные варианты ответов, затем оглашается счет (рейтинг команд). Победителем объявляется фирма, набравшая наибольшее количество баллов. Команда-победитель получает право предложить свой проект по улучшению состояния окружающей среды, который затем студенты выполняют все вместе (например, посадку деревьев, экологический субботник, выпуск студенческой экологической стенгазеты, решение местных экологических проблем).

Такая форма проведения занятий позволяет повысить уровень знаний в области изменения окружающей среды; привлечь студентов к обсуждению вопроса бережного отношения к природе; развить навыки дискуссии и умения отстаивать свою точку зрения.

Перспективным направлением является разработка on-line практикумов. В качестве примера по экологии может служить может служить ресурс [6].

#### Литература

1. Трайнев В. А. Деловые игры в учебном процессе: Методология разработки и практика проведения. – М.: ИТК "Дашков и К", 2005. – 360 с.
2. Комаров В.Ф. У озера: Ручная имитационная игра по проблеме рационального использования возобновимых природных ресурсов. – М.: "Аргус", 1994. – 25 с.

3. Медоуз Д.Л. [и др.] Всемирное рыболовство: Имитационная игра с компьютерной поддержкой по обучению принципам сбалансированного использования возобновимых природных ресурсов.- University of Latvia Ecological Centre Riga, 1993. – 45 с.
4. Медоуз Д.Л. [и др.] Микрокомпьютерная обучающая управленческая игра о взаимодействиях между энергетикой и окружающей средой.- University of Latvia Ecological Centre Riga, 1993. – 120 с.
5. Двадненко М.В. [и др.] Деловая игра по экологии: Экологический аукцион// Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 10. – С. 101-101.
6. Ковалева Е. Исследование городской экосистемы, - Режим доступа: <http://biogames.ru/urban/>

УДК 628.316.6

## **ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХЛОРА В СИСТЕМЕ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

*Н.Н. Паненко*

Новочеркасская государственная мелиоративная академия

При агломерации городов и поселков водопроводные и канализационные сооружения, ранее расположившееся на безопасных расстояниях от мест массового скопления людей, зачастую оказываются вблизи сооружений гражданского и промышленного назначения. На объектах, содержащих хлор часто происходят аварии, сопровождаемые выбросами хлора с последующим образованием хлорно-воздушных смесей и распространением в атмосферу, при высокой концентрации хлора в атмосфере наблюдается интоксикация людей через дыхательные пути, зачастую приводящая к летальному исходу [1].

Хранение и использование хлора в системе водоотведения может привести к чрезвычайным ситуациям, повлекшим за собой гибель людей, а затраты на ликвидацию их последствий могут оказаться значительно больше [2].

На заседании президиума кабинета министров 9 августа премьер-министр РФ Владимир Путин сообщил, что правительство РФ в два раза увеличивает суммы компенсаций пострадавшим от чрезвычайных ситуаций. Премьер напомнил, что до настоящего времени правительство в случае чрезвычайной ситуации каждый раз принимало индивидуальные решения об увеличении размеров выплат. Чтобы уйти от этой практики, надёжно гарантировать права граждан, на будущее предлагается установить единые, более высокие суммы компенсаций пострадавшим от чрезвычайных ситуаций. А именно – выплачивать материальную помощь на неот-

ложные нужды в размере не 5 тысяч рублей, как было раньше, а 10 тысяч рублей, сказал Путин. Компенсация за полностью утраченное имущество также увеличивается – с 50 тысяч рублей на семью до 100 тысяч рублей на каждого члена семьи. В случае гибели человека его семья должна получить не менее миллиона рублей, добавил премьер. По его мнению, аналогичные полномочия по увеличению компенсаций должны быть и у субъектов Федерации [3].

Таким образом, целесообразно заменить использование хлора на менее безопасный гипохлорит натрия (ГХН) в системе водоотведения.

Согласно [4], гипохлорит натрия можно производить на месте потребления, и тем самым повысить безопасность объекта за счет минимизации операций транспортирования, хранения контейнеров с хлором, а также снизить расходы на обеспечение промышленной безопасности хлораторных и складов хлора (необходимость систем аварийной вентиляции, санитарных колонн, систем гашения хлорной волны и т.д.).

Низкоконцентрированный ГХН имеет ряд преимуществ [5]:

- не горюч, не взрывоопасен;
- имеет пониженное значение pH (~9) по сравнению с концентрированным раствором (до 12), тем самым решается проблема накипи;
- уровень разложения хлора (из-за испарения и преобразования в гипохлорит-иона в хлорат-ион) составляет около 1,8 % в сутки;
- не агрессивен, оборудование менее подвержено коррозии;
- степень разложения продукта до менее 0,1% в месяц, благодаря низкой концентрации;
- производство гипохлорита натрия на месте потребления в большинстве случаев является наиболее дешевым решением.

Основные недостатки, возникающие при использовании ГХН:

- 1) водород, образующийся при электролизе раствора поваренной соли;
- 2) большие затраты электроэнергии, необходимой для производства гипохлорита натрия;
- 3) наличие высококачественной соли, стоимость которой относительно велика.

Эти проблемы решаемы. Водород, например, можно либо сжигать, в качестве дополнительного топлива, либо использовать систему принудительной вентиляции [4].

В другом случае, можно по нашему мнению, сосредоточить производство ГХН на электростанции, в рамках её диверсификации, и полученный продукт поставлять потребителям. При этом себестоимость вырабатываемого на ТЭС продукта будет ниже, чем производство его на отдельно взя-



том специализированном химическом предприятии, прежде всего из-за относительно низкой стоимости электроэнергии. На сэкономленные деньги можно закупать соль надлежащего качества при производстве ГХН.

Таким образом, необходимо в системах водоотведения внедрять альтернативные эффективные методы химико-биоцидной обработки воды гипохлоритом натрия, которые заменят токсичный хлор, размещённые в больших количествах на очистных сооружениях. Эта замена на порядок дешевле для государства, чем устранение последствий чрезвычайной ситуации.

#### Литература

1. Селезнев, Г.М. Новые технологии и оборудование для дезинфекции воды – альтернатива хлору / Г.М. Селезнев, С.М. Лыков, Ю.В. Буракова, Ф.М. Кармазинов, Ф.И. Лобанов // Безопасность труда в промышленности. – 2007. – № 2. – С. 64-66.
2. Фесенко, Л.Н. Опыт применения гипохлорита натрия при обеззараживании воды на очистных сооружениях Центрального водопровода г. Ростова-на-Дону / Л.Н. Фесенко, А.Ю. Скрыбин, С.И. Игнатенко // Водоснабжение и сан. техника. – 2009. – № 9. – С. 46-51.
3. <http://www.rg.ru/2010/11/01/polnomochiya-anons.html>
4. Селезнев, Г.М. Новые технологии и оборудование для дезинфекции воды – альтернатива хлору / Г.М. Селезнев, С.М. Лыков, Ю.В. Буракова, Ф.М. Кармазинов, Ф.И. Лобанов // Безопасность труда в промышленности. – 2007. – № 2. – С. 64-66.
5. Григорьев, А.Б. Сравнительная оценка высоко- и низкоконтрированного гипохлорита натрия для дезинфекции питьевых вод / А.Б. Григорьев, Р. Расс // Водоснабжение и сан. техника. – 2006. – № 10. – С. 42-46

УДК 550.2, 550.34

### **ЭКСЦЕНТРИСИТЕТ ЗЕМНОЙ ОРБИТЫ ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ**

*В.Б. Смирнов, А.П. Чижов, Р.И. Ганиев, Р.Р. Багаутдинов*  
Уфимский государственный нефтяной технический университет

Орбитальный эксцентриситет Земли составляет 0,017, что определяет различную удаленность ее от Солнца, а, следовательно, различное гравитационное воздействие на Землю и Солнцем. Расстояние от Земли до Солнца меняется от 147101011 км (январь) до 152101011 км (июль), составляя в среднем 149601011 км. Различие между максимальным сближением Земли с Солнцем (перигелием) и максимальным удалением – Земли от Солнца (афелием) при эксцентриситете Земли 0,017 равно 5000000 км.

Ранее влияние солнечной и геомагнитной активности на вулканизм и сейсмичность Земли изучалось специалистами Государственного геологи-

ческого музея им. В. И. Вернадского РАН и Геофизического центра РАН. На основании этих исследований следует вывод, что максимумам солнечной активности соответствует относительно низкая сейсмическая активность. Исследователи обнаружили существование столетнего цикла солнечной и сейсмической активности, который можно разбить на три периода примерно по 33 года. Самые сильные землетрясения происходят в начале каждого векового периода. Как вывод, из этого следует, что очередной период наступил с 2004 года. При этом солнечная активность в ближайшие годы остается низкой.

Проведенный нами анализ статистики землетрясений различных амплитуд по отдельно взятым годам и по многолетним исследованиям за несколько столетий свидетельствует о том, что максимальная частота и интенсивность землетрясений наблюдается именно в период максимального сближения Земли и Солнца. Такая закономерность четко фиксируется практически по всем статистическим подборкам. Разумеется, существование 33 летнего периода не может быть отвергнуто, в связи с тем, что этот период сейсмической активности установлен по иным признакам, которые имеют большую связь с Солнцем.

Не отрицая влияния активности Солнца на интенсивность землетрясений, обращаем внимание исследователей на существование стабильной прямой зависимости сближения Солнца с Землей, при котором существенно активизируется активность и частота землетрясений.

УДК 551.1/4, 550.2

## **ГАЛАКТИЧЕСКАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ АНИЗОТРОПИЯ В ГЕОЛОГИИ ЗЕМЛИ**

*В.Б. Смирнов, А.П. Чижов, Р.Д. Газизов, Д.А. Муллашев*  
Уфимский государственный нефтяной технический университет

Общеизвестно, что Земля и Солнечная система занимают на своих орбитах строго определенное положение контролируемое гравитацией. В области перигелия и перигалактики Земля сближается с Солнцем на 5 млн. км, а с ядром Галактики на 300 парсек. Такое сближение с Солнцем, наблюдаемое в период с декабря по март месяцы, сопровождается активизацией землетрясений, в чем легко убедиться, анализируя статистику землетрясений. Сближение Земли с ядром Галактики, наблюдаемое в период галактической зимы на протяжении 60 млн. лет, сопровождается активиза-

цией орогенических процессов, которые следуют за талассократическими эпохами. Существование в строгой последовательности замещающих друг друга эпох геократических и талассократических является следствием смены галактических времен года.

Общеизвестно, что под гравитационным влиянием космических объектов наблюдаются морские приливы, величина которых находится в прямой зависимости от величины гравитации. Но приливная волна фиксируется в последнее время при помощи космических систем не только в гидросфере. Гравитационная волна отмечается и в литосфере. Причем в океанической коре, как более пластичной чем континентальная, приливная гравитационная волна больше чем в континентальной. Статистика землетрясений по временам года неопровержимо свидетельствует о наличии гравитационной приливной волны и в магматических очагах. Следовательно, магматические очаги на протяжении трех земных месяца проявляют аномально анизотропическую пластичность относительно континентальной и океанической кор.

Увеличение гравитационного воздействия на Землю при ее сближении с ядром Галактики отмечается на более длительном отрезке времени. Столь длительное гравитационное воздействие на такие анизотропные среды как континентальная и океаническая кора, неизбежно приведет к явлению остаточной деформации в более пластичной среде океанической. Как следствие существующего фактора длительной остаточной деформации по океанической коре, морские резервуары испытывают обмеление при котором избыток воды будет перемещаться на сушу. Такое явление в исторической геологии определяется эвстатическим колебанием уровня океана.

УДК 553.435(470.6):551.49

## **ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В БАССЕЙНАХ РЕК КУБАНИ И БОЛЬШОЙ ЛАБЫ ПРИ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ В КЧР**

*Ураскулов М.Р., Богуш И.А.*

Южно-Российский технический государственный университет (НПИ), г. Новочеркасск

Территория Карачаево-Черкесской республики богата рудными полезными ископаемыми – медь, полиметаллы, золото. Наиболее широко-масштабные поисковые и разведочные работы в республике проведены на

медноколчеданные руды. Здесь в бассейнах рек Кубани и Малой и Большой Лабы разведаны промышленно ценные медноколчеданные (медноцинковые) месторождения Худесс (Главная, Промежуточная и Кизилкольская рудные залежи), Даутское, Урупское, Власенчихинское, Скалистое, Первомайское, Левобережное, Быковское, Бескесское месторождения [2]. В ранге масштабов месторождений разведаны крупные рудопроявления Кыркольское, Карабекское. В настоящее время Власенчихинское месторождение уже отработано и широко эксплуатируется Урупское месторождение. Перерабатывающим центром горно-рудной промышленности является Урупский горно-обогатительный комбинат. В ближайшей перспективе намечается освоение медноколчеданных месторождений КЧР, в первую очередь Первомайского и Худесского.

При всех социальных и экономических достоинствах добычи рудного сырья возникает ряд экологических проблем, касающихся загрязнения окружающей среды, макро- и микроизменений ландшафта красивейших территорий Горного Кавказа. Авторами рассмотрены геоэкологические проблемы Карачаево-Черкесской республики [1,3,4,5], на территории которой мы ведем геологические исследования более 40 лет.

Наиболее чутким элементом Природной Среды при геолого-разведочных и эксплуатационных работах в горных районах являются поверхностные воды. Чистейшие воды горных рек бассейнов Кубани, Урупа, Малой и Большой Лабы могут быть загрязнены, и уже загрязняются, отходами горных производств [3,4].

Природное равновесие в загрязнении поверхностных вод было резко нарушено в сторону ухудшения с момента открытия на Северном Кавказе медноколчеданных месторождений в 1950 гг. Уже разведка месторождений (канавы, штольни, буровые скважины) привела к значительному увеличению контакта кислорода подземных трещинных вод и атмосферы с большими массами сульфидных руд и их минералов (г.о. пирита)

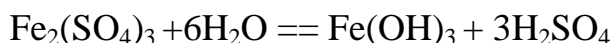
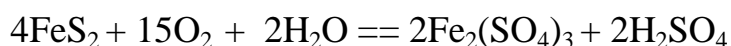
Наглядным примером нарушения экологического равновесия служат поисково-разведочные работы Худесского месторождения (Северное Приэльбрусье). Геоэкологические проблемы воздействия техногенных (шахтных) вод на природные воды малых рек и ручьев, притоков верховьев р. Кубани, наиболее полно проявились в пределах Худесского рудного поля [4,5,6]. Северного Приэльбрусья. Рудное поле Худесского медноколчеданного месторождения охватывает 20 километровую полосу по Передовому хребту Северного Кавказа между реками Малкой и Чучкуром. Ширина этой полосы 1-3,5 км, высотные отметки 2750-3300 м. В возвышенной части Передового хребта берут начало ручьи Чемарткол, Кривой, Кону-

школ, Голубой, Тохана, Артыкчат, Колчеданный. Вдоль южной границы поля протекает река Кизилкол, а вдоль северной границы ручьи Голубой и Тохана сливаясь, образуют истоки реки Худес. Река Кизилкол впадает в реку Малку и, в конечном итоге, несет свои воды в Каспийское море. Река Худес протяженностью 22 км впадает в реку Кубань, относящуюся к бассейну Каспийского моря. Основной водосбор и сток из района Худесского месторождения осуществляется в реку Кизилкол, истоки которой (ручьи Кислый и Голубой) пересекают рудные тела Худесского месторождения и дренируют рудничные воды.

Субвертикальные тела сплошных колчеданных руд в настоящее время по всему объему рудных масс и околорудным метасоматитам вскрыты буровыми скважинами и штольнями. Общая протяженность горных подземных выработок более 5500. пог. м. Все горные выработки обводнены, подземные воды циркулируют в рудных залежах на всем протяжении по вертикали, в основании рудных тел эти воды имеют выход на поверхность (штольни №№ 14 и 15) и попадают в ручьи Тохана и Голубой.

В формировании шахтных вод Худесского месторождения участвуют как сплошные так и прожилково-вкрапленные колчеданные руды, так и околорудные метасоматиты с сульфидной (пиритной) вкрапленностью в количестве 1-8 % объема породы. Основным поставщиком минерализации шахтных вод являются сплошные медно- и серноколчеданные руды. При разведке месторождения из горных выработок было извлечено и складировано на поверхности в устьях штолен №№ 2,5,7,14,16 более 14 тыс. тонн сплошных колчеданных руд. Отвалы этих руд, вперемешку с горными породами, в настоящее время являются постоянными загрязнителями поверхностных вод местных и региональных временных и постоянных водотоков, питающих реку Кубань.

Схема окисления пирита представляется следующим образом [6,7]:



Кислые (рН от 1,78 до 4,34) рудные воды Худесского месторождения представляю собой раствор сульфатов железа. Содержание сульфат-иона  $\text{SO}_4^{2-}$  колеблется от 180 мг/л до 9720 мг/л, при общей минерализации 241,7 – 15046 мг/л. [3]. Сульфатные формы железа переходят в оксидные формы.

В конечном итоге, продукты водяно-воздушного окисления пирита в виде гидроксидов железа попадают в реку Худес (7 тыс. тонн) и доходят до реки Кубани. Сера колчеданных руд в виде растворимых сульфат-иона и серной кислоты также транспортируется в реку Кубань (6,8 тыс. тонн).

Исходя из анхипиритного состава колчеданных руд Худесского месторождения и среднего бортового содержания меди в 1%, можно утверждать, что в поверхностные воды попадет и рассеется около 140 т высокотоксичной меди.

Рудные воды через ручей Тохана загрязняют реку Худес и прослеживаются на протяжении 22 км, до впадения реки Худес в Кубань. Воды реки Худес являются единственным крупным источником питьевой воды для самого обширного и богатого центра отгонного скотоводства. КЧР - Бечасынского плато.

При разведке Бескесского медноколчеданного месторождения было вынута на поверхность 13780 тонн колчеданной руды, продукты водно-воздушного окисления этой руды рассеялись в бассейне р.Бескес, левом притоке р.Большая Лаба. Аналогичная картина наблюдается на Быковском медноколчеданном месторождении, где тысяча тонн сульфидной руды при разведке складирована у уреза воды реки Большая Лаба. Рудный отвал окисляется и активно размывается речными водами.

Приведенный материал показывает, что уже на разведочной стадии геологических работ крупных сульфидных месторождений могут быть допущены просчеты уже на стадии разведочных работ. При вскрытии рудных тел массы сульфидной руды, измеряемые десятками тысяч тонн, хаотических складированы в зоне активных гипергенных процессов. Продукты окисления этой руды загрязняют приводящие к значительному загрязнению окружающей среды. В первую очередь страдают поверхностные воды и почвенный покров. Эти экологические просчеты должны быть учтены при разведке аналогичных месторождений и отработке Худесского месторождения в ближайшее время.

#### Литература

1. Богуш И.А., Бурцев А.А., Болтенко А.Е. Экологические аспекты поисково-разведочных буровых работ / Тез. докл. VII краевой конф. по геологии и полезным ископаемым Северного Кавказа. – Ессентуки, 1991. – С. 326 - 327.
2. Колчеданные месторождения Большого Кавказа. – М.:«Недра», 1973. – 256 с.
3. Коновалов Г.С., И.А.Богуш, Куцева П.П., Скрипченко Н.С., Иванова А.А. К вопросу о формировании химического состава подземных вод Худесского рудного поля / Гидрохим. мат. – Л. 1967. – Т. 43. – С. 117 – 131
4. Куцева П.П., Коновалов Г.С., Богуш И.А., Иванова А.А. Гидрохимическая характеристика и некоторые особенности формирования химического состава рудных вод Худесского месторождения / Гидрохим. материалы. – Л., 1968. – Т.44. – С. 117-130.
5. Прокофьева Н.М., Шахбазова Л.Е., Белихова В.Н. Результаты экспериментального изучения влияния колчеданных руд на химический состав природных вод /// Гидрохим. мат. – Л. 1969. Т. 51 – С. 137-144.
6. Смирнов С.С. Зона окисления сульфидных месторождений. Изд-во АН СССР. – М, 1951. –335 с.

УДК 631.53.02

## **ПРЕДПОСЕВНАЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН КАК ОДИН ИЗ НАИБОЛЕЕ БЕЗОПАСНЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПРИЁМОВ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*М.Г. Федорищенко, М.В. Жолобова*

ФГБОУ ВПО АЧГАА Ростовской области г. Зерноград

В условиях резкого увеличения стоимости энергоносителей, техногенного загрязнения агроэкосистем необходимы поиски экологически безопасных и экономически выгодных материальных и энергетических ресурсов в качестве альтернативы дорогим и экологически небезопасным вышеуказанным средствам повышения урожайности с одновременным улучшением качества сельскохозяйственных культур. Существующие методы и технологические приемы предпосевной стимуляции семян, основанные на применении высоко токсичных химических препаратов и использовании гидротермической обработки, связаны с большими затратами труда и низкой технологичностью процесса обработки семян. Кроме того, использование с целью обеззараживания семян ядохимикатов наносит большой вред окружающей среде. При внесении в почву обработанных фунгицидами семян ядохимикаты под воздействием ветра и дождей выносятся в водоемы, разносятся на обширные пространства, что загрязняет окружающую среду и наносит вред природе [1]

Сейчас известно много способов предпосевной обработки семян, повышающих посевные качества семян: воздушно-тепловой обогрев, облучение инфракрасными и гамма лучами, обработка лазером и ультразвуком, высокочастотный нагрев, применение электрических и магнитных полей и др.

Метод лазерной обработки имеет целый ряд преимуществ перед физическими и химическими способами предпосевной подготовки семян. К ним относятся: повышение качества с/х продукции (увеличение сахаров, витаминов, содержание белка и клейковины); возможность снижения нормы высева на 10-30% за счет повышения полевой всхожести семян и усиления ростовых процессов; безвредность обработки для семян и обслуживающего персонала; кратковременность воздействия. Но лазерная обработка семян является весьма дорогостоящей и поэтому широко не используется в хозяйствах России.

Гамма-облучение позволяет ускорить прорастание семян некоторых культурных растений, увеличивает полевую всхожесть и количество продуктивных стеблей и, как следствие, урожайность (до 13%). К недостаткам можно отнести зависимость эффективности предпосевного облучения

от погодных условий в вегетационный период, отрицательное влияние на ряд хозяйственных признаков растений, снижение интенсивности дыхательного режима растений. Главным недостатком данного способа стимулирования является то, что увеличение дозы обработки может вызвать летальный исход [4].

Новые нанотехнологии СВЧ предпосевной обработки семян и дезинсекции осуществлялись как альтернатива химическим методам. Для дезинсекции зерна и семян был использован импульсный режим СВЧ-обработки, который за счет сверхвысокой напряженности ЭМП в импульсе обеспечивает гибель вредителей насекомых. Установлено, что для 100%го эффекта СВЧ дезинсекции необходима доза не более 75 МДж на 1 т семян. Но на сегодняшний день эти технологии не могут быть использованы непосредственно в АПК, так как идут только их разработки, и предполагаемая стоимость внедрения на производство очень высока.

К числу перспективных агроприемов, оказывающих стимулирующее воздействие на рост и развитие растений, следует отнести использование электрических и магнитных полей, которые применяются, как при предпосевной подготовке семян, так и в период вегетации растений за счет повышения сопротивляемости растений к стрессовым факторам, увеличения коэффициента использования питательных веществ из почвы, что приводит к росту урожайности культур. [3]

Исследованиями ученых Артемьева Н.А., Басова А.М., Изакова Ф.Я., Шпигеля В.Н., Бородина И.Ф., Яснова Г.А., Блонской А.П., Кутис С.Д., Серёгиной М.Т., Ксёэнз Н.В., Стародубцевой Г.П., Казаковой А.С. и других доказано положительное влияние электромагнитного поля на посевные и урожайные качества семян зерновых культур.

Целью нашего исследования является совершенствование процесса предпосевной обработки семян ярового ячменя переменным электромагнитным полем промышленной частоты путём обоснования параметров устройств и режимов обработки семян.

Электромагнитная обработка семян, по сравнению с целым рядом других методов обработки не сопряжена с трудоемкими и дорогостоящими операциями, не оказывает вредного воздействия на обслуживающий персонал (как, например, химическая или радионуклидная обработка) или использование пестицидов, не дает при обработке летальных для посевного материала доз, является весьма технологичным и легко автоматизируемым процессом, воздействие легко и точно дозируется, является экологически чистым видом обработки, легко стыкуется с применяемыми в настоящее время агроприемами [2]. Немаловажным является то, что растения, вы-



росшие из обработанных семян, не имеют в дальнейшем патологических изменений и индуцированных мутаций [4]. Показано, что воздействие электромагнитного поля увеличивает количество продуктивных стеблей, количество колосков, среднюю длину растений и колоса, увеличивает количество зёрен в колосе и соответственно массу зерна. Всё это приводит к увеличению урожайности на 10-15 %.

Таким образом исследованиями многих авторов установлено, что под действием электромагнитного поля происходит мобилизация сил и высвобождение энергетических резервов организма, активизируются физиолого – биохимические процессы на ранних этапах прорастания семян, происходит повышение внутриобменных процессов и устойчивое увеличение энергии прорастания, всхожести, силы, начального роста, весенне-летней выживаемости, которые благоприятно влияют на весь последующий период развития растений.

#### Литература

1. Федорищенко М.Г. Совершенствование процесса предпосевной обработки семян зернового сорго переменным электромагнитным полем промышленной частоты: Дис. ... канд. тех. наук. – СПб, 2000. – 150 с.
2. Ксенз Н.В. Анализ электрических и магнитных воздействий на семена / Н.В. Ксенз, С.В. Качеишвили // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 5. – С. 10-12.
3. Казакова, А.С. Влияние предпосевной обработки семян ярового ячменя электромагнитным полем переменной частоты на их посевные качества./ А.С. Казакова, М.Г. Федорищенко, П.А. Бондаренко / Технология, агрохимия и защита сельскохозяйственных культур. Межвузовский сборник научных трудов. – зерноград, 2005. Изд. РИО ФГОУ ВПО АЧГАА. – С. 207-210.
4. Нецадим, Н.Н. Теоретическое изучение влияния обработки семян и посевов ростовыми веществами, магнитным полем, лазерным облучением на урожай и качество продукции, практические рекомендации; опыты с пшеницей, ячменём, арахисом и розой. Автореф. д.с-х.н Кубанский ГАУ. – Краснодар, 1997.

УДК 65.012.:658.567

### **БЕЗОПАСНЫЙ СБОР ТОКСИЧНЫХ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ МАЛОГО БИЗНЕСА**

*И.А. Шишина, Ж.М. Адилова*

Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия, г. Зерноград

Безопасное обращение с отходами на предприятии малого бизнеса ведется в соответствии с федеральными законами «Об охране окружающей среды», «Об отходах производства и потребления», нормативных документов по охране земель от отходов производства и потребления.

Дадим рекомендации по сбору и размещению отходов для предприятий малого бизнеса сельскохозяйственного профиля.

Отходы производства и потребления – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Обращение с отходами – деятельность по сбору, накоплению, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов.

Порядок сбора отходов на территориях муниципальных образований, предусматривающий их разделение на виды (пищевые отходы, текстиль, бумага и другие), определяется органами местного самоуправления и должен соответствовать экологическим, санитарным и иным требованиям в области охраны окружающей среды и здоровья человека.

Различают пять классов опасности отходов: I класс – чрезвычайно опасные; II класс – высокоопасные; III класс – умеренно опасные; IV класс – малоопасные; V класс – практически неопасные.

Для отходов I – IV класса опасности, руководители предприятий малого бизнеса обязаны подтвердить отнесение данных отходов к конкретному классу опасности и составить паспорт отходов I - IV класса опасности на основании данных о составе и свойствах этих отходов, оценки их опасности.

На предприятии малого бизнеса должны быть определены лица, которые допущены к обращению с отходами I - IV класса опасности. К таким работам допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, профессиональную подготовку с выдачей свидетельства (сертификата), инструктажи по охране труда и по пожарной безопасности, по оказанию первой помощи пострадавшим.

Не разрешается хранить отходы в месте их сбора в количестве, превышающем нормы, вблизи источников искрообразования и источников тепла, без учета их совместимости, загромождать места сбора промышленных отходов и подходы к ним. Места сбора пожароопасных отходов должны оснащаться средствами пожаротушения и знаков безопасности, на таких площадках нельзя курить и пользоваться открытым огнем. Тушить ЛВЖ и ГЖ огнетушителем, песком, асбестовым полотном, растворители не тушить водой.

Следует соблюдать правила личной гигиены. Работникам нельзя хранить посторонние предметы, личную одежду, средства индивидуальной защиты и принимать пищу. По окончании работы с промышленными отходами и перед приемом пищи следует тщательно вымыть руки теплой во-

дой с мылом, руки смазать вазелином или силиконовым кремом. В случае проявления признаков отравления прекратить работу, сообщить мастеру и обратиться в медпункт.

Основными отходами, содержащими токсичные материалы на малом предприятии сельскохозяйственного профиля являются: люминисцентные лампы, кислота аккумуляторная серная отработанная, отработанные масла, отработанные масляные фильтры; аккумуляторы свинцовые, отработанные неразобранные со слитым электролитом; обтирочный материал, загрязненный маслами (ветошь); отходы (осадки) при очистке сточных вод, покрышки и камеры пневматические отработанные и пр.

Сбор ртути содержащих ламп они делятся по диаметру и длине и устанавливаются вертикально в контейнеры, пустоты заполняют мягким амортизирующим материалом, а сами контейнеры ставят в эмалированные или винилпластиковые поддоны. В помещении их хранения нужны приточно-вытяжная вентиляция, запас марганцовокислого калия и емкости более 10 л для приготовления 10%-ного обезвреживающего раствора. Осколки разбитой лампы собираются щеткой или скребком в металлический контейнер закрытого типа, заполненный обезвреживающим раствором.

Переливание лакокрасочных материалов из одной тары в другую производится на металлических поддонах с бортами не ниже 50 мм. Разлитые на пол краски и растворители немедленно убираются с применением песка или опилок и удаляются из помещения.

В случае разлива электролита при сливе аккумуляторов это место нейтрализуют раствором кальцинированной соды, промывают водой и досуха вытирают тряпкой. Перед сливом электролита в канализацию его нейтрализуют раствором кальцинированной соды.

Отработанные масла и фильтры должны собираться в емкости. Химическую обработку загрязненной пролитым мазутом или маслами почвы проводят распределением 1 кг извести из расчета на 1 кг продукта.

На площадке хранения кислот и масел должны быть емкости для хранения извести, соды для нейтрализации разлитых жидкостей и песка для их сбора. Пролитые на пол химические растворы и растворители немедленно нейтрализуют и убирают при помощи опилок или сухого песка, а пол вытирают ветошью, смоченной растворителем, после чего облитое место моют водой с моющим средством или 10%-ным раствором соды. Выполнять такие работы следует в перчатках, противогазе или респираторе.

#### Литература

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (в ред N 309-ФЗ от 30 декабря 2008 года).
2. Бадагуев Б.Т. Экологическая безопасность предприятия. – М.: Альфа-Пресс, 2011. – 568 с.

УДК 504.3 (574.4)

## **РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ И РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПЫЛЕАЭРОЗОЛЯХ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕВЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)**

*А.Р. Ялалтдинова*

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Вопрос экологии на сегодняшний день является одним из самых актуальных для города Усть-Каменогорска, как одного из крупных промышленных центров Республики Казахстана. Наиболее напряженная экологическая обстановка согласно ранее проведенным исследованиям наблюдается в центре города в зоне воздействия предприятий Северной промышленной зоны: Свинцово-цинкового комбината (ТОО «Казцинк»), выпускающего, главным образом, цинк, свинец, медь, золото и серебро, Ульбинского металлургического завода (АО «УМЗ»), производящего топливо для атомных электростанций, бериллий и тантал и Усть-Каменогорской ТЭЦ (АО «AES УК ТЭЦ») [4].

В статье представлены результаты изучения содержания редкоземельных и радиоактивных элементов в пылеаэрозолях в зоне воздействия Северной промышленной зоны г. Усть-Каменогорска. Для изучения пылевых атмосферных выпадений в конце февраля 2011 года было отобрано 6 проб снегового покрова; пробоотбор, пробоподготовка и обработка результатов проводились лично автором согласно [1, 2, 3, 5]. Пробы отбирались с учетом расположения предприятий-загрязнителей, формы выявленных ореолов аномальных концентраций тяжелых металлов в почвенном и снежном покровах согласно [4], элементов рельефа и преобладающих направлений ветра (юго-западное и северо-восточное).

Содержания редкоземельных и радиоактивных элементов определялось инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА) в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (ТПУ) на исследовательском реакторе ИРТ-Т НИИ ядерной физики при ТПУ (аналитики с.н.с. А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская). Далее согласно [2] рассчитывались коэффициенты концентрации этих элементов (отношение концентрации элемента в исследуемом объекте к геохимическому кларку ноосферы (по М.А. Глазовской и М.Ф. Глазовскому)), также рассчитывался фактор обогащения с целью выявления технофильной составляющей:

$$\Phi_{\text{обогащения}} = (X/Sc)_{\text{взвесь}} / (X/Sc)_{\text{зем. кора}}$$

где  $X$  – содержание определяемого элемента в пробе и в земной коре соответственно. Содержание элементов в земной коре берется по кларку литосферы по А.П. Виноградову.

В таблице 1 приведены содержания радиоактивных элементов (урана и тория), их среднесуточное выпадение в зоне воздействия Северной промышленной зоны. Из таблицы видно, что содержание тория не превышает кларк ноосферы, что свидетельствует об отсутствии техногенного источника поступления тория. Уран в свою очередь накапливается в непосредственной близости от промзоны, на расстоянии 300 м в северном и южном направлениях. За счет более высокого уровня пылевой нагрузки среднесуточное выпадение урана максимально на юге и достигает  $0,95 \text{ г/км}^2$  сут. Согласно [6] Th/U отношение близкое к 1 единице и ниже характерно для территорий, где в производстве отмечаются повышенные концентрации урана, среди них выделяются территории с редкометалльным производством (в данном случае Ульбинский комбинат). Если Th/U отношение от 2 до 5 единиц, это могут быть районы с разнопрофильным производством, в том числе и с теплоэнергетическим комплексом (Усть-Каменогорская ТЭЦ).

Таблица 1

**Величина среднесуточной пылевой нагрузки ( $P_n$ ), общей нагрузки ( $P_{\text{общ}}$ ) и содержания радиоактивных элементов в твердом осадке снега в зоне воздействия Северной промышленной зоны**

Характеристика		$P_n$ , кг/км <sup>2</sup> *сут.	U, мг/кг	Th, мг/кг	Th / U	$P_{\text{общ}}$ , г/км <sup>2</sup> *сут	
						U	Th
Ближняя зона	300 м к юго-востоку	86,6	4,1	4,5	1,1	0,35	0,39
	300 м к северу	7,82	19,7	5,5	0,3	0,15	0,04
	300 к югу	140	6,8	5,8	0,9	0,95	0,82
Средняя зона	600 м к юго-западу	16,6	7,6	5,3	0,7	0,13	0,09
Дальняя зона	1800 м к юго-востоку	52,2	1,7	4,0	2,3	0,09	0,21
	1800 м к северо-западу	59,1	4,1	6,3	1,5	0,24	0,37
Кларк ноосферы по М.А. и М.Ф. Глазовским / Кларк литосферы по А.П. Виноградову			1,9 / 2,5	7,6 / 13	4		

Для редкоземельные элементы характерно накопление в дальней зоне на расстоянии 1800 м в северо-западном направлении, в меньшей степени на расстоянии 300 м к северу (таблица 2). При этом, как и для радиоактивных элементов, за счет повышенной пылевой нагрузки среднесуточные выпадения La, Ce, Yb максимальны на расстоянии в 300 м к югу от границы Северной промышленной зоны. Но даже при условии, что пылевая нагрузка в дальней зоне практически в 3 раза ниже максимальные среднесуточные выпадения Sc, Tb, Nd отмечаются именно в этой точке.

Таблица 2

**Величина среднесуточной пылевой нагрузки ( $P_n$ ), общей нагрузки ( $P_{общ}$ ) и содержания редкоземельных элементов в твердом осадке снега в зоне воздействия Северной промышленной зоны**

Показатель	Ближняя зона			Средняя зона 600 м к юго-западу	Дальняя зона		Кларк ноосферы по М.А. и М.Ф. Глазовским / Кларк литосферы по А.П. Виноградову
	300 м к юго-востоку	300 м к северу	300 м к югу		1800 м к юго-востоку	1800 м к северо-западу	
$P_n$ , кг/км <sup>2</sup> *сут.	86,6	7,82	140	16,6	52,2	59,1	
Sc, мг/кг	9	20	13	13	10	36	7 / 10
La, мг/кг	17	36	24	20	19	41	0,64 / -
Ce, мг/кг	34	62	52	44	42	81	12 / 49
Tb, мг/кг	0,4	1,6	0,6	0,9	0,7	2	32 / 70
Yb, мг/кг	2	3,5	3	3	3	6	1,9 / 3,3
Nd, мг/кг	15	40	14	21	16	45	16 / -
$P_{общ}$ , г/км <sup>2</sup> *сут	Sc	0,75	0,16	1,8	0,22	0,5	2,1
	La	1,5	0,28	3,4	0,34	1	2,4
	Ce	3	0,48	7,3	0,74	2,2	4,8
	Tb	0,03	0,01	0,08	0,02	0,04	0,12
	Yb	0,17	0,03	0,42	0,05	0,16	0,35
	Nd	1,3	0,32	2	0,35	0,82	2,7

По результатам расчета коэффициента обогащения было установлено, что технофильными элементами являются U и Sc. Опираясь на литературные данные [4, 7] и результаты исследования можно сказать, что источником поступления урана является деятельность Ульбинского металлургического завода. Источник поступления скандия установлен не был.

Литература

1. Василенко В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н. Василенко, И.М. Назаров, Ш.Д. Фридман. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 185 с.
2. Геохимия окружающей среды/Ю. Е. Сагет, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

3. Назаров И.М. Экологический подход к оценке состояния и регулирования качества окружающей природной среды / Ю.А. Анохин, Ю.А. Израэль, И.М.Назаров др. // Доклады АН СССР. – Т. 241, № 3. – М.: Наука, 1978. – С. 723-726.
4. Отчет по теме: "Разработка научно-обоснованного экологического паспорта города Усть-Каменогорска" (заключительный). Том 1. / Федоров Г.В. и др. – Усть-Каменогорск: ТОО "Экосервис С", 2005. – 304 с.
5. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы
6. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – Томск: Б.и., 2006. – 423 с.
7. [oskemen.kz/ru/files/ecology.doc](http://oskemen.kz/ru/files/ecology.doc) [Проект восстановления окружающей среды г. Усть-Каменогорска]

УДК 622.221.2

**ВОПРОСЫ ОФОРМЛЕНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ ПРОЕКТНОЙ  
ДОКУМЕНТАЦИИ НА РАЗРАБОТКУ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

*С.В. Баранов, Д.Ю. Савельев, А.А. Калмыков*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

В настоящее время недропользователи различных регионов страны столкнулись с проблемой согласования проектной документации. Суть проблемы заключается в следующем:

В адрес территориальных органов Федерального агентства по недропользованию и в адрес предприятий отрасли представлено разъяснение Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 14.03.2011 за № 02-11-44/3592 по вопросу согласования проектной документации.

Содержание разъяснения свидетельствует о необходимости наличия в составе представляемой недропользователями в органы Роснедра на согласование технической документации Заключения Госэкспертизы, либо письма об отсутствии необходимости проведения экспертизы по каждому конкретному объекту недропользования. Указанное требование означает приравнивание горнодобывающих предприятий к строительным со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Следуя логике представителей МПР, горнодобывающие предприятия должны быть в соответствии с действующим законодательством членами строительных саморегулируемых организаций (СРО).

В соответствии с действующим Постановлением Правительства РФ от 24.03.2011 N 207 «О минимально необходимых требованиях к выдаче саморегулируемыми организациями свидетельств о допуске к работам на особо опасных и технически сложных объектах капитального строительства, оказывающим влияние на безопасность указанных объектов»

Названным документом установлены необходимые требования к выдаче свидетельств о допуске к работам по строительству, реконструкции и капитальному ремонту объектов капитального строительства, по подготовке проектной документации, по инженерным изысканиям, которые оказывают влияние на безопасность объектов использования атомной энергии и на безопасность особо опасных и технически сложных объектов.



Подробно регламентирован кадровый состав указанных организаций (работников индивидуального предпринимателя), в т. ч. количество и квалификация руководителей организации (директоры, главные инженеры и их заместители), руководителей структурных подразделений, специалистов определенного профиля.

С учетом положений принятого Правительством РФ Постановления от 24.03.2011 № 207, если следовать логике МПР РФ, предприятия-недропользователи обязаны:

- сформировать дополнительных штата работников соответствующей квалификации для выполнения работ по капитальному строительству.
- подготовить и представить на утверждение технический проект на осуществление капитального строительства.
- представить недропользователями для проведения указанной экспертизы ряда документов, определенных законодательством, регламентирующим проведение экспертизы (сметы, разрешения на строительство и т.д.), а также временная и финансовая составляющая вопроса проведения экспертизы, влекут нарушение сроков выполнения лицензионных условий на право пользования недрами (с возможными последствиями досрочного прекращения прав пользования недрами), приостановку деятельности предприятий, и, как следствие – невыплату заработной платы, а также не поступление налоговых и иных обязательных платежей в бюджеты различных уровней.

Следует также отметить несоответствие требований, предъявляемых к содержанию разделов проектной документации, предъявляемых Госэкспертизой и территориальных органов Федерального агентства по недропользованию. Как известно, предметом Госэкспертизы является соответствие проектной документации на объекты капитального строительства техническим регламентам, а не нормам проектирования горно-технических систем или правилам эксплуатации месторождений.

Кроме того, при оформлении проектной документации для Госэкспертизы необходимо руководствоваться Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 г. Москва "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию", а для рассмотрения этой же проектной документации в территориальных органах Федерального агентства по недропользованию последние требуют соответствия проектной документации Приказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 25 июня 2010 г. № 218 «Об утверждении требований к структуре и оформлению проектной документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых, лик-

видацию и консервацию горных выработок и первичную переработку минерального сырья».

Таким образом, одна и та же проектная документация одновременно должна соответствовать двум совершенно разными законодательным актам, что сильно затрудняет недропользователям своевременно согласовать такую документацию.

На основании анализа действующей нормативной базы, регламентирующей порядок и условия проведения Государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий, напрашивается вывод о несоответствии разъяснений МПР РФ действующему законодательству по следующим основаниям:

1. Техническая документация предприятий – недропользователей не является предметом государственной экспертизы проектной документации, так как для объектов осуществления деятельности и для добытого минерального сырья не принимаются технические регламенты (ч. 5 ст. 49 Градостроительного кодекса РФ).

2. Предметом осуществления работ по представляемой недропользователями технической документации является разработка полезных ископаемых, а не капитальное строительство (ст. 36, 44, 51 Градостроительного кодекса РФ, ст. 12 Закона «О недрах» в части определения вида работ, на выполнение которых выдана лицензия).

3. Для осуществления работ, связанных с недропользованием (в том числе на участках лесного, водного фонда) не требуется получение Разрешения на строительство (ст. 49 п. 3, п. 3.1 Градостроительного кодекса РФ).

4. Градостроительные регламенты не устанавливаются для земель лесного фонда, действие градостроительного регламента не распространяется на земельные участки, предоставленные для добычи полезных ископаемых (подп. 4 п. 4, п. 6 ст. 36 Градостроительного кодекса РФ).

5. Перечисленные в п. 1-4 обстоятельства являются безусловным основанием для отказа Федеральным агентством «Главгосэкспертиза» в принятии проектной документации в связи с представлением недропользователем не подлежащей государственной экспертизе проектной документации (подп. 8. п. 8 ст. 51 Градостроительного кодекса РФ).

6. Недропользователи не могут выполнить требования ст. 48 Градостроительного кодекса РФ в части:

◦Выполнения требований по осуществлению архитектурно-строительного проектирования путем подготовки проектной документации применительно к объектам капитального строительства (п. 1–2, 9–11 ст. 48 Градостроительного кодекса РФ);

°Выполнения требований по включению в состав проектной документации объектов капитального строительства разделов (подп. 1–6, 10, 11, 11.1, п. 12 ст. 48, п. 13, 15 статьи 48 Градостроительного кодекса РФ).

7. Дополнительным подтверждением доводов недропользователей является содержание Постановления Правительства РФ от 24.03.2011 № 207 «О минимально необходимых требованиях к выдаче саморегулируемыми организациями свидетельств о допуске к работам на особо опасных и технически сложных объектах капитального строительства, оказывающим влияние на безопасность указанных объектов», устанавливающего требования к строительным и проектным организациям для получения ими свидетельства о допуске к работам, влияющим на безопасность строительных объектов.

Невозможность представления недропользователями для проведения указанной экспертизы ряда документов, определенных законодательством, регламентирующим проведение экспертизы (сметы, разрешения на строительство и т.д.), а также временная и финансовая составляющая вопроса проведения экспертизы, влекут нарушение сроков выполнения лицензионных условий на право пользования недрами (с возможными последствиями досрочного прекращения прав пользования недрами), приостановку деятельности предприятий, и, как следствие – невыплату заработной платы, а также не поступление налоговых и иных обязательных платежей в бюджеты различных уровней.

УДК 555.57

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СКРЫТЫХ ТОПОПОВЕРХНОСТЕЙ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ ПОРОД (НА ПРИМЕРЕ ШЕДОКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИПСА)**

*Г.А. Белоконев, Д.Н. Шурыгин*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Шедокское месторождение гипса расположено в Мостовском районе Краснодарского края. Гипсоносная толща Шедокского месторождения является продуктом гипергенного преобразования (гидратации) материнских ангидритов галогенной толщи. В разрезе она представляет собой субгоризонтальную, в очень слабой степени наследующую элементы слоистости материнских пород плащеобразную залежь, мощность которой в первую очередь зависит от рельефа площади. Минимальные мощности гипсов связаны с привершинной частью Западного участка, макси-

мальные развиты на крутых склонах, где идет накопление делювиального материала, аккумулирующего внешнюю влагу, необходимую для гидратации ангидритов.

На подавляющей части площади Западного участка получила развитие одна продуктивная пачка гипсов, выходящая на дневную поверхность, и только на крайнем его восточном фланге установлена вторая пачка, отделенная от верхней ангидритами и гипсо-ангидритами переменной мощности.

Добыча полезного ископаемого производится открытым способом. С целью планирования горных работ необходимо иметь планы вскрышных пород и скрытых топоповерхностей кровли и изомощности продуктивной толщи.

Топографическая поверхность отражает взаимосвязь некоторого параметра осадочной толщи пород с его пространственными (чаще плановыми) координатами. На Шедокском месторождении гипса методом группового учета аргументов (МГУА) была построена математическая модель кровли толщи полезного ископаемого. Среднеквадратическое отклонение расчетных значений отметок кровли залежи от их фактических данных составила 33,4 м, что соответствует 70,8% точности модели. Таким образом, геометрически правильная модель (уравнение) в сравнительно простых и однородных условиях залегания относительно точно представляет геометрически неправильную реальную топоповерхность

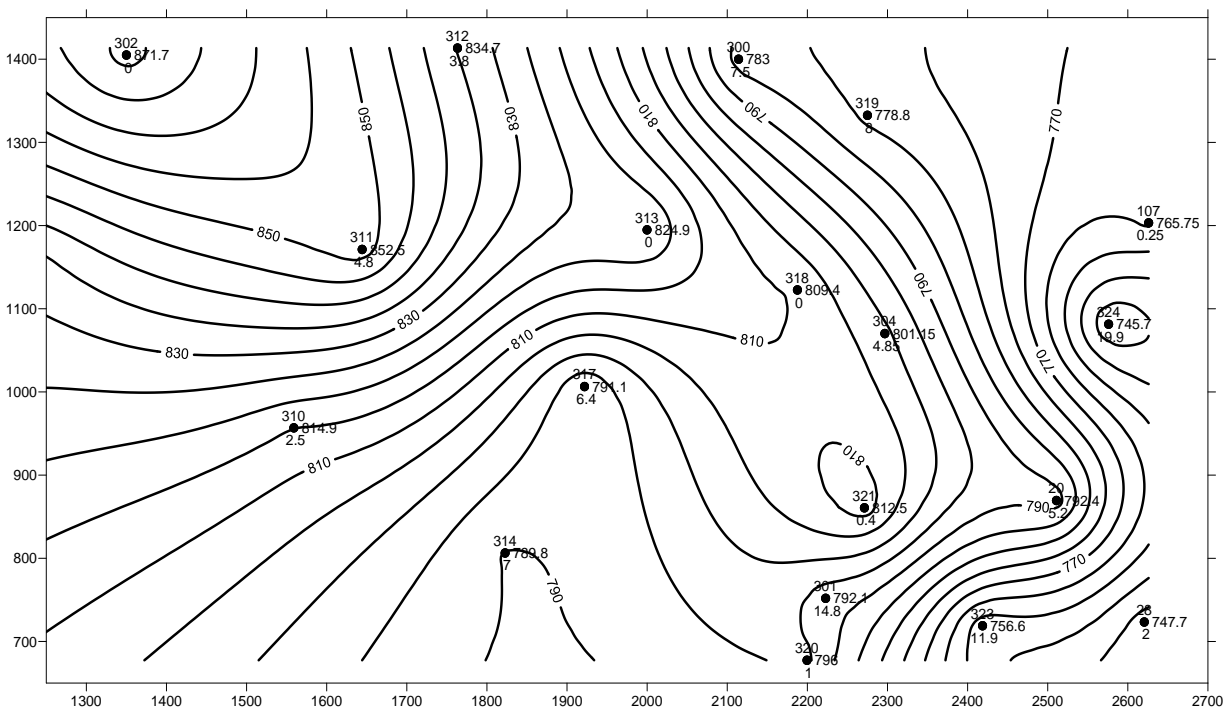
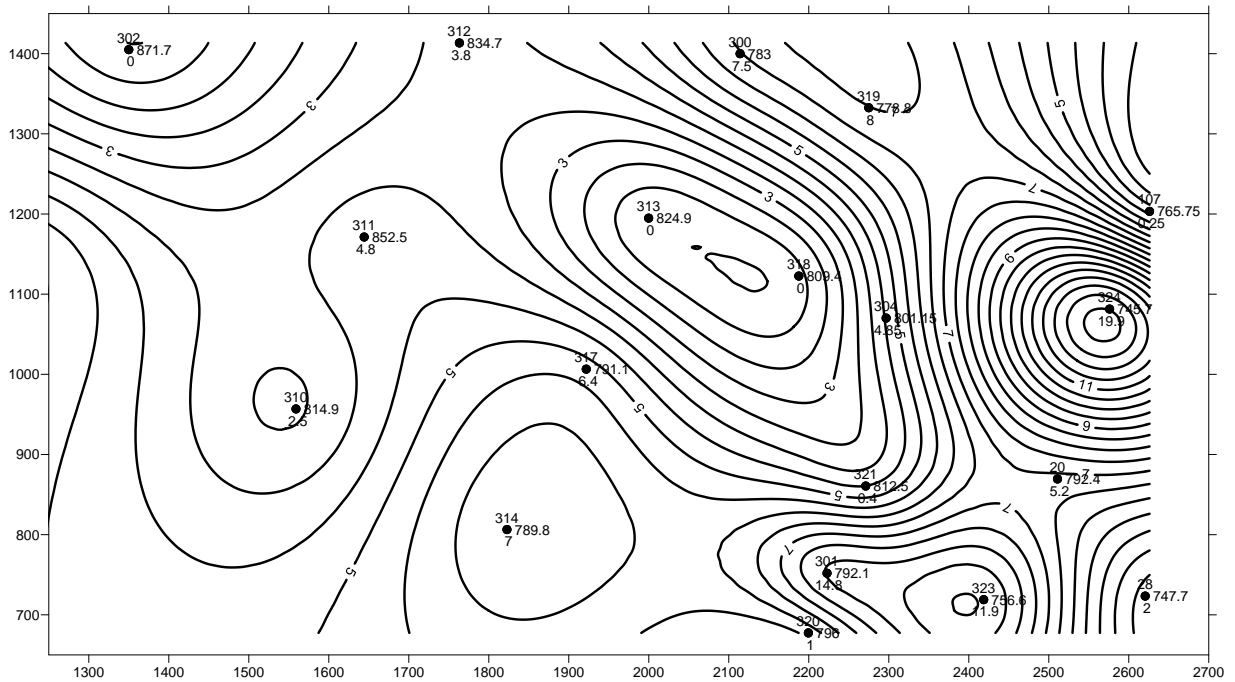


Рис. 1. Карта изолиний кровли залежи гипса (Kriging)

Программный пакет «Surfer» позволяет строить топоповерхности объектов различными математическими методами, из которых наиболее широко применяемыми являются Kriging, Radial Basis Function и Triangulation. На картах изолиний кровли гипса показан план топоповерхностей, построенный методом Kriging (рис. 1).

Проведенные исследования показали, что наиболее сглаженными являются модели, построенные методом Radial Basis Function, однако и их отклонения от фактических значений топоповерхности являются наибольшими.

Метод Triangulation не позволяет оценить отклонения в краевых точках топоповерхности. Метод Kriging оптимальным образом строит модель с наименьшими отклонениями от их реальных значений, что позволяет рекомендовать его в качестве основного при построении скрытых топоповерхностей.



**Рис. 2. Карта изолиний мощности внешней вскрыши**

Поэтому, методом Kriging построена прогнозная карта изолиний вскрыши залежи (рис. 2).

#### Литература

1. Калинин В.М. Математическое моделирование и прогноз показателей месторождений: справочник. – М.: Недра, 1983. – 319 с.
2. Отчет по объекту: «Детальная разведка участка «Западный» Шедокского месторождения гипса в Мостовском районе Краснодарского края». – Краснодар, 010. – 153 с.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГНОЗНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
МЕЛКОАМПЛИТУДНОЙ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНОГО  
ПЛАСТА  $m_8^1$  ШАХТЫ САДКИНСКАЯ С ФАКТИЧЕСКОЙ  
СИТУАЦИЕЙ НА ОТРАБОТАННОЙ ЧАСТИ ШАХТНОГО ПОЛЯ  
ЗА 2008-2011 ГОДЫ**

*Г.А. Белоконев, Д.Н. Шурыгин*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Геологическое строение поля шахты Садкинская. Шахта Садкинская расположена на участке Садкинский Восточный №1 и входит в состав Сулино-Садкинского угленосного района Восточного Донбасса. Участок Садкинский №1 занимает приосевую зону Сулино-Садкинской синклинали, которая имеет северо-западное простирание и ассиметричный профиль – пологое северное и крутое южное крылья. На северном крыле максимальные углы падения пород составляют 8-10°, на южном достигают 35-50°.

Геологоразведочными работами выявлен ряд дизъюнктивных нарушений взбросового и сбросового характера, большая часть из которых является малоамплитудными – с амплитудой смещения пласта  $m_8^1$  менее 10 м. Лишь отдельные разрывы имеют амплитуду более 10 м. В процессе отработки пласта были выявлены многочисленные разрывные нарушения с амплитудами 1-2,5 м и единичные разрывы с амплитудой до 5-6,5 м. В зонах развития и затухания разрывов отмечена повышенная трещиноватость угольного пласта и вмещающих пород. Ширина зон трещиноватости в среднем достигает 50 м (по 25 м в висячем и лежащем крыльях нарушения).

В 2006-2007 годах методом группового учета аргументов (МГУА) и способами классификации было выполнено прогнозирование мелкоамплитудной нарушенности угольного пласта  $m_8^1$  действующей шахты Садкинская с построением прогнозной карты нарушенности пласта на участках будущей его отработки. Ниже приводится сравнительный анализ прогнозных построений нарушенности пласта с фактическими данными, полученными в процессе его отработки в 2008-2011 годах (табл.1).

Приведенные данные показывают, что наиболее достоверно прогнозируются ненарушенные зоны угольного пласта, но при этом прогноз разрывов с амплитудой до 2 м является относительно низкоточным.

**Сравнение фактических и прогнозных характеристик нарушенности угольного пласта**

№ п.п.	№ скважины	Амплитуда разрыва фактическая, м	Амплитуда разрыва прогнозная, м
1	17144	0.5 – 0.8	0
2	16800	0.3	2.2
3	16117	0.2 – 0.5 до 2 – 2.5	0
4	16146	0.2 – 0.5	1.4
5	16724	1.5	0.91
6	16803	0.1 – 0.5	0.88
7	16620	2.0 – 2.4 и 0.2 – 1.1	0.65
8	16560	0.9 – 1.1	0
9	16569	0.4	0
10	16538	0.5	0.6
11	17148	3.7	3.1
12	32	0.8	0
13	33	0	0
14	34	0	0
15	35	0.5	0
16	36	0	0
17	37	0	0
18	40	0	0
19	41	0	0
20	42	0	0
21	43	1.0	0

Таким образом, повысить достоверность прогнозных построений возможно путем привлечения дополнительной информации об углевмещающей толще, в частности качественных ее характеристик – цвета и слоистости пород.

Литература

1. Калинченко В.М. Прогнозирование условий разработки угольных пластов. Проблемы и перспективы комплексного освоения минеральных ресурсов Восточного Донбасса. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦРАН, 2005. – С. 290-301.
2. Детальная разведка участка Садкинского Восточного №1. Подсчет запасов угля по состоянию на 1.01.90 г. Отчет за 1986-1990 гг. Южгеология. Северо-Донецкая геологоразведочная экспедиция. – Ростов-на-Дону, 1990.

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРИТОКА ГАЗА

*А.Е. Воробьев, И.В. Соколов, Я.В. Козлова*

Российский университет дружбы народов, г. Москва

В процессе строительства, заканчивания и эксплуатации скважин в призабойной зоне пласта (ПЗП) происходят изменения фильтрационных свойств и насыщенности флюидами, которые, как правило, приводят к снижению продуктивности скважин.

Помимо этого, на больших глубинах не всегда достигается требуемая проводимость перфорационных каналов и их сообщаемость с продуктивной частью пласта.

Все это снижает потенциальные возможности скважин.

Удаление из призабойной зоны пласта когматизирующих веществ улучшает фильтрационную характеристику коллектора.

Основной целью всех методов интенсификации притока является очистка призабойной зоны от загрязнений, образовавшихся в процессе бурения или капитального ремонта, восстановление и увеличение естественной продуктивности скважин.

Выбор метода обработки призабойной зоны пласта (ПЗП) зависит от строения продуктивного пласта и физико-химических свойств слагаемых пород.

Рассмотрим пример обработки газоконденстатной скважины, отложения которой включают породы со сложной структурой пустотного пространства и характеризуются широким развитием трещиноватости.

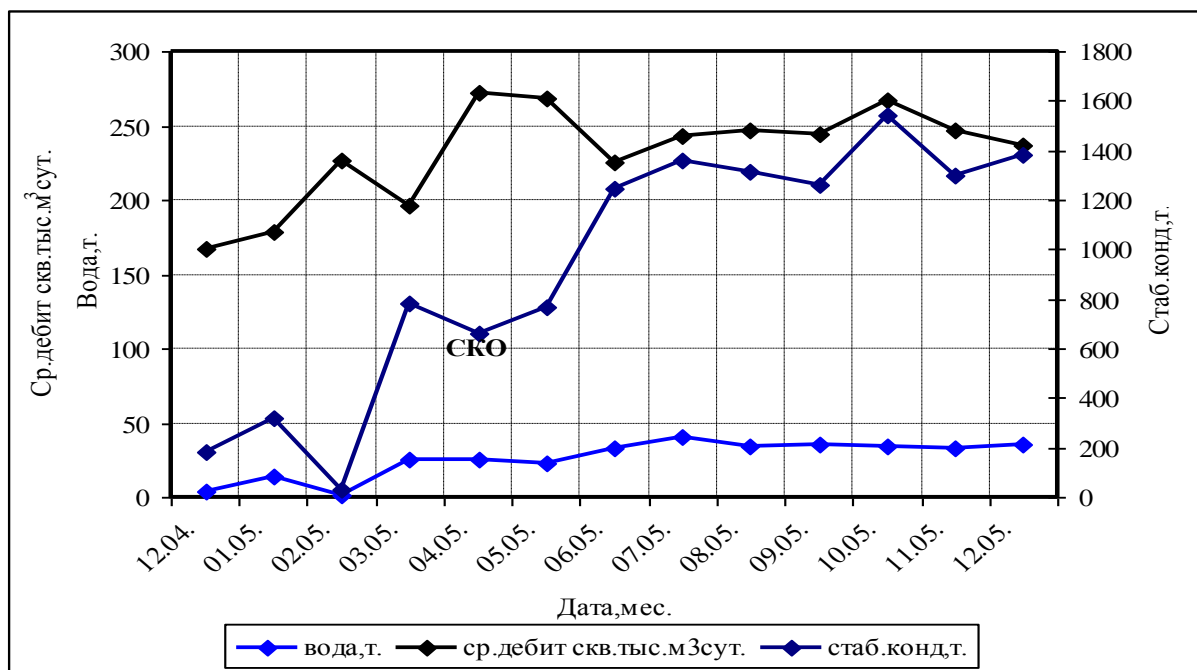
Для интенсификации притока жидкости и очистки призабойной зоны в скважинах проводится соляно кислотная обработка (СКО).

С целью определения эффективности воздействия кислотной обработки на работу скважины, был использован метод определения дополнительной добычи газа, как разницы между дебитом после СКО (фактическим «после») и до СКО (базовым «до»), и проанализированы результаты проведенных газогидродинамических исследований.

На рис. 1 представлена информация о характере работы скважины до и после проведения СКО. Как следует из представленных данных, скважина после проведения СКО характеризуется неравномерным режимом работы. Это можно объяснить медленной очисткой призабойной зоны после проведения СКО. В целом, за анализируемый период (3 мес.) получен прирост дебита газа в объеме 45 тыс. м<sup>3</sup>/сут, успешность от проведенной обра-



ботки составляет 18 %. Однако следует отметить, что по истечении проанализируемых 3-х месяцев эффект на скважине продолжался еще в течение 90 суток.



**Рис. 1. Динамика параметров работы скважины до и после СКО**

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. В результате проведенного анализа выявлено, что за счет проведения СКО достигнуто увеличение продуктивности скважин.

2. Коллекторы залежи, имеющие низкую проницаемость (в среднем 3,525мД), при воздействии промывочной жидкости склонны к полной закупорке, что приводит к потере гидродинамической связи пласта со скважиной. При этом требуются неоднократные работы по интенсификации притока из пласта или более мощные методы воздействия на них.

УДК 550.8

## ГЕОТЕХНОЛОГИЯ УРАНА НА ПРЕДПРИЯТИИ НГМК

*А.Е. Воробьев, Р.Р. Ибрагимов*

Российский университет дружбы народов, г. Москва

Навоийский ГМК проводит работы по внедрению в свою деятельность ряда уникальных технических инноваций. В частности, специалисты

комбината разрабатывают уникальную технологию по доизвлечению урана из отработанных блоков подземного выщелачивания с использованием бактериальных растворов. Внедрение бактериального выщелачивания позволит увеличить коэффициент извлечения и содержания урана на отработанных скважинах, увеличить добычу, продлить эксплуатацию продуктивных скважин и блоков, тем самым уменьшить себестоимость продукции. При этом ожидается доизвлечение урана из отработанных на 70% и более блоков подземного выщелачивания с увеличением выноса урана в 2,4 раза.

Отметим, что число реализованных научно-исследовательских и инновационных проектов ежегодно растет. Если в 2009 году было осуществлено 55 проектов на сумму 4,5 млрд. сумов, то по итогам 2010 года было реализовано свыше 90 проектов на сумму около 9 млрд. сумов. Основные направления где внедряются инновации – это открытые и подземные горные работы, технология, геотехнология и машиностроение. Экономический эффект от внедрения разработок в среднем превышает стоимость проектов в 2 раза.

В 2011 году специалисты НГМК запланировали к реализации 60 договоров на научно-исследовательские разработки с привлечением сторонних научных учреждений, включая 24 проекта, переходящих с 2010 года, а также более 100 проектов, осуществляемых собственными силами.

В частности, комбинат проводит совместные исследования с институтом «O'zgeorangmetliti», Ташкентским государственным техническим университетом, институтом микробиологии АН РУз, Навоийским государственным горным институтом, Ташкентским автодорожным институтом, компаниями и институтами Швейцарии, России, Украины и другими. По результатам Республиканских ярмарок инновационных идей, технологий и проектов комбинатом также были подписаны и реализованы 26 договоров на разработку и внедрение научно-технической продукции. Кроме того, в структуре НГМК функционируют Центральная научно-исследовательская лаборатория (ЦНИЛ), Опытно-методическая геолого-технологическая партия (ОМГТП), Центральное конструкторское бюро (ЦКБ), которые также выполняют большой объем работ.

Одно из главных событий – на основе использования результатов нескольких научно-исследовательских проектов возведен единственный в мире крутонаклонный конвейер с высотой подъема горной массы 270 м и углом наклона 37°. Его использование принято в качестве одного из основных элементов стратегии развития карьера «Мурунтау». Применение крутонаклонного конвейера дает возможность увеличить глубину карьера до 1000 м с более крутыми углами бортов, повысить производительность

автосамосвалов на 30% за счет сокращения расстояния транспортирования и уменьшения высоты подъема груза. Это позволяет также сократить годовой пробег машин на 30,4%, количество автосамосвалов, водителей и ремонтников на 27,2%, расход горюче-смазочных материалов на 37 процентов. Соответственно, существенно снижается загазованность. Ожидаемый экономический эффект от внедрения проекта в 2011 году составит свыше 2,4 млрд. сумов.

Помимо этого, специалистами ОМГТП проведены опытно-промышленные испытания обогащения золотосодержащих руд с применением технологии интенсивной гравитации (ТИГР). Технологические показатели, полученные на установке ТИГР, послужили основанием для разработки проектов промышленных обогатительных фабрик. В частности, результаты лабораторного тестирования и опытно-промышленных работ по исследованию применения технологии интенсивной гравитации для обогащения руд Зармитанской золоторудной зоны (месторождений Чармитан, Гужумсай, Промежуточное) легли в основу проекта и строительства Зармитанского гидromеталлургического завода №4.

УДК 550.8

## **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯ МУРУНТАУ (УЗБЕКИСТАН)**

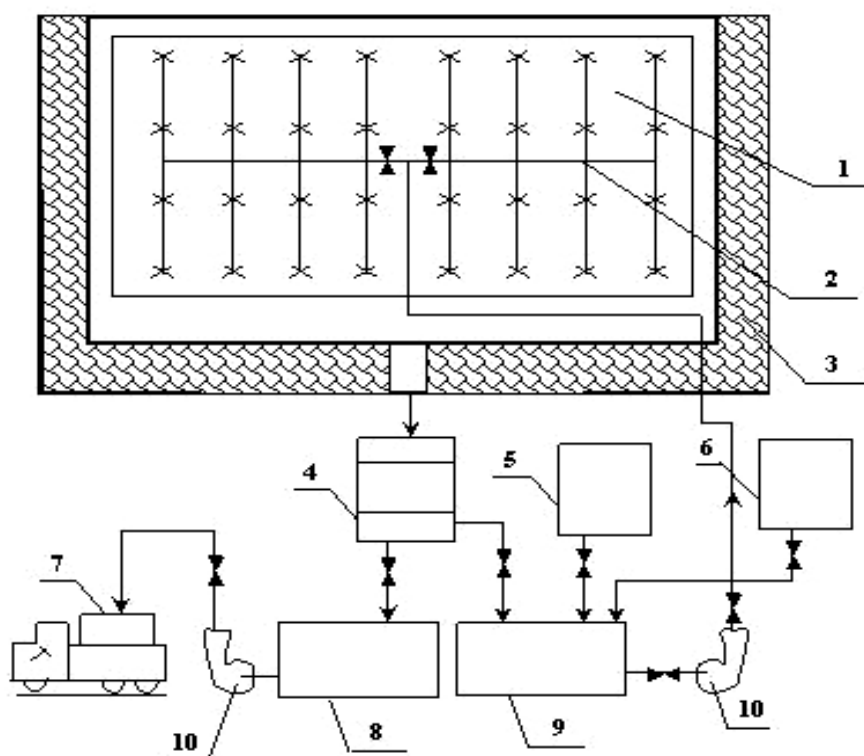
*А.Е. Воробьев, Р.А. Мастонов, Ж.Ю. Абдулатипов, А.С. Каукенова*

Российский университет дружбы народов, г. Москва

К началу XXI века кучное выщелачивание получило широкое развитие в золотодобывающей промышленности США, Канады, Австралии, ряда стран Южной Америки. С помощью кучного выщелачивания в мире производится около половины всего добываемого драгоценного металла. Годовая производительность зарубежных предприятий кучного выщелачивания достигает 15 млн. т руды. С помощью КВ можно перерабатывать руды с содержаниями золота от 0,5-0,7 г/т. Определяющее значение при этом приобретает оценка пригодности для КВ различных типов руд.

Многое зависит от целенаправленного инженерно-геологического обеспечения предприятий КВ при их проектировании и строительстве. Как оборудовать специальные площадки для выщелачивания, как отсыпать и структурировать штабели, чтобы сделать их максимально устойчивыми и высокопроницаемыми для выщелачивающих растворов.

Выщелачивание горных пород – процесс избирательного растворения и выноса подземными водами отдельных компонентов горных пород. Выщелачивание особенно широко развито в условиях выветривания.



**Рис. 1. Принципиальная схема цепей аппаратов участка кучного выщелачивания:**  
 1 – штабель руды; 2 – оросительная система; 3 – борт площадки; 4 – шламоотстойник;  
 5 – дозатор цианида; 6 – дозатор вода; 7 – контейнер для вызова раствора; 8 – емкость для вызова растворов; 9 – емкость для рабочих растворов; 10 – насос

Примером проявления процессов выщелачивания горных пород может служить карст, возникающий в результате действия фильтрующихся вод на соли, гипс, доломиты или известняки. Процессы выщелачивания оказывают существенное влияние на минерализацию подземных вод (рис. 1)

Рубеж XX-XXI веков – был не лучшим периодом в истории золотодобычи, цены на золото падали. И в мире, и в Узбекистане, как отражение общемировой тенденции, неуклонно снижается содержание золота в добываемых рудах. Достигнутый уровень производства в мире обеспечивается применением нетрадиционных технологий извлечения золота, позволяющих перерабатывать низкокачественные руды и отходы производства. К таким продвинутым технологиям относится кучное выщелачивание (КВ) (рис. 2).



Рис. 2. Принципиальная технологическая схема кучного выщелачивания

Выщелачивание, извлечение отдельных компонентов твердого вещества с помощью водного или органического растворителя (например, металлургическое выщелачивание – извлечение металлов из руд, щелочное выщелачивание – извлечение лигнина из древесины, бактериальное выщелачивание урана из руд). Выщелачивание называют так же экстрагированием.

Результаты для всех типов руды с месторождения Мурунтау показывает извлечение более 80%. Однако, необходимо понимать, что все эти пробы отобраны из траншей, т.е. с поверхности и, поэтому, высокоокисленных руд.

Решение изучить строительство площадки кучного выщелачивания на участке Мурунтау основано на том, что в больших объемах будет производиться добыча руды с низким (0,5-1,0 г/т) и средним содержанием (1,0-2,0 г/т) для подачи на ЗИФ экономически выгодной руды с содержанием (<2,0 г/т). Основываясь на известных рудных запасах и рассмотрев вариант закупки дробильно-сортировочного комплекса соответствующей производительности, было решено, что завод будет работать с производительностью по годам: 2011г. – 240 млн. т; 2012 г. – 1000 млн. т; 2013г. – 1000 млн. т; 2014 г. – 1000 млн. т; 2015 г. – 328 млн. т. Без дальнейших испытаний невозможно предсказать возможное извлечение золота из руды с месторождения Мурунтау кучным выщелачиванием.

Из-за низкого содержания и сравнительно коротким сроком эксплуатации проекта кучное выщелачивание является единственным способом

переработки этих руд. Извлечение металла технологией кучного выщелачивания будет ниже, чем при технологии «уголь в пульпе», однако, будет экономия эксплуатационных расходов, в частности, на транспортировку руды, и относительно малые финансовые потребности будут компенсированы и это будет доказано предлагаемыми будущими испытаниями.

Наиболее существенными для реализации КВ факторами являются: характер золота (крупность, чистота поверхности и связь с рудными минералами), фильтрационные свойства материала (проницаемость и пористость) и отсутствие сорбционно-активных по отношению к золоту компонентов.

Разработка рациональных технологических схем и режимов кучного выщелачивания золота из различных типов золотосодержащего сырья во многом будет определять эффективность и рентабельность его переработки, а включение в технологическую схему КВ новых операций и реагентов позволит вовлечь в эксплуатацию низкосортное и нетрадиционное сырье и расширить тем самым минерально-сырьевую базу Узбекистана.

#### Литература

1. Дементьев В.Е., к.т.н., Татаринов А.П., Гудков С.С., Григорьев С.Г, Рязанова И.И. // «Золотодобыча». – № 23. – Октябрь. – 2000.
2. Интернет-ресурс <http://dic.academic.ru> – Словари и Энциклопедии. Геологическая энциклопедия.
3. Лодейщиков В.В., д.т.н., гл. научный сотрудник // «Золотодобыча». – № 132. – Ноябрь. – 2009 .

УДК 550.8

## ПОЛУЧЕНИЕ ГОРЮЧЕГО ГАЗА ИЗ ГЛИНИСТЫХ СЛАНЦЕВ

*А.Е. Воробьев, И.М. Нарожный*

Российский университет дружбы народов, г. Москва

В настоящее время одной из самых обсуждаемых и актуальных тем в газовой отрасли является перспективы развития добычи горючего газа из глинистых сланцев.

Современная история сланцевого газа началась в 80-е г. в Северо-Восточном Техасе (Пенсильвания), на месторождении Barnett. Здесь бурение осуществлялось на глубину 750 метров, был получен суточный дебет около 3.000 куб. м.

В последнее время сочетание экономических условий, расширенных геологических знаний и новейших технологий трехмерного моделирования залежей и технологий добычи, изменили отношение к этим отложениям. Стало ясно, что из богатых органикой глинистых сланцев можно добывать горючий газ в больших объемах и с экономически приемлемой, при нынешних условиях, себестоимостью, в результате чего он стал успешно конкурировать на некоторых рынках с традиционным природным газом.

С 2003 г. стали разведываться сланцевые поля в Оклахоме, Пенсильвании, Луизиане и других штатах. За период с 1990 г. по 2009 г. добыча выросла почти в восемь раз с 8 до 67 млрд. куб м и составила 11,3% от общей добычи газа в США. В настоящее время в США оконтурено 37 газосланцевых полей, суммарной площадью более 1 млн. км<sup>2</sup>. В настоящее время добыча горючего газа из глинистого сланца ведется только на семи газосланцевых полях.

Кроме США началась добыча сланцевого газа и в Канаде на двух участках, которая в 2009 г. составила 5 млрд.м<sup>3</sup> или 2,6% от общей добычи газа в стране.

В настоящее время газосланцевый потенциал активно изучается в Европе, в частности, в Австрии, Англии, Венгрии, Германии, Польше, Швеции, на Украине, а также в Китае.

Ресурсы горючего сланцевого газа практически в два с половиной раза превышают значение общемировых запасов традиционного газа в мире и составляют 200 трлн.м<sup>3</sup>. Газоносные глинистые сланцы распространены практически по всем континентам, в связи с чем следует ожидать повсеместной разработки этих отложений.

В настоящее время сланцевый газ является региональным фактором, который имеет значительное влияние только на рынок стран Северной Америки.

Международное признание горючего газа из глинистых сланцев “сланцевого газа” в топливно-энергетическом сообществе произошло в октябре 2009 на Мировом газовом конгрессе.

Сланцевый газ определяется как природный газ, добываемый из сланца, состоящий преимущественно из метана.

Глинистые сланцы, представляющие собой отложения тонкодисперсного глинисто-алевритового материала, являются наиболее распространенным видом терригенных осадочных пород. Выполняя функцию покрышек над содержащими углеводороды коллекторами, они за редким исключением не вызывали интереса как возможный промышленный ис-

точник газа, однако в некоторых районах отложения глинистых сланцев содержат значительное количество органики и газа.

Главная особенность состоит в резком падении дебетов вследствие низкой проницаемости газонасыщенной породы. По этой же причине коэффициент извлечения газа составляет всего 10-20%, в то время как у месторождений традиционного газа 80-90%. Концентрация извлекаемых запасов колеблется от 0.04 до 0.6 млрд.м<sup>3</sup> на км<sup>2</sup>, что существенно меньше на крупнейших месторождениях традиционного природного газа. Однако за счет вскрытия больших площадей можно получать значительное количество такого газа. Вследствие чего сетка скважин на эксплуатируемых площадях различна и может значительно меняться.

Для добычи сланцевого газа используют горизонтальное бурение, гидроразрыв пласта, а так же технологии передового сейсмического моделирования. Аналогичные технологии добычи применяются для получения угольного метана.

Эксплуатация месторождений газоносных глинистых сланцев связана с серьезными затруднениями, вызванными их низкой проницаемостью и неоднородностью. Характеристики глин могут резко меняться по глубине и простиранию, а продуктивные участки могут соседствовать с непродуктивными, что существенно осложняет эксплуатацию. Наиболее эффективный отбор газа достигается при бурении скважин с горизонтальным стволом, проходящим по продуктивному интервалу.

При длине горизонтального участка ствола скважины в пределах 300-1500 м технически невозможно в процессе гидроразрыва добиться высокого давления нагнетаемой жидкости, если операцию производить по всей длине интервала одновременно. Поэтому создание системы трещин вокруг скважины осуществляется в несколько этапов

На каждом этапе производится перфорация определенного интервала скважины, начиная от удаленной части горизонтального ствола, несколькими (2-4) группами отверстий. Затем через перфорационные отверстия производится гидроразрыв, после чего интервал изолируется пробкой и операция повторяется на следующем интервале. Длина одного интервала обычно составляет примерно 150 м.

Считается, что для достижения наилучшего контакта с породой число интервалов должно быть как можно большим, а их длина - как можно меньшей. Из-за высокой стоимости каждой операции гидроразрыва число интервалов пытаются минимизировать. Стоимость работ по созданию искусственных трещин составляет в среднем 25% от всех затрат на строительство скважины.



## ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕЙ

*М.И. Гамов*

Южный федеральный университет

Угольные месторождения зачастую обладают значительным рудным потенциалом на широкий спектр редких и рассеянных элементов, и в частности, для германия угли являются основным источником его добычи. Содержания многих сопутствующих углям ценных элементов-примесей, выявленных, например, в Дальневосточных угольных месторождениях, часто сопоставимы с их концентрациями в коренных благородно- и редкометалльно рудных месторождениях.

Проблема воспроизводства минерально-сырьевой базы ряда редких элементов особенно обострилась после распада СССР. Ресурсы этих элементов имеются на ряде рудных объектов преимущественно в удаленных и труднодоступных районах Российской Федерации. В то же время, например в Приморском крае, который относится к территориям с высоко развитой инфраструктурой, известно несколько редкометалльно-угольных месторождений с набором широкого спектра редких и ценных элементов - Ge, Ga, Be, W, РЗЭ (лантаноиды и Y), Sc, Li, Sn, Au, Ag и др., угли которых, тем не менее, направляются потребителю в качестве рядового топливно-энергетического сырья. На ТЭЦ и ТЭС сжигание редкометалльных углей продолжается в стандартном режиме, при котором ценные металлы рассеиваются в окружающей среде, что приводит к потере значительных объемов потенциальных минеральных и финансовых ресурсов а также ухудшению экологической обстановки территорий.

Использование ископаемых углей только как топлива уже не отвечает требованиям современной экономики. Наиболее перспективным следует признать путь комплексного энерготехнологического использования углей, при котором элементы примеси в углях приобретают значение нетрадиционного сырьевого источника, кроме того полнота использования углей является необходимостью не только экономической, но и экологической.

В этой связи настоятельно требуется теоретическое и экспериментальное изучение особенностей поведения элементов примесей в процессах и технологических схемах обогащения и сжигания углей. Для разработки научного обоснования способов направленного изменения технологических свойств углей, содержащих повышенные количества ценных

элементов-примесей, с целью селективной их экстракции в промышленных масштабах.

Одним из таких перспективных направлений является новое научное направление в системе наук о Земле - «Экспериментальная геотехнология».

Главной целью этого направления является теоретическое и экспериментальное моделирование природных процессов минералообразования и рудогенеза при высоких термодинамических параметрах с последующим использованием полученных данных для создания эффективных наукоемких технологий извлечения и переработки различных видов минерального сырья. [1].

В этой связи определенный интерес представляют результаты теоретических и экспериментальных исследований эффекта «антивзрыва» или «обратного взрыва», открытого авторами в начале 70-х годов прошлого столетия и заключающегося в спонтанном разрушении минералов, пород и руд в условиях взрывообразных перепадов давления и температуры [2]. В отличие от обычного взрыва, характеризующегося многократным возрастанием термодинамических параметров, в условиях «обратного взрыва» запускающим механизмом разрушения является резкий, практически мгновенный спад этих параметров, приводящий к деструкции вещества на макро-микро- и молекулярном уровне. В последнее время этот эффект был теоретически и экспериментально исследован применительно к системе «уголь-газ» при разработке новых технологий извлечения УВГ из угольных пластов Восточного Донбасса. [1].

Для этого использовалась не имеющая аналогов, уникальная установка БАР-1, представляющая собой автоклавное устройство проточного типа, включающее цилиндрический автоклав, соединяющийся через переходник с реакционной камерой, бароградиентным делителем и ресивером. Для создания перепадов давления переходник и бароградиентный делитель снабжены соплами Лавалья и разделительными мембранами, обеспечивающими проведение экспериментов в разных режимах.

Методика экспериментов по исследованию процессов углеводородной флюидизации ископаемых углей в автоклавной установке БАР-1 была направлена на моделирование следующих вероятных геодинамических ситуаций, предопределяющих формирование участков флюидогенной переработки углей и возникновение метанообильных, потенциально выбросоопасных очагов и зон обогащения рудными компонентами в углепородных массивах:

1. Постепенное нарастание давления и температуры в замкнутой системе "уголь-флюид" с последующим медленным снижением РТ- параметров.

2. Скоростное истечение (фильтрация) углеводородно-водной смеси газов и паров через трещиноватый (дробленый) уголь с флуктуационным нарастанием и скоротечным снижением РТ-параметров (в режиме «анти-взрыва»).

3. Взрывообразное (ударное) воздействие на уголь струи флюида с последующим его дросселированием через дырчатую мембрану и неравномерным спадом РТ-параметров.

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что при взаимодействии углеводородно-водных флюидов с различными по составу и свойствам углями наиболее общими закономерностями являются следующие: дезинтеграция и разбухание угольных фрагментов; их науглероживание и перекристаллизация; флюидно-термическое растворение и гидрогенизация; изменение динамики газовыделения, количества и состава летучих компонентов; образование продуктов взаимодействия, характеризующихся ярко выраженными бризантными свойствами; мобилизация и вынос из угольного вещества элементов-примесей.

#### Литература

2. Труфанов В.Н., Гамов М.И., Рылов В.Г., и др. Углеводородная флюидизация ископаемых углей Восточного Донбасса: Монография. – Ростов н/Д: Из-во Ростовского государственного университета, 2004. – 269 с.
3. Труфанов В.Н., Майский Ю.Г., Чихиркин В.К., Прокопов Н.С. Моделирование депрессионно-вакуумного механизма кристаллизации минералов // Известия СКНЦ ВШ. Естественные науки. – 1974. – № 1. – С. 50-62.

УДК 622.33.0048

## **ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГОЛЬНОГО РЯДА И ОЦЕНКА ИХ СКЛОННОСТИ К САМОВОЗГОРАНИЮ**

*М.И. Гамов, Ф.В. Мещанинов, С.В. Левченко*

Южный федеральный университет

Происходящие в стране реформы, включающие и сферу природопользования, децентрализация геологоразведочной и горнодобывающей отраслей предполагают переход к интенсивному развитию минерально-сырьевого комплекса и полноту освоения как первичных (природных), так

и вторичных (техногенных) минеральных ресурсов. В связи с этим в горнодобывающем деле, в том числе и в угольной отрасли, весьма актуальными являются вопросы, связанные с использованием техногенного сырья, т.е. уже накопленных на поверхности минеральных масс, создания малоотходных, а в идеале, и безотходных технологий добычи полезных ископаемых [1,2].

В Восточном Донбассе, который является одним из старейших угледобывающих регионов России, накоплены огромные ресурсы техногенного минерального сырья.

Масштабы же практического использования таких нетрадиционных резервов минерального сырья до сих пор остаются недостаточными и составляют не более 10-12 % от общих ресурсов.

Работами специалистов научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственных организаций и геологических вузов России созданы предпосылки для достоверной технологической, геолого-экономической и экологической оценки техногенных месторождений угольного ряда, оценки ресурсов техногенного углесодержащего сырья и его промышленной, практически безотходной переработки. [3].

1. Производство тонкого и супертонкого минерального волокна – негорючего, с низкой теплопроводностью, сверхлегкого, устойчивого в агрессивных средах, экологически чистого теплозвукоизоляционного и композиционного материала.

2. Производство фильтрующих материалов и минеральных адсорбентов для водоподготовки и очистки питьевой воды и промстоков.

3. Производство минеральных пигментов из пород шахтных отвалов.

4. Получение магнетитового концентрата из золошлаков ТЭС.

5. Получение ферросилиция из шлаков ТЭС.

6. Извлечение полых алюмосиликатных микросфер.

Как показал приведенный краткий обзор, положительные результаты, достигнутые при исследовании отходов добычи и переработки углевмещающих пород в качестве нетрадиционного минерального сырья, открывают широкие перспективы их использования, однако, как уже отмечалось, масштабы утилизации техногенного сырья совершенно не достаточны. В значительной мере такая ситуация объясняется отсутствием научной основы прогнозирования перспектив практического использования складированных в отвалах горных пород в зависимости от степени их эпигенетической трансформации, которая определяет, в значительной мере, склонность их к самовозгоранию.

Среди традиционных факторов и предпосылок, используемых при прогнозировании самовозгорания углей, наиболее существенными считаются химическая активность угольного вещества, морфология и слоистость пласта, группа метаморфизма углей, содержание химически активных минеральных примесей – сульфидов и карбонатов, петрологические особенности, мощность и угол падения пласта. С этих позиций были оценены угольные пласты Краснодонецкой синклинали Восточного Донбасса, в коренном залегании в процессе проходки горных выработок для установления степени преобразования складированных в отвалах породно-угольных масс под воздействием экзогенных факторов (выветривание, термическая переработка и пр.) [4].

Химическая активность угля определяется по кинетической константе скорости сорбции кислорода углем ( $U$ ,  $\text{см}^3/\text{г}\cdot\text{ч}$ ). Органическое вещество антрацитовых углей КДШУ характеризуется низкими значениями константы скорости сорбции кислорода ( $U$  менее 0,01) и поэтому являются мало склонными к самовозгоранию.

Морфология основного угольного пласта на меторождении ( $m_8^1$ ) Результаты массовых замеров элементов залегания показывают, что для рассматриваемого пласта характерна грубая слоистость, которая, как известно, наряду с фактором выдержанности строения пласта не представляет опасность для самовозгорания.

Метаморфизм углей. Сорбционная способность ископаемых углей по отношению к кислороду обратно пропорциональна содержанию в них углерода и прямо пропорциональна выходу летучих веществ. Таким образом, по степени метаморфизма угли КДШУ относятся к несклонным по самовозгоранию.

Содержание химически активных сульфидных минеральных примесей.

В настоящее время дисульфидам железа отводится роль химического инициатора реакции окисления и самовозгорания углей. По данным геологоразведочного опробования содержание серы общей в углях пласта  $m_8^1$  изменяется от 0,6 до 6,6%. Повышенное содержание пирита (в среднем более 4,0%) позволяет отнести угли КДШУ к склонным к самовозгоранию.

Петрологические особенности углей. Наибольшая частота встречаемости самовозгорающихся углей присуща разновидностям с повышенным содержанием инертнизированных мацералов (более 20%). Уголь Краснодонецкой синклинали относится к типу клареновых с преобладанием основной гелифицированной массы (55-75%) и микрокомпонентов группы

витринита (10-25%). Содержание компонентов группы фюзенита и семи-фюзенита составляет 9-19%, что позволяет отнести исследуемые угли к мало склонным по самовозгоранию.

Мощность и угол падения пласта. Установлена следующая зависимость самовозгорания угольных пластов от их мощности и угла падения: менее 2 м. – малоопасные; 2-3,5 м. – умеренно опасные, более 3,5 м. – опасные, менее 25 град. – малоопасные; 25 – 40 град. - умеренно опасные; более 40 град. – опасные. Пласт  $m_8^1$  на южном крыле Краснодонской синклинали имеет пологое (менее 20 град.) падение и малую (1,1-1,3 м.) мощность, и является, таким образом, не склонным к самовозгоранию по горно-геологическим параметрам.

Таким образом, на основе анализа и обобщения данных геолого-разведочных работ выполненных в разное время в пределах горного отвода КДШУ, не установлено специфических геолого-генетических факторов, позволяющих ожидать повышенную склонность углей Краснодонской синклинали к самовозгоранию в террикониках. В то же время подавляющее большинство шахтных отвалов на исследуемой территории претерпели интенсивную термодеструкцию, а некоторые из них продолжают гореть и в настоящее время.

Все это заставляет коренным образом пересмотреть стратегию оценки углей к самовозгоранию и наращивания объемов утилизации техногенных минерально-сырьевых ресурсов, в основу которой должны быть положены современные методы моделирования геологических и эпигенетических процессов происходящих в складированных минеральных массах, для своевременной прогнозной эколого-технологической оценки перспектив комплексного использования техногенного минерального сырья.

#### Литература

1. Гамов М.И., Труфанов В.Н., Гурьянов В.В. Комплексное освоение георесурсов угленосных отложений: монография. – Ростов н/Д: Из-во Ростовского ГУ, 2001. – 148 с.
2. Смирнов Б.В., Коломенский Г.Ю., Гипич Л.В. Диверсификация шахт – один из перспективных путей оздоровления экономики угольной промышленности Ростовской области. / Зональн. научн. конф. Проблемы геологии, оценки и прогноза полезн. ископ. юга России. Новочеркасск, 2-3 февр. 1995. – Новочеркасск, 1995. – С. 93-94.
3. Труфанов В.Н., Мещанинов Ф.В., Труфанов А.В. О перспективах освоения новых и нетрадиционных видов минерального сырья Юга России // Известия ВУЗов. – Ростов-на-Дону. – 1999. – С. 48-51.
4. Труфанов В.Н., Рылов В.Г., Мещанинов Ф.В. Пирометаморфогенная трансформация шахтных углеотходов в горящих террикониках Восточного Донбасса // Известия ВУЗов. Ростов-на-Дону. – 2006. – № 1. – С. 88-94.

## ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ

*Ю.В. Горлов, Н.А. Алексеев, С.А. Шерстюков*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Одним из главных условий проведения качественного и достоверного гранулометрического ситового анализа является хорошее усреднение размеров кусков материала в генеральной совокупности отбираемой пробы. На практике это затруднительно из-за крайне неравномерного распределения размеров кусков породы в развале, особенно полученном при взрывных работах. К тому же, большое влияние на результат ситового анализа оказывает: влажность рассеиваемого материала; время отсева (для частиц размером менее 1 мм отсеивается рекомендуется проводить более 12 минут, что приводит к дополнительному измельчению); ошибки при отборе и взвешивании проб; возможность применения наборов сит с различными формами ячеек (квадратные, круглые); объем отобранной эксплуатационной пробы и др.

Поэтому на практике, для оперативности проведения работ, гораздо удобнее использовать уже полученные эмпирические формулы исследований крупности дробленного материала. В настоящее время известно несколько аналитических зависимостей, представляющих собой аппроксимацию опытных данных по реальным совокупностям частиц или кусков дробленных пород, полученных методом ситового (в основном) анализа. Чаще всего в этих формулах используются степенные, экспоненциальные и логарифмически-нормальные функции. Наиболее широко для описания распределения гранулометрического состава разрушенных пород применяются уравнение известного статистического распределения Вейбулла, уравнение Розина – Раммлера, Годена – Андреева, Роллера, Нукиямы – Тонасавы.

Основным недостатком этих формул является то, что постоянные параметры, зависящие от характеристик и крупности дробленного материала, определяются экспериментально по данным замеров кусковатости для каждого конкретного случая в отдельности. А это нельзя сделать при проектировании нового предприятия, когда еще невозможно произвести ситовой анализ из-за отсутствия реальной горной массы. Крайне затруднительно определить гранулометрический состав горной массы ситовым методом на маленьких горнодобывающих предприятиях, что связано чаще всего с отсутствием надлежащих специалистов, оборудования и трудностью усред-

нения и обработки эксплуатационных проб большого объема. Поэтому в настоящее время существует потребность в универсальных зависимостях определения гранулометрического состава горных пород, учитывающих технологические факторы (например, прочность пород, максимальный размер куска) и имеющих более широкий диапазон применения.

При разработке карьеров стройматериалов гранулометрический состав взорванной горной массы рекомендуется принимать по данным опытных взрывов разрабатываемого месторождения, а при отсутствии этих данных, усредненный гранулометрический состав принимается согласно нормам технологического проектирования.

Для прогнозного описания гранулометрического состава взорванной горной массы на карьерах по добыче минерального сырья для производства строительных материалов предлагается следующая зависимость, аппроксимирующая данные ОНТП 18-85 с доверительной вероятностью от 93,1% до 99,6%:

$$V_{-d} = a \cdot d^{0,5} / \exp(-b/\sigma_{сж}), \quad (1)$$

где  $V_{-d}$  – массовое содержание частиц (“по минусу”) мельче  $d$ , %;  $d$  – анализируемый размер частиц, мм;  $\sigma_{сж}$  – предел прочности горных пород на сжатие, МПа;  $a$ ,  $b$  – параметры распределения, зависящие от прочности и крупности раздробленного материала (таблица).

Таблица

**Параметры распределения  $a$ ,  $b$**

Горные породы	Прочность пород на сжатие, МПа	Макс.размер кусков, мм	Параметры распределения	
			$a$	$b$
Прочные изверженные	100 – 150	1200	2,859275	5,924040
		1000	2,452669	30,227200
		700	2,926831	20,417580
		500	3,673575	8,230860
Прочные карбонатные и изверженные	60 – 100	1200	2,780066	9,344850
		1000	2,404461	26,499540
		700	2,851681	22,160050
		500	3,538157	16,836770
Разнопрочные и слабые карбонатные породы	40 – 80	1200	2,719499	11,418970
		1000	3,373871	2,215420
		700	2,909084	18,901620
		500	3,502666	17,229630

Усредненный расчет выхода мелких или крупных фракций, в зависимости от максимального размера куска (частицы) в рассматриваемой пробе

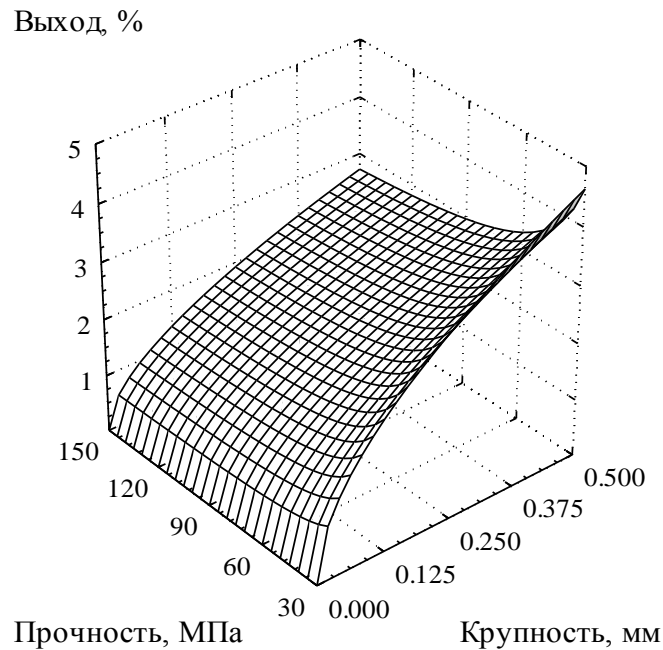


и прочности породы (от 30 до 160 МПа), предлагается выполнять по эмпирической формуле

$$V_{-d} = K_c \cdot \left( \frac{d_{\max} \cdot \sqrt{d}}{0,412 \cdot d_{\max} - 57,64} \right) / \exp \left[ - \frac{30,74 \cdot \exp(-8,684 \cdot 10^{-4} \cdot d_{\max})}{\sigma_{сж}} \right], \quad (2)$$

где  $V_{-d}$  – массовое содержание кусков (частиц) размером менее  $d$ , %;  $d$  – анализируемый размер кусков (частиц), мм (мкм);  $\sigma_{сж}$  – предел прочности горных пород на сжатие, МПа;  $d_{\max}$  – максимальный размер кусков (частиц) в предполагаемой пробе, мм (мкм);  $K_c$  – коэффициент соответствия выхода в 100% для максимального куска в пробе ( $d = d_{\max}$ ), вычисляется по формуле  $K_c = 100/V_{d_{\max}}$ ;  $V_{d_{\max}}$  – содержание по массе кусков (частиц) при  $K_c = 1$  и  $d = d_{\max}$ , определяемое по формуле (2), %.

На рис. 1 приводится график суммарного выхода мелких частиц (менее 0,5 мм) для мелко раздробленной ( $d_{\max} = 500$  мм) взорванной горной массы в зависимости от величины предела прочности пород на сжатие ( $\sigma_{сж}$ , МПа). Вычисления производились по предлагаемой нами формуле (2).



**Рис. 1.** Суммарный выход мелких частиц (менее 0,5 мм) при  $d_{\max} = 500$  мм

Предлагаемые эмпирические зависимости определения фракционного состава взорванной горной массы облегчают, без снижения качества, выполнение проектных и практических работ в горной промышленности при выявлении возможного качества взрывного разрыхления горных пород, содержания негабаритных кусков породы, пылевых фракций и т.д.

## **СПОСОБ КРЕПЛЕНИЯ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА АНКЕРНОЙ КРЕПЬЮ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ СЛОЕВ ТЕЛ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО**

*М.А. Земляной, Ю.И. Разоренов, Д.А. Расцветаев*

Новороссийское месторождение мергелей представлено крутопадающими телами полезного ископаемого общей мощностью свыше 450 метров с изменяющимся содержанием основных породообразующих элементов ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ). Крепость пород слагающих массив варьируется от 3 до 8 по проф. М.М. Протодьяконову.

В некоторых местах рабочей зоны карьера уступы слагают слои полезного ископаемого в пределах от 1,5 до 5 м ширины, расположенных вертикально на всю высоту уступа, что составляет 15 – 20 м. В результате чего, возникает трудность при креплении горнотехнических сооружений (штолен) при подготовке полезного ископаемого к выемке. Традиционное расположение анкеров в кровле горной выработке не дает желаемого результата. Нагрузка от веса пород и динамических колебаний от работающей техники на вышележащих уступах передается непосредственно вертикально расположенными слоями по зеркалам скольжения непосредственно в выработанное пространство штольни, приводя к обрушению значительной части, выработки.

Проведенный анализ вмещающих пород подобных уступов показывает о необходимости создания защитной оболочки в приконтурном пространстве выработки зон самозаклинивания пород. Для решения поставленной задачи проведено моделирование горных процессов крепления выработанного пространство трубным анкером  $\varnothing 45$  мм толщиной стенки 4,5 мм., длина трубного анкера применялась 2 м.

Трубный анкер располагали под углом к поперечному сечению выработанного пространства равным  $45^\circ$  (внахлест). Такое расположение анкеров приводит к стягиванию в выработанное пространство, максимально возможное количество вертикальных слоев полезного ископаемого, приводя к самозаклиниванию пород в своде естественного равновесия.

На рис. 1 представлена схема расположения анкеров в кровле выработки, позволяющая создать зону самозаклинивания пород в приконтурном пространстве.

На рис.2 можно видеть данную не закрепленную выработку при тех же условиях.

**Рис. 1. Схема расположения анкеров в кровле горной выработки и величина перемещения пород в вертикальном направлении, мм.**

**Рис. 2. Величина перемещений вертикальных слоев породы в кровле не закрепленной горной выработки, мм.**

Из рисунка 3 можно видеть, что крепление анкерами по предложенному способу позволяет перераспределять напряжения горных пород в кровле выработанного пространства.

**Рис. 3. Схема пространственного распределения напряжений в кровле горной выработки (штольни) закрепленной по предлагаемому способу расположения анкерной крепи**

Анализ результатов показал, что применяя предлагаемый способ крепления выработанного пространства, создаются зоны самозаклинивания пород в кровле горной выработки. Кроме того, создается возможность управления напряженно-деформированным состоянием горного массива, посредством перераспределения векторов нагрузок от процессов усиления и релаксации напряжений в горном массиве.

Литература

1. Балек А.Е. Управление напряженно-деформированным состоянием скального массива при подземной разработке рудных месторождений системами с обрушениями. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук, 2007.
2. Казикаев Д.М. Комбинированная разработка месторождений: Учебник для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, Издательство «Горная книга», 2008. – 360 с.
3. Земляной М.А., Разоренов Ю.И. Методика выбора направления развития горных работ в плане и в углубке (на примере Новороссийского месторождения мергелей). // Горный информационно-аналитический бюллетень. – № 6. – 2009. – С. 411-416.
4. Земляной М.А. Методика определения области безопасного и эффективного вскрытия запасов нагорного месторождения. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – № 6. – 2009. – С. 39-43.

## МОДЕЛЬ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ЗОН КОНЦЕНТРАЦИИ КАСАТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В КРОВЛЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

*М.А. Земляной, Ю.И. Разоренов*

При проведении проходческих работ в кровле выработки протекают деформационные процессы, вызванные воздействием прилагаемой нагрузки в области свода естественного равновесия [7], а также в области образуемой напряженно деформированным состоянием пород при проведении выработки. Таким образом, в нетронутом массиве пород имеют место напряжения  $\gamma H$ , а после проведения выработки  $\sigma_a = 2\gamma H$  [4]. Это значит, что на некоторых участках впереди и позади забоя напряжения изменяются от  $\gamma H$  до  $2\gamma H$ . Можно утверждать, что впереди проходческого или очистного забоя наблюдаются концентрации напряжений. Длина  $l_2$  (рис. 1) имеет исключительно важное значение. Именно здесь происходит рост деформации пород. При этом точка с максимальной скоростью является границей забоя выработки.

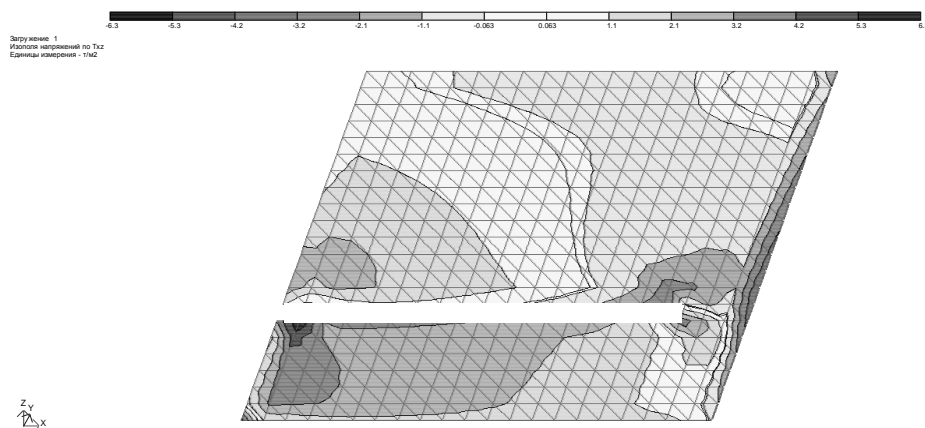
Важное значение при управлении напряженно деформационным состоянием массива в кровле выработки имеет область, образованная пересечением области воздействия свода естественного равновесия и области изменений напряженно-деформированного состояния массива при проведении выработки. Данная область вмещает в себя область ложной и непосредственной кровли, что в значительной степени снижает силу противодействия обрушению пород вследствие повышенной концентрации напряжений посредством их наложения и как следствие усиления. Кроме того, в результате увеличения протяженности выработки имеет место перемещение напряжений в породах кровли выработки, то есть появление зон с нарастающим и убывающим напряжением. Вследствие изменения напряженно деформированного состояния пород массива появляются зоны релаксации напряжений, которые формируют зоны пластической деформации.

В зоне пластической деформации разрушение массива горных пород происходит за счет потери устойчивости кровли и боков выработки, обусловленной достижением в приконтурной зоне некоторого критического уровня деформации – чаще всего за счет взаимного перемещения структурных блоков. При этом относительное смещение блоков происходит, как правило, за счет кинетической энергии, накопленной в процессе динамического деформирования.

Хотя в качестве критических параметров динамического воздействия используются амплитудные и временные характеристики волнового воз-

действия, механика деформирования блочной приконтурной зоны выработки существенно отличается от случая сплошной среды.

Штольня на всем протяжении пересекает различные по мощности и структурной однородности тела полезного ископаемого, нарушая при этом устоявшееся напряженно-деформированное состояние массива горных пород в целом. Изменение напряженного состояния массива горных пород вызывает в свою очередь перераспределение значений и векторов направлений действия (и соотношения) сдвигающих и удерживающих сил. Перераспределение векторов направлений сдвигающих и удерживающих сил, а также высвобождение накопленной кинетической энергии внутри горного массива приводит к перемещению структурных элементов блочного массива в зоны с меньшими запасами энергии. Принимая во внимание временной фактор проведения и крепления горной выработки можно фиксировать изменение поля напряженности в кровле и боках выработки (Рис.1).



**Рис. 1. Изополя касательных напряжений в массиве горных пород, вмещающем штольню**



**Рис. 2. Эпюра касательных напряжений в продольном сечении горной выработки после проведения и крепления анкерной крепью**

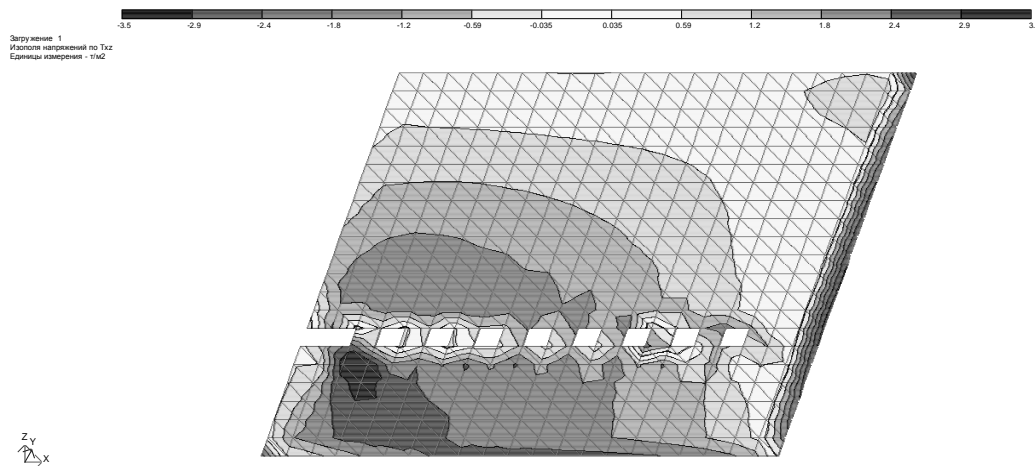
Совместное ведение горных работ по добыче полезного ископаемого в рабочей зоне карьера приводит к изменению поля напряженности в массиве крупных структурных блоков. Локальные подвижки крупных структурных блоков, сравнимых по размерам с масштабом объекта, могут оказаться фа-

тальными для подземного сооружения, поскольку удержать участки массива с размерами в десятки-сотни метров с помощью крепи невозможно.

Таким образом, для обеспечения устойчивости подземных сооружений возникает необходимость рассмотрения различных участков горного массива как составных элементов рабочей зоны карьера. При рассмотрении составных элементов рабочей зоны карьера важнейшей задачей является выявление межблоковых границ, вмещающих горнотехническое сооружение (штольню) и их механических характеристик.

Наиболее важно, что нарушение деформационных полей вокруг структурных блоков, вмещающих горные выработки, формируют рабочую зону карьера. Напряженно-деформированное состояние внутри структурного блока в значительной степени определяется соотношением сдвигающих и удерживающих сил массива горных пород в кровле и боках выработки, а также физико-механических свойств вмещающих пород.

Анализ информации поля касательных напряжений в продольном сечении горной выработки рис. 3. показывает участок кровли, в котором необходимо произвести усиление креплением для нормализации напряженно-деформированного состояния массива пород.



**Рис. 3. Изополю касательных напряжений в массиве горных пород, вмещающем штольню после усиления ослабленных участков кровли выработки анкерной крепью**

**Рис. 4. Эпюра касательных напряжений в продольном сечении горной выработки после усиления анкерной крепью слабоустойчивых участков кровли горной выработки**

В результате усиления крепления (в данном случае применение анкерной крепи, но также могут быть и вариации тампонирующим цементно-песчаным раствором и т.д.) локальных участков кровли горной выработки в местах с повышенным полем напряжения в массиве горных пород появилась возможность перераспределить величину локальных напряжений по всей протяженности штольни.

#### Литература

1. Балец А.Е. Управление напряженно-деформированным состоянием скального массива при подземной разработке рудных месторождений системами с обрушениями. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук, 2007.
2. Казикаев Д.М. Комбинированная разработка месторождений: Учебник для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, Издательство «Горная книга», 2008. – 360 с.
3. Гитис Л.Х. Статистическая классификация и кластерный анализ. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. – 157 с.: ил.
4. Казикаев Д.М. Геомеханика подземной разработки руд: Учебник для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2005. – 542 с.: ил.
5. Земляной М.А., Разоренов Ю.И. Методика выбора направления развития горных работ в плане и в углубке (на примере Новороссийского месторождения мергелей). // Горный информационно-аналитический бюллетень. – № 6. – 2009. – С. 411-416.
6. Земляной М.А. Методика определения области безопасного и эффективного вскрытия запасов нагорного месторождения. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – № 6. – 2009. – С. 39-43.
7. Земляной М.А. Обоснование вариативности управления напряженно-деформированным состоянием горного массива. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – № 4. – 2009. – С. 80-82.

УДК 622.221.2

### **О СПОСОБЕ ОТРАБОТКИ ОГРАНИЧЕННОГО В ПЛАНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕРГЕЛЯ**

*Д.А. Иванча, А.Н. Титов, Е.И. Борисова*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Пластовые месторождения осадочных пород при небольшой мощности покрывающих пород обычно благоприятны для открытой добычи. Однако некоторые внешние факторы иногда ставят вопрос о целесообразности такой разработки. Например, на одном из месторождений мергеля Астраханской области к разработке обширного пластового месторождения был выделен горный отвод площадью 17 га, с размерами 600 х 400 х 30. Полезная толща участка разработки сложена кристаллическими, трещиноватыми мергелями неоднородными по текстурным и структурным особенностям.



На предприятии была намечена традиционная отработка участка с внутренним разносом бортов (из-за отсутствия земельного отвода), с транспортировкой полезного ископаемого и вскрыши по общему стационарному внутреннему съезду. Ввиду пестроты полезной толщи по качеству мергеля и объему вмещающих пород как в плане так и по глубине предполагалось отработка данного участка сплошной однобортной системой разработки на всю глубину уступами от 4,5 до 7 м.

Нами была проанализирована эта технология с позиции рационального использования запасов выделенного к разработке участка.

В процессе анализа выявились значительные потери в бортах карьера и под стационарными съездами, которые составили 39,5 % от балансовых запасов у, что сокращает срок эксплуатации участка месторождения до 3,9 года и делает его отработку нецелесообразной.

Для уменьшения объема потерь и увеличения коэффициента извлечения. Нами была разработана технология, позволяющая снизить до приемлемого значения потери в бортах карьера. Суть технологии свелась к следующему:

1. Разбивка отработки карьерного поля на два этапа: подготовительный и основной.
2. Выбор способа вскрытия.
3. Выбор высоты уступа.
4. Выбор технологии, снижающей потери в бортах.

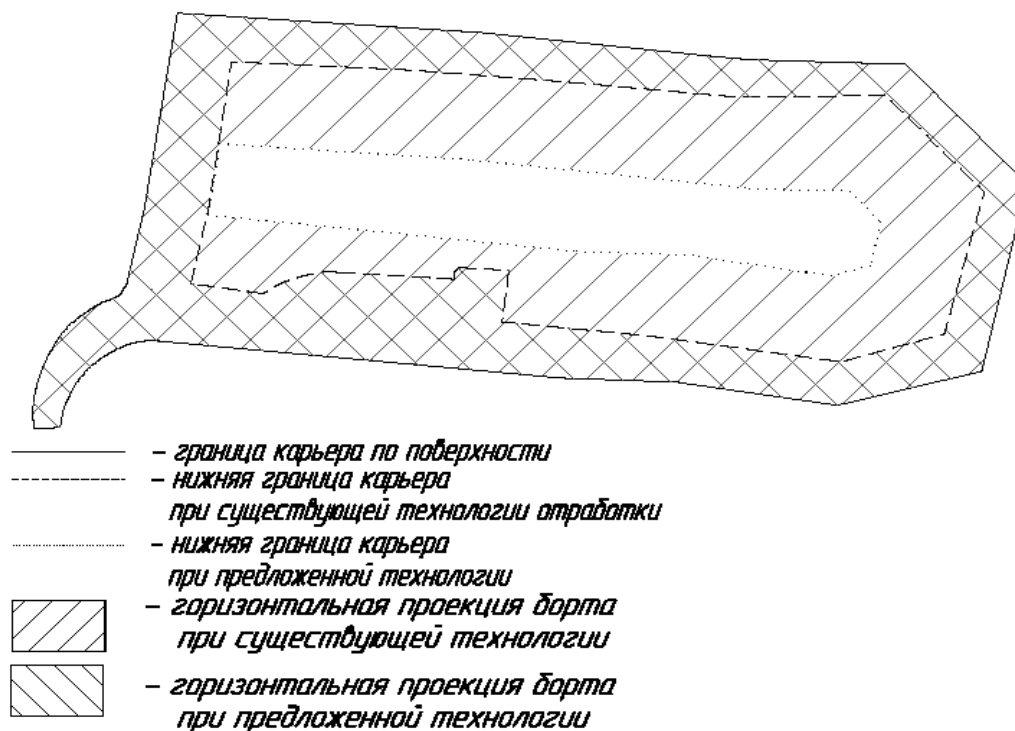
Определяющими явились выбор высоты уступов и технология отработки.

Высота уступа была определена по геологическим данным: нами были проанализированы данные кернов по каждой разведочной скважине, и подсчитана мода мощности пачек мергелей и вскрыши. Мода вскрышных пачек составила 4,5 м. Распределение по добычным пачкам оказалось двухмодальным 4,5 и 7 м. Поэтому была принята технология, включающая уступы высотой 7 и 4,5 м.

Технология отработки была направлена на снижение количества транспортных горизонтов. Для этого принята отработка двух уступов с одного транспортного горизонта гидравлическими экскаваторами типа обратная лопата с верхним черпанием до 7 м, с нижним до 4,5 м.

Такая технология в целом снизить количество транспортных горизонтов до трех. Дополнительно было принято на первой этапе отработать подготовительный горизонт нижним черпанием с высотой уступа до 4,5 м, что позволило уменьшить количество транспортных горизонтов в контуре карьера до двух.

На рис. 1 схематично показаны зоны с потерями в бортах при существующем и предлагаемом вариантах отработки исследуемого участка месторождения, а также зона уменьшения потерь при изменении технологии отработки.



**Рис. 1. План карьера по добыче мергеля на конец отработки (1 вариант – существующий вариант разработки; 2 вариант – предложенная технология отработки)**

В итоге, удалось снизить потери в транспортных бермах и под съездами в 2,5 раза, сократив число транспортных берм с пяти до двух.

Дальнейший анализ показал, что для обеспечения заданного качества сырого мергеля, поставляемого на завод, достаточно одновременная отработка горизонтов суммарной мощностью 10 м. Поэтому было принято решение заменить сплошную систему разработки на углубочную: предусмотрена послойная отработка месторождения двумя уступами, суммарной высотой до 11,5 м с одного транспортного горизонта. Это позволило полностью срабатывать остающиеся транспортные бермы по северному и восточному борту карьера.

Для уменьшения потерь в транспортной берме южного борта нами была разработана технология его отработки «обратным ходом». Суммарное применение вышеописанных приемов позволило увеличить срок отра-

ботки промышленных запасов на 2 года, повысив коэффициент извлечения до 86,9 % и уменьшив коэффициент потерь на 27,1 %.

Таким образом, по результатам исследования можно сделать вывод о необходимости применять послойную отработку участков, ограниченных в плане, технологиями, позволяющими снизить до минимума потери балансовых запасов, повысив тем самым инвестиционную привлекательность добычи полезного ископаемого и расширив количество участков, доступных к разработке.

#### Литература

1. Открытые горные работы: Справочник / К.Н.Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Виницкий, Н.Н.Мельников и др. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.
2. Трубецкой К.Н. Проектирование карьеров. – М.: Академия горных наук, 2001. – 535 с.

УДК 627.15

## **ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*В.Е. Кац, В.Ю. Молоков*

ОАО "Алтай-Гео"

Томский политехнический университет

Вода является стратегическим богатством России, такой вывод сделал Руководитель Федерального агентства водных ресурсов Р. Хамитов в РИА-новостях. Водные ресурсы России составляют четверть мирового объема воды, в то время как население при этом насчитывает лишь 2% от общего населения Земли.

Алтай – один из немногих уникальных природных регионов России, сохранивший естественный облик экосистем. Республика Алтай расположена в пределах внутриконтинентальной Алтае-Саянской горной области, занимающей центральное место на Евразийском континенте. Большая доля особо охраняемых природных территорий (22 % – заказники, заповедники, зоны покоя, национальные парки) предопределяют высокий статус природоохранной деятельности в Республике Алтай.

**Поверхностные воды.** Суммарная протяженность более чем 11 тыс. больших и малых рек республики составляет около 43 тыс.км. В них заключен значительный энергетический потенциал (80-85 млрд. квт/час). Они формируют поверхностный сток в р. Обь в количестве 33,4 км<sup>3</sup> в год. Около 12 тыс. озер на территории Горного Алтая, имеющие общую пло-

щадь 900 км<sup>2</sup>, содержат запасы воды в объеме 1,2 км<sup>3</sup>. В самом крупном озере республики Телецком, сосредоточено 40 км<sup>3</sup> пресной воды.

Ледники и снежники, являются самостоятельными водными объектами, они развиты в южной высокогорной части Республики Алтай. Общий объем воды, заключенной в снежно-ледовых образованиях, оценивается в 33,4 км<sup>3</sup>.

**Подземные воды.** Республика находится в пределах Алтае-Саянской гидрогеологической складчатой области, и сосредоточены в корово-блоково-жильных телах. Они локализируются в водоносных зонах, комплексах развитых преимущественно в верхней трещиноватой зоне гидрогеологических стратотипов широкого возрастного диапазона (от триасового до протерозойского возраста). Определенный объем подземных вод сосредоточен в блоково-пластовых, пластовых водах артезианских бассейнов межгорных впадин и в водоносных комплексах и горизонтах четвертичных отложений разного генезиса.

Общие прогнозные ресурсы существенно пресных подземных вод, по результатам оценки 2000 г. могут составить 3,5 км<sup>3</sup> (с учетом ресурсов подземных вод, заключенных на площадях особо охраняемых природных территорий). Общие прогнозные ресурсы подземных вод могут составить более 50 млн.м<sup>3</sup>/сут. [1]

Помимо пресных подземных вод на территории республики выявлены локальные скопления минеральных вод, ресурсы которых не оценивались. Таким образом, ресурсы природных водных объектов по Республике Алтай могут составить не менее 113 км<sup>3</sup>.

В хозяйственно-бытовой и производственной деятельности населением республики используется ежегодно не менее 30 тыс.м<sup>3</sup> /сутки природных вод в год. В сельских населенных пунктах, где проживает 2/3 жителей республики, для питьевых целей используются подземные воды, извлекаемые малыми водозаборами, одиночными скважинами, а также воды из родников и индивидуальных колонок. Все скважины, эксплуатирующие подземные воды из неоцененных запасов, имеют, как правило, срок службы более 20 лет и находятся внутри селитебных территорий. Систем питьевого водоснабжения в сельских населенных пунктах весьма мало и зачастую они не функционируют, либо имеют степень износа 50-100 %.

Весьма актуальной в республике представляется проблема фторирования, обезжелезивания, умягчения и обеззараживания питьевых вод.

С 1999 г. на территории республики Алтай ТЦ «Алтайгеомониторинг» ОАО «Алтай-Гео» проводится Государственный мониторинг геологической среды, в т.ч. подземных вод. Как показывают материалы обследования

ний, выполняемых ТЦ "Алтайгеомониторинг", учет за водоотбором в республике на должном уровне практически не налажен.

Гидрохимический и микроэлементный состав природных вод в значительной степени определяется ландшафтно-климатическими условиями, характером рельефа, типом водовмещающих пород и металлогеническими особенностями региона. Оценка качества подземных вод осуществлялась согласно СанПиН 2.1.4.1074-01. Превышения концентраций химических и микроэлементных показателей в хозяйственно-питьевых водах относительно норм ПДК можно условно отнести к 2 группам: природное несоответствие качества и химическое техногенное загрязнение.

**Природное несоответствие качественного состава** подземных вод в РА имеет два аспекта. Первый связан с показателями питьевых вод, которые превышают санитарно-гигиенические нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01. Этот фактор связан как с орографическими (высокая расчлененность рельефа, способствующая значительной эродированности проявлений и месторождений полезных ископаемых), так и геолого-металлогеническими особенностями территории (наличие сложной тектоники и широкого спектра типов месторождений (проявлений) черных, редких и благородных металлов, а также зоны повышенной естественной радиоактивности). Все эти факторы формируют *повышенный* геохимический фон в подземных водах токсичных и радиоактивных элементов, тяжелых металлов. К таким показателям относятся железо, марганец, свинец, ртуть, уран и другие микроэлементы.

Республика Алтай относится к территориям, характеризующимся повышенной *радононностью*, что объясняется наличием на ее площади большого количества (около 50%) интрузивных и вулканогенных образований кислого состава с повышенным содержанием радиоактивных элементов, либо с наличием урановой минерализации, во-первых, и весьма сложным тектоническим строением, во-вторых. [2]

Фоновая активность радона в подземных водах Республики Алтай в разных водных объектах варьируют от 3,6 до 63 бк/л, составляя в среднем 23 бк/л. В период малоамплитудных сейсмических событиях, которые продолжаются до настоящего времени в Алтае-Саянском регионе в целом и в РА в частности, изменялись в 2004-2008гг. от 4 до 266 бк/л (в единичных случаях до 2650 бк/л), составляя в среднем 35,3 бк/л. Агентство по охране окружающей среды США (USEPA) в качестве предельной величины содержания радона в воде рекомендует значение в 11,1 бк/л. Средние значения таковой в РА в спокойное время больше рекомендованной в 2 раза.

**Основным типом химического техногенного загрязнения** подземных вод Республики Алтай является, в силу его доминирующей хозяйст-

венной деятельности – *сельскохозяйственное и коммунально-бытовое*. Более 2/3 населения республики проживает в сельской местности. Помимо крестьянских хозяйств, СПК, ферм, практически при каждом подворье имеется участок, где выращиваются овощи, фрукты, имеется мелкий и крупный рогатый скот.

Каждое автономное хозяйство при наличии обязательных атрибутов туалета, бани, выгребной ямы, гаражей, является, по сути, очагом загрязнения, и в зависимости от масштаба деятельности оказывает негативное влияние на природные воды. Преобладающим загрязнением техногенного характера являются азотистые соединения (нитраты, нитриты, аммоний) и, нефтепродукты.

Таким образом, подземные воды Республики Алтай, имея значительные запасы, требуют организации должного контроля за водоотбором, слежения за техническим состоянием водозаборных сооружений и организацией зон санитарной охраны.

#### Литература

1. Васильев А.В. Отчет по второму этапу работ "Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (Республика Алтай)". – Горно-Алтайск, 2000
2. Копылова Г.Н., Воропаев П.В. Отклик режимного источника на землетрясение как индикатор состояния его подземной водоносной системы // Вулканология и сейсмология. – № 2. – 2005.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»

УДК 338.33:622

## ДИВЕРСИФИКАЦИЯ КАК ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

*С.Н. Копач, С.А. Шерстюков*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Горное производство является основной материальной жизни общества, основой для развития всех без исключения отраслей народного хозяйства. Широко известна популярная фраза В.И. Ленина о том, что уголь – настоящий хлеб промышленности. И это действительно так. Не менее важной пищей, как для промышленности, так и для сельского хозяйства являются руды черных, цветных и редких металлов, горно-химическое сырье, строительные материалы и другие полезные ископаемые. На протяжении длительного периода времени наша страна была на первом месте по добы-

че полезных ископаемых. Но с недавних пор она стала уступать позиции. Даже добыча такого необходимого сырья, как уголь, стала меньше чем в Китае. И вся добывающая промышленность опустилась до критически низкого уровня. В этом есть недостатки экономического развития данных отраслей. В мире самые большие доходы принадлежат обеспечивающим и перерабатывающим отраслям. В нашей стране не налажена система добыча-переработка-продажа. А именно система диверсификации сможет экономически стабилизировать такую немаловажную отрасль нашего государства. Создание больших корпоративных предприятий, которые обеспечивали бы весь цикл работ от добычи до продажи потребителю, могли бы поднять с “колен” предприятия. Так как все экономические процессы находились бы в одной организации. Одним из ярких примеров может быть диверсификация угольной промышленности, которая в данное время переживает не лучшие времена.

Ростовская область располагает лучшим в мире углем по калорийности – антрацитом. Доля антрацита в общих запасах угля составляет более 90%. По важнейшему показателю – степени метаморфизма – они отнесены к суперантрацитам. Это обуславливает такие важные для потребителя качества как плотность и высокая калорийность (удельная теплота сгорания 33-34 МДж/кг).

Плотность достигает 1,76 г/м<sup>3</sup>, что на 20-30% превышает обычные значения этого показателя для ископаемых углей. Микротвердость ростовских антрацитов в 5-8 раз превышает микротвердость других углей. При материнской зольности 5-12% и хорошей обогащаемости достижимо получение низкзолельных сортов антрацита.

В результате глубокой переработки антрацита можно получить следующие продукты, пользующиеся высоким спросом на мировом рынке:

- Карбид кремния;
- Высокотехнологичные фильтры (активированный уголь, углеродистые молекулярные сита);
- Карбид кальция;
- Углеродистые добавки для производства стали из чёрного лома;
- Производство графита;
- Производство термоантрацитов;
- Производство фильтров очистки воды (гидроантрацит);
- Производство сульфоугля;
- Производство сорбентов;

- Производство ферросплавов.
- Кроме того, донской антрацит практически не содержит метана и других вредных газов, что в этом отношении позволяет отнести его к ряду уникальных.

Рассмотрим применение ростовского антрацита как сорбента и адсорбента, применение его в таком виде часто встречается в быту большинства людей и во многих видах производства, что говорит о его большой потребности.

В основе адсорбционных методов очистки воды лежит явление адсорбции из растворов – процесса концентрирования отдельных компонентов раствора на твердой поверхности какого-либо пористого материала. Физическая адсорбция (сорбция) – мешающие компоненты удаляются из раствора благодаря взаимодействию непосредственно с поверхностью адсорбента. Сорбенты используются для удаления органических веществ, хлора, корректировки вкуса, запаха.

Наиболее популярным сорбентом такого типа является активированный уголь. В водоподготовке чаще всего используется гранулированный активированный уголь, представляющий собой гранулы угля различного происхождения (антрацита, угля, древесины и т.д.), обработанного горячим водяным паром в специальных условиях для создания развитой системы пор. Обработка воды активированным углем из-за универсальности действия является одним из наиболее перспективных методов дезодорации и обесцвечивания воды. Они хорошо сорбируют фенолы, полициклические ароматические углеводороды, в том числе канцерогенные, большинство нефтепродуктов, хлор- и фосфорорганические пестициды и многие другие органические загрязнения.

Производство товаров которые не нуждаются в специфических условиях и организации можно внедрять повсеместно, где есть возможность расширения производственных мощностей при необходимых капиталовложениях.

Рекомендации по применению активных (активированных) углей:

- Водоподготовка – фильтры высокой производительности; фильтры малой и средней производительности, в т.ч. бытовые; углевание; очистка питьевой воды от диоксидов и ксенобиотиков; подготовка воды в производстве пива.
- Пищевая промышленность – очистка крахмалопаточных растворов, сахарных сиропов, глюкозы, ксилита; очистка углекислоты в производстве газированных напитков.



- Химическая, нефтегазодобывающая и перерабатывающая промышленность – производство каучука; производство химических волокон; носитель катализаторов; очистка аминговых растворов; рекуперация паров органических растворителей; производство минеральных масел, хим. реактивов, лакокрасочных материалов.

- Охрана природы – очистка промышленных стоков; очистка дымовых газов на мусоросжигательных заводах; очистка вентиляционных выбросов.

- Горно-металлургическая промышленность – извлечение золота из растворов и пульп в золотодобывающей промышленности; флотацию руд полезных ископаемых.

- Топливо-энергетическая промышленность – очистка парового конденсата и котловых вод.

- Машиностроение – изготовление адсорбентов для легковых автомобилей.

Использование углей в данных областях производства приведет к высоким показателям производств и росту экономического развития горных предприятий.

УДК 622.222

## **ВСКРЫТИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «БЫСТРЯНСКАЯ № 1-2»**

*С.Н. Конач, С.А. Шерстюков*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Схема и способ вскрытия должны обеспечивать: рациональную разработку шахтного поля в течение всех этапов работы шахты и получение стабильной проектной добычи угля на каждом этапе; минимальный объём вскрываемых горных выработок; минимальные первоначальные затраты на вскрытие месторождения и строительство шахты.

Основная задача, ставящаяся перед проектировщиками при определении способа вскрытия и выбора места заложения стволов - обеспечение наибольшей экономической эффективности.

Способ вскрытия шахтного поля определяется на основании анализа горно-геологической обстановки присущей месторождению (глубина залегания пласта, угол падения, мощность и свойства наносов, тенденции их залегания на площади месторождения и т.д.).

При наличии мощных надкарбонных отложений (от 50 до 200 м), распространенных по всему шахтному полю и повсеместно осложненных обводненными породами, обладающими пльвунными свойствами, в совокупности с глубиной залегания рабочих пластов технологическими нормами рекомендуется вскрытие таких месторождений производить вертикальными стволами с применением специальных способов проходки.

Анализ возможных вариантов предварительного водоподавления (замораживание, водопонижение через предварительно пробуренные скважины и т.п.) показывает, что каждый из способов имеет определенные плюсы и минусы при их реализации.

Предварительное замораживание связано с существенными затратами времени и средств, а так же с необходимостью проведения дополнительных мероприятий по наблюдению за поведением крепи и снижению водопроявлений в зоне заморозки.

Водопонижение через скважины снимает вопрос о затратах времени, т.к. может производиться совместно с оснащением и проходкой выработки, но так же требует постоянного контроля за крепью и водоприток в выработку, и несет дополнительные затраты средств.

Для обеспечения проветривания горных выработок на флангах шахтного поля проходятся вертикальные вентиляционные стволы №1 и № 2, назначение которых выдача исходящей струи воздуха и запасной выход из шахты. Стволы оснащаются подъемной установкой и вентилятором главного проветривания.

Вскрытие шахтного поля осуществляется вертикальными центрально-сдвоенными стволами. Минимум подготовительно-нарезных работ для пуска лавы сведен в табл. 1 .

Таблица 1

### Подготовительно-нарезные работы для пуска лавы

Затраты на приобретение оборудования и выполнение работ	Стоимость погонного метра, тыс. руб/м	Длина (глубина) выработки, м	Сроки выполнения работ, мес.	Затраты, млн. руб.
проведение вертикальных стволов	120	2×350	12	84
проведение квершлагов	80	2×250	2	40
откаточный и вспомогательный коренные штреки	80	2×50	1	8
околоствольного двора	17,8	854	6	15,2
Всего:			21	147,2

Характеристика вскрывающих выработок приведена в табл. 2.

Показатели	Ед. изм.	Наименование стволов			
		главный	вспомогательный	вентиляц. №1	вентиляц. №2
Глубина ствола от поверхности	м	330	330	215	185
Глубина зумпфа	м	20	20	5,0	5,0
Полная глубина ствола (включая зумпф)	м	350	350	220	190
Диаметр или размеры ствола в свету	м	7000	5500	3,5	3,5
Площадь поперечного сечения ствола в свету	м <sup>2</sup>	38,46	23,74	9,6	9,6

Таким образом, ввиду изложенных выше факторов, вскрытие было бы лучше производить вертикальными стволами с поверхности: главным, вспомогательным и двумя вентиляционными. Вскрытие вертикальными стволами позволит обойти сильнообводнённые породы, тем самым повысится безопасность производства и улучшатся условия строительства. Расположение стволов в центре шахтного поля позволит равномерно распределить нагрузку на систему подземного транспорта.

УДК 622.02:539.2

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ ГОРНЫХ ПОРОД И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ «МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД – ТРУБЧАТЫЙ АНКЕР»**

*О.А. Кривоносова, В.А. Толкачев, В.А. Ткачёв*

Шахтинский институт (филиал)

Южно-Российского государственного технического университета (НПИ), г. Шахты

Проблема поддержания устойчивости подготовительных выработок выемочных участков является одной из основных проблем повышения технико-экономической эффективности подземной угледобычи. Неудовлетворительное состояние выработок и выполнение в них ремонтных работ отрицательно влияет на работу очистных забоев и внутришахтного транспорта, ухудшает условия проветривания, снижают уровень техники безопасности при ведении горных работ.

Снижение затрат на крепление и поддержание выработок, повышение темпов их проведения может быть достигнуто путём широкого внедрения для них современных видов анкерной крепи.

Критерием эффективности такой крепи является быстрота вступления анкера в работу, возможность работы в податливом состоянии, обеспечение высокого уровня организации, и её эффективности.

Ранее проведенные исследования механизма работы трубчатой анкерной крепи позволили изучить механизм работы данного типа крепи, на его базе составить методику расчета параметров.

Однако в данной работе не учитывались реологические свойства горных пород, которые влияют на напряженно-деформированное состояние системы «массива горных пород – трубчатый анкер».

Для осадочных пород Ю.М. Либерманом было предложено использовать уравнение состояния для моделей Пойнтинга – Томсона.

Уравнение состояния данной модели имеет вид:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} + \frac{\varepsilon}{t_k} = \frac{1}{E} \cdot \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{E_1 t_k}, \quad (1)$$

Характеристику ползучести этой модели можно получить предположив,  $\sigma = const$  и проинтегрировав уравнение состояния:

$$\varepsilon = \left( \frac{\sigma}{E} - \frac{\sigma}{E_1} \right) e^{-\frac{t}{t_k}} + \frac{\sigma}{E_1}, \quad (2)$$

где,  $\sigma$  – действующее напряжение;  $E_1$  – релаксированный модуль упругости;  $\varepsilon$  – упругая деформация;  $t$  и  $t_k$  – промежуток времени начала и конца релаксации.

В расчете НДС в методе конечных элементов (МКЭ) для учета ползучести нами в качестве исходных данных будет использоваться: коэффициент Пуассона  $\mu$ , релаксированный модуль упругости  $E_1$  и модуль сдвига  $G$ .

Релаксированный модуль упругости  $E_1$  выразим из уравнения (2), обозначив  $e^{-\frac{t}{t_k}} = A$ , решим уравнение относительно  $E_1$ .

$$E_1 = \frac{\sigma}{\left( \frac{\varepsilon}{\sigma} - A \right)}, \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что для определения величины релаксированного модуля упругости необходимо определить параметры  $t$  и  $t_k$ .

С целью изучения реологических свойств горных пород на напряженно – деформированное состояние трубчатого анкера были проведены исследования ползучести горных пород.

Все исследования проведены согласно ГОСТ, на пружинных прессах, изменение деформаций образцов осуществлялось с помощью катетометра КМ-8. Образцы горных пород загружались нагрузкой, составляющей 80% от предельной.

Исследования проводились до момента полной стабилизации относительных деформаций. Обработка данных исследований позволила получить зависимость изменения относительной деформации от времени нагружения, данные зависимости представлены в таб. 1.

Таблица 1

### Физико-механические характеристики и результаты исследования горных пород

Породы	$\sigma_{сж}$ , Мпа	$\sigma_p$ , Мпа	$\sigma_{сж}/\sigma_p$	$\varphi$	$\sin \rho$	$E_{рел}$ , Гпа	$t_{кон}$ , сут	Уравнения связи.
Песчаник	128.7	47.6	2.7	21.8	0.46	2.5	5-7	$y = 1.5919\ln(x) + 0.7959$
Известняк	182.84	36.67	4.9	12	0.67	11.4	5-7	$y = 0.7849\ln(x) + 1.572$
Глинистый сланец	108.8	33.32	3.2	12	0.53	3.1	15-20	$y = 0.935\ln(x) + 5.792$

Теснота связи практических и теоретических результатов оценивалась коэффициентом корреляции, который составил не менее 0,9.

Расчет релаксированного модуля упругости проводился согласно методике разработанной авторами в ранее проведенных исследованиях.

Для оценки влияния ползучести на параметры трубчато-анкерной крепи нами была составлена программа «Анкер». Данная программа позволяет получить такие параметры, как: усилия выдергивание анкера, в зависимости от количества складок анкера, оптимальный диаметр трубчатого анкера, модуля упругости породы, давления закрепления.

На рис. 1 представлена диаграмма радикальных напряжений по контуру анкера при мгновенном ( $E=0,75 \cdot 10^5$ ) и релаксированном ( $E_r=0,32 \cdot 10^5$ ) модулях упругости. Как вывод из рис.1 величина радиальных напряжений с учетом ползучести существенно меньше, чем при мгновенном модуле упругости.

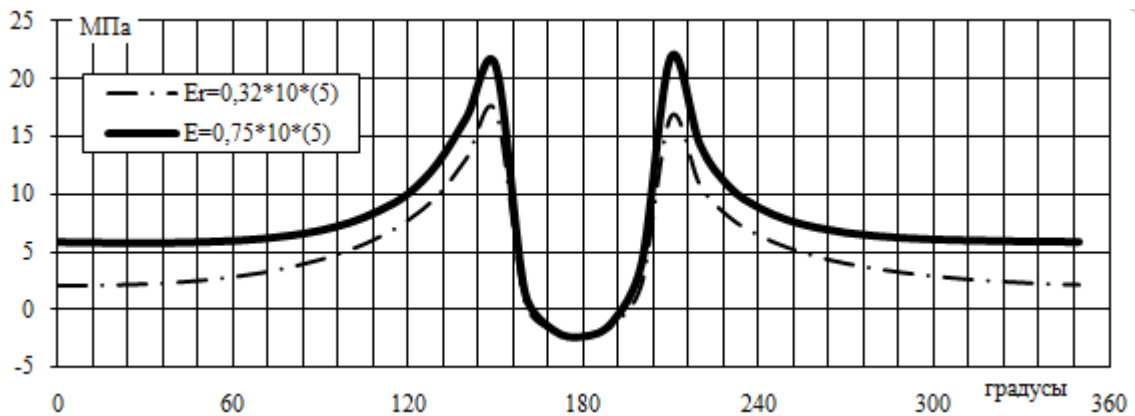


Рис. 1. Распределение радиальных напряжений по контуру трубчатого анкера

Таким образом, проведенные исследования показали необходимость учета реологических свойств горных пород при расчете параметров трубчато-анкерной крепи, что в конечном счете повысит устойчивость горной выработки.

УДК 55.502.55 (470.62/67)

## **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЮГА РОССИИ**

*Костюк Ю.Н., Пушкарский Е.М.*

Южный Федеральный университет

Горнодобывающая промышленность юга России является базовым сектором экономики, сохраняющим минерально-сырьевую специализацию региона в новых условиях. Далеко не исчерпанный минерально-сырьевой потенциал в сочетании с высокой степенью геологической изученности и хозяйственной освоенности территории предопределяют экономическую значимость и перспективы развития горнодобывающей промышленности юга России.

Вместе с тем, горнодобывающая промышленность оказывает существенное воздействие на геологическую среду. Характер и степень этого воздействия обуславливается как специализацией и особенностями горнодобывающих предприятий, так и свойствами геологической среды. Проведена типология горнодобывающих предприятий по видам минерального сырья, способам разработки месторождений и сложности горно-геологических условий эксплуатации, а так же выполнено геоэкологическое районирование территории.

Выделенные районы характеризуются общими чертами инженерно-геологических и гидрогеологических условий, включая природные процессы и явления, а так же близкой реакцией геологической среды на определенный тип техногенного воздействия. Это позволило широко использовать метод аналогий при оценке воздействия горнодобывающей промышленности на геологическую среду, являющейся основой для разработки природоохранных мероприятий.

Ведущее место в системе мер по снижению негативного воздействия горнодобывающей промышленности на геологическую среду региона имеет комплексное освоение месторождений и наиболее полное и всестороннее использование минерального сырья. Сдерживающими факторами являются

техническая возможность и экономическая целесообразность, частично снимаемые межотраслевой организацией и комбинированием производства.

Непосредственно охрана геологической среды обеспечивается экологической инфраструктурой, ориентированной на ресурсы общего пользования и состояние природного ландшафта в целом.

Инфраструктурный анализ горнодобывающей промышленности региона показывает, что развитие экологической инфраструктуры предприятий практически повсеместно не соответствует нормативному состоянию геологической среды и может быть обеспечено лишь на более высоком территориальном уровне – в составе промышленных центров и главным образом промышленных узлов.

УДК 631.42

### **МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ *HORDEUM VULGARE* ПРИ РОСТЕ НА ПОЧВАХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМ ВИДАМ ДЕГРАДАЦИИ**

*Е.В. Мамаева, П.Ю. Галицкая, С.Ю. Селивановская, Б.У. Шафигуллин*

Казанский (Приволжский) федеральный университет

На общем фоне все обостряющейся в наше время угрозы глобального экологического кризиса очень важное место должна занимать проблема деградации и охраны почв. Важность этой проблемы определяется тем, что без преодоления процесса деградации почв и сохранения почвенного покрова Земли невозможно сохранить ни растительный и животный мир, ни чистоту воды и воздуха. Невозможно сохранить нормальное функционирование биосферы, а значит, и экологическое благополучие жизни человеческого общества (1).

В сложившейся ситуации особую актуальность приобретают не только законодательно-правовые и организационные меры по борьбе с эрозией и деградацией почв, но и фундаментальные научные исследования, направленные на познания разнообразия процессов деградации почв, выявление причин их возникновения и развития, а также на поиск оптимальных методов защиты почв от деградации (2).

Все виды деградации почв можно условно разделить на три группы. Их краткое определение может быть сформулировано следующим образом. Физическая деградация – ухудшение физических и водно-физических свойств почвы, нарушение почвенного профиля. Химическая деградация – ухудшение химических свойств почв: истощение запасов питательных

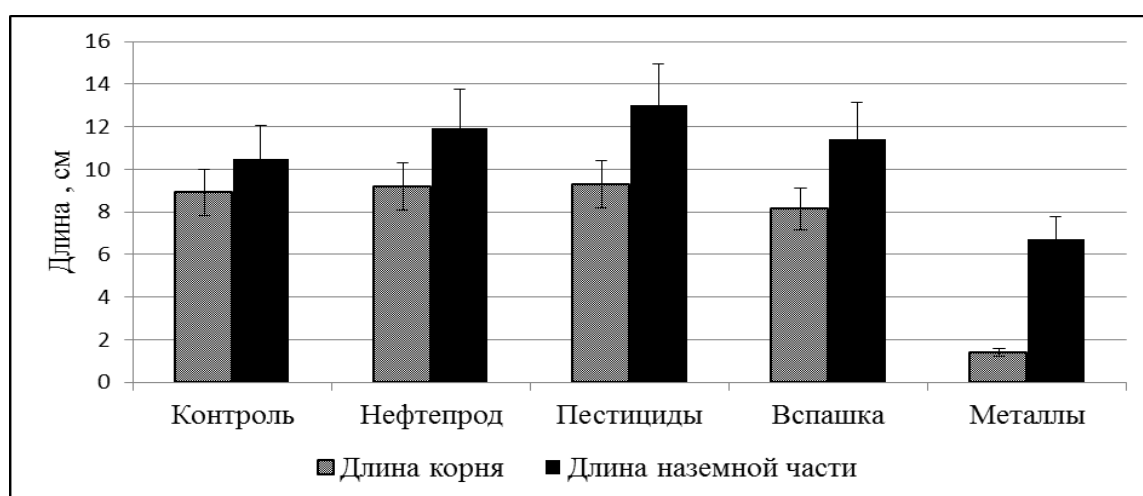
элементов, вторичное засоление и осолонцевание, загрязнение токсикантами. Биологическая деградация – сокращение численности видового разнообразия и оптимального соотношения различных видов микроорганизмов, загрязнение почвы патогенными микроорганизмами, ухудшение санитарно-эпидемиологических показателей (3).

Целью данной работы явилась оценка влияния 5 наиболее распространенных типов деградации (склоновая эрозия, распашка, загрязнение металлами, пестицидами, нефтепродуктами) на морфометрические показатели ячменя (*Hordeum vulgare*). Работа проводилась в условиях полевого эксперимента: было заложено 5 опытных площадок вдоль склона (размер каждой площадки – 1X10м, уклон 3°):

- распашка на склоне на глубину 20 см (далее «Распашка»);
- загрязнение инсектицидом «Молния» (в 5-кратной дозе) (далее – «Пестициды»);
- загрязнение смесью металлов (Cd, Cu, Zn, Pb) (в концентрациях 10 ПДК) (далее – «Металлы»);
- загрязнение нефтепродуктами (45 т/га) (далее – «Нефтепрод.»);
- склоновая эрозия; морфометрические показатели тест-растений на данной площадке принимались за «Контроль».

Пробы отбирали через 2 недели после внесения токсикантов в нижней части каждой из площадок с использованием почвенного бура.

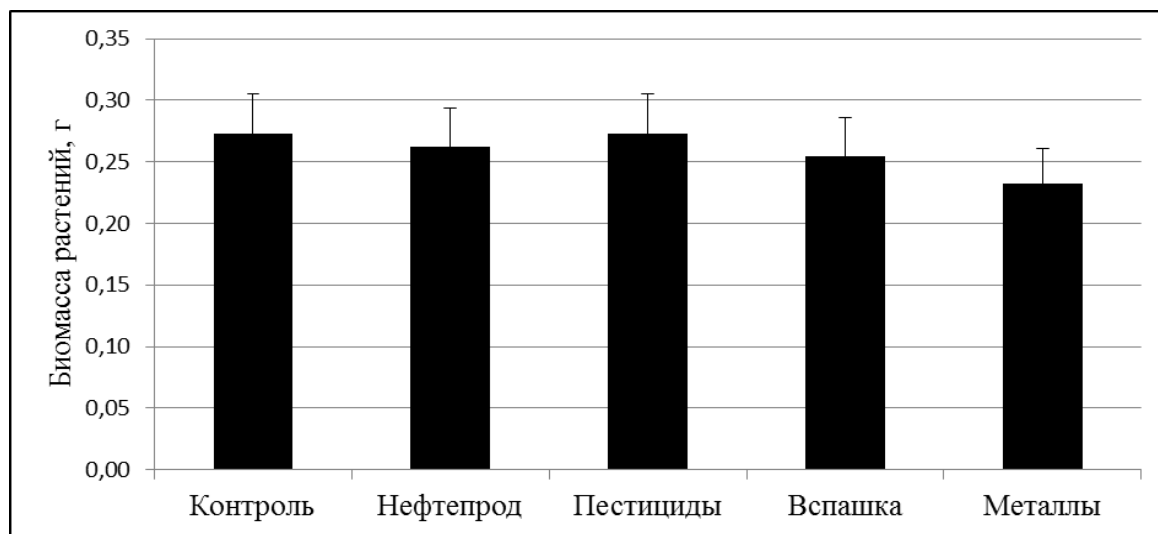
На первом этапе работ было оценено влияние нефтепродуктов на морфометрические показатели растений (рис. 1). Средние значения длины корня *H.vulgare* в почвенных образцах данной категории составляют 9,2 см, длины наземной части – 11,9 см, данные показатели незначительно превышают контрольные значения. Биомасса растений составляет 0,26 г (рис. 2).



**Рис. 1. Показатели длины корня и наземной части *H.vulgare*, выращенных в почвенных образцах, отобранных с пробных площадок**



агрязнение пестицидами также незначительно отражается на морфометрических показателях тестируемого растения. Так, длина корня составляет 9,3 см, длина наземной части – 13 см.



**Рис. 2. Биомасса растений *H.vulgare*, выращенных в почвенных образцах, отобранных с пробных площадок**

Анализируемые показатели в пробах, отобранных на вскопанной площадке, идентичны значениям в контрольном образце. Длина корня *H.vulgare* равна 8,2 см, длина наземной части составляет 11,4 см.

Как видно на рис. 1 и 2, наибольшее влияние на тестовые растения оказывает смесь металлов. Длина корня *H.vulgare* составляет 1,4 см, что в 6 раз меньше по сравнению со значением в контроле. Длина наземной части *H.vulgare* равна 6,7 см (на 60 % меньше, чем в контроле). Наблюдается также ингибирование биомассы *H.vulgare* – она равна 0,23 г, тогда как в контрольных образцах 0,27 г.

Таким образом, нами проанализировано влияние основных видов деградации почв (склоновая эрозия, распашка, загрязнение нефтепродуктами, металлами, пестицидами) на рост ячменя (*H. vulgare*). Показано, что загрязнение почвы тяжелыми металлами приводит к наибольшему ингибированию морфометрических показателей растений.

*Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013гг.*

#### Литература

1. Добровольский Г.В. Деградация и охрана почв. – М.:Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.

2. Снакин В.В., Кречетов П.П., Кузовникова Т. А. и др. Система оценки степени деградации почв. – Пушкино: Пушкинский научный центр РАН. ВНИИ Природы. Препринт, 1992. – 20 с.
3. Снакин В.В., Мельченко В.Е., Бутовский Р.О. и др. Оценка состояния устойчивости экосистем. – Пушкино: Пушкинский научный центр РАН. ВНИИ Природы. Препринт, 1992. – 127 с.

УДК 622.25

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОХОДКИ И КРЕПЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ НА ПРОЦЕСС НЕФТЕГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ АК «АЛРОСА» В ЯКУТИИ**

*И.В. Михалко, М.А. Решетняк, С.В. Бакуменко*

Шахтинский институт (филиал)

Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)

В ряде случаев проходка глубоких вертикальных стволов ведется с пересечением нефте- или газоносных пластов, при этом в забое и по всей глубине ствола могут образовываться взрывоопасные смеси воздуха с метаном, его гомологами (этаном, пропаном, бутаном и более высокими) и другими взрывоопасными газами. Такие условия имели место при проходке вертикальных стволов подземных рудников «Мир» и «Удачный» АК «Алроса», при пересечении газоносных пластов ряда сверхкатегорийных шахт Кузбасса, украинского Донбасса и др. В практике отечественного шахтного строительства неоднократно возникали аварии, связанные со взрывами и вспышками газозвушных смесей (ГВС), нефти и битумов.

Ведению взрывных работ при проходке стволов на участках нефтегазопроявлений должны предъявляться особые требования безопасности, главным из которых является снижение агрессивности взрыва по отношению к нефте- и газозвушной среде. Целью настоящей работы является исследование влияния технологических процессов проходки и крепления вертикальных стволов на процесс нефтегазовыделения.

Основными геотехнологическими факторами, влияющими на суммарное газовыделение в ствол являются величина заходки за цикл и диаметр ствола, при этом связь между указанными параметрами и газовыделением близка к линейной. Так, увеличение длины заходки с 1,5 до 4 м приводит к увеличению прогнозируемого газовыделения в 2,3–2,5 раза в стволах большого диаметра (8 – 9 м) и почти в 3 раза в стволах диаметром 6 м.

Основными факторами, определяющими вероятность возникновения воспламенения и взрыва газозвушной смеси в призабойном пространстве ствола являются тип и количество одновременно взрывающихся ВВ, определяющих соответственно максимальную температуру и суммарную энергию продуктов взрыва.

Получено аналитическое выражение для расчета максимально допустимого количества одновременно взрывающегося ВВ по фактору недопущения нагревания ГВС в призабойном пространстве до температуры самовоспламенения, учитывающая состав смеси газов, состав ВВ, диаметр ствола и критическую дальность разлета высокотемпературных продуктов взрыва. Проверочные расчеты для условий наиболее опасных участков вертикальных стволов подземного рудника «Удачный» свидетельствуют о том, что в зависимости от типа ВВ и диаметра ствола вчерне допустимая масса одновременно взрывающегося ВВ колеблется от 87 до 237 кг.

В слабых породах ( $f = 3-4$ ), величина заходки не является ограничивающим фактором, так как допустимое количество ВВ может обеспечить заходку 5–6 м, что выше фактически проектируемой при современных средствах механизации бурения шпуров и крепления. В породах средней крепости ( $f = 5-8$ ) величина заходки должна быть ограничена 2–4 м, а в крепких ( $f \geq 9$ ) – 1,5 – 2,5 м в зависимости от типа применяемого ВВ и диаметра ствола в проходке.

Во многих случаях пожары и взрывы происходят не в результате нагрева ГВС до температуры самовоспламенения, а вследствие возникновения открытого огня или искр различной природы. В этом случае опасность воспламенения ГВС не зависит от массы одновременно взрывающегося ВВ, а лишь от температуры взрыва и индукционного периода. Снизить начальную температуру взрыва геотехнологическими факторами невозможно.

Построена математическая модель газовыделения в призабойное пространство ствола из отбитой взрывом горной массы в период проветривания и погрузки породы. Изменение удельного газовыделения из разрушенной взрывом породы со временем описывается сплайн-функцией, каждый из 4 отрезков которой описывает характерный временной промежуток, в частности, в 1-м и 2-м условных периодах изменение удельного газовыделения описывается логарифмической, а в 3-м и 4-м периодах – гиперболической функцией. Коэффициенты аппроксимации сплайн-функции зависят от суммарной (природной) газоносности пород, коэффициента газоотдачи (отношения количества свободного газа к суммарной газоносности пород) и временных границ интервалов каждого участка сплайн-функции.

Изменение концентрации взрывоопасных газов в призабойном пространстве ствола со временем зависит от динамики удельного газовыделения, величины заходки, коэффициента газоотдачи и подачи свежего воздуха в забой ствола. Максимальное значение концентрации УВГ в условиях подземного рудника «Удачный» возникает в первые 10-15 с после взрыва и может достигать 10-23% (при коэффициенте газоотдачи  $k_{\text{газ}} = 0,1$ ); 25-47% (при  $k_{\text{газ}} = 0,3$ ) и 34-57% ( $k_{\text{газ}} = 0,5$ ) в зависимости от длины заходки.

В определенные промежутки времени (от нескольких секунд до минут) в призабойном пространстве ствола даже при минимальной величине заходки ( $l_{\text{зах}} = 1,5$  м) и применении наиболее мощных вентиляторов местного проветривания ( $Q$  до  $30 \text{ м}^3/\text{с}$ ) может возникать взрывоопасная концентрация газов, продолжительность существования которой зависит от величины заходки, коэффициента газоотдачи и подачи воздуха, и в условиях стволов рудника «Удачный» колеблется в пределах от 1,38 до 3,9 мин.

В тех случаях, когда технические и технологические средства не обеспечивают один из уровней взрывозащиты вертикального ствола – недопущение взрывоопасной концентрации газов, тогда требуются дополнительные уровни взрывозащиты:

- недопущение источников воспламенения взрывоопасных ГВС;
- создание предохранительной среды;
- локализация и подавление взрыва.

При низком коэффициенте газоотдачи ( $k_{\text{газ}} = 0,1$ ) в момент начала погрузки газовыделение из взорванных пород остается еще достаточно высоким (более  $6 \text{ м}^3/\text{мин}$  – для условий стволов рудника «Удачный»), поэтому увеличение производительности погрузки породы положительно сказывается на динамике снижения газовыделения вследствие быстрого уменьшения газонасыщенных пород в забое. С увеличением коэффициента газоотдачи влияние производительности погрузки на снижение газовыделения существенно уменьшается, так как уже в момент начала погрузки, весь свободный и часть сорбированного газа удалена средствами вентиляции, а газовыделение не превышает  $2 - 2,3 \text{ м}^3/\text{мин}$ , а затем быстро снижается в течение первого часа погрузки до  $0,6 - 1,5 \text{ м}^3/\text{мин}$ ., в течение 2 часов – до  $0,1 - 1,25 \text{ м}^3/\text{мин}$ . в зависимости от эксплуатационной производительности стволовой погрузочной машины в 1-й фазе погрузки.

Удельное газовыделение из незакрепленных стенок ствола зависит, главным образом, от коэффициента газоотдачи  $k_{\text{газ}}$ , при этом наблюдается динамика плавного снижения газовыделения с течением времени. Снизить газовыделение в ствол из боковых пород можно либо предварительной де-

газацией околоствольного массива, либо возведением газонепроницаемой крепи в части призабойного пространства в период погрузки. Применение набрызгбетонирования после частичной уборки пород в стволе позволяет снизить газовыделение из обнаженных боковых поверхностей на 25-30%, что в итоге приводит к снижению суммарного газовыделения в ствол из всех вышеописанных источников при высоком коэффициенте газоотдачи ( $k_{\text{газ}} = 0,5$ ) – на 14-17%; при среднем ( $k_{\text{газ}} = 0,3$ ) – на 9-12%, а при низком ( $k_{\text{газ}} = 0,1$  и ниже) применение набрызгбетонирования боковых пород становится малоэффективным, так как позволяет снизить суммарное газовыделение в ствол не более чем на 3-5%.

*Работа выполнена под руководством проф. А.Ю. Прокопова.*

УДК. 622.25.(06)

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АНКЕРНОЙ КРЕПИ СТВОЛОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРИСТВОЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК**

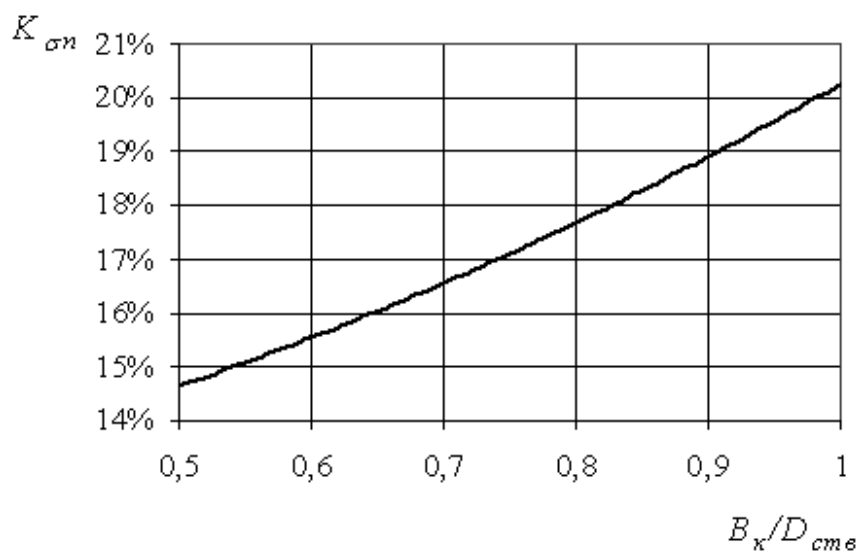
*О.В. Пашкова*

Шахтинский институт (филиал)

Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)

Сооружение приствольной выработки в эксплуатационном стволе приводит к изменению установившегося равновесного состояния системы «крепь-массив». В крепи возникает несколько зон влияния приствольной выработки, в частности в противоположной проему стенке ствола. Эта зона наиболее характерна для участка камеры загрузочных устройств скипового ствола. Рассечка очередного слоя камеры приводит к увеличению радиальных нагрузок на крепь противоположной стенки ствола на соответствующей высотной отметке и вызывает рост нормальных тангенциальных напряжений в бетоне крепи.

Одним из основных факторов, определяющих интенсивность увеличения напряжений является параметр  $B/D_{\text{ств}}$ , где  $B$  – ширина выработки,  $D_{\text{ств}}$  – диаметр ствола в свету. На рис. 1 представлена зависимость коэффициента  $K_{\sigma.n}$ , характеризующего прирост нормальных тангенциальных напряжений в крепи по сравнению с обычным участком ствола в тех же условиях от отношения  $B/D_{\text{ств}}$  при модуле деформации пород  $E=10 \cdot 10^3$  МПа.



**Рис. 1. Влияние увеличения ширины камеры на значения максимальных нормальных тангенциальных напряжений в крепи противоположной проему стенки ствола**

Аналогичные результаты получены и при других параметрах системы. Они показывают, что при увеличении ширины приствольной выработки интенсивность нормальных тангенциальных напряжений в крепи противоположной камере стенке ствола возрастает по слабовыраженной параболической зависимости. Суммарное увеличение напряжений по сравнению с обычным участком ствола может достигать 25 %, что свидетельствует о необходимости усиления крепи в выделенной зоне или применении мер по снижению радиальных нагрузок.

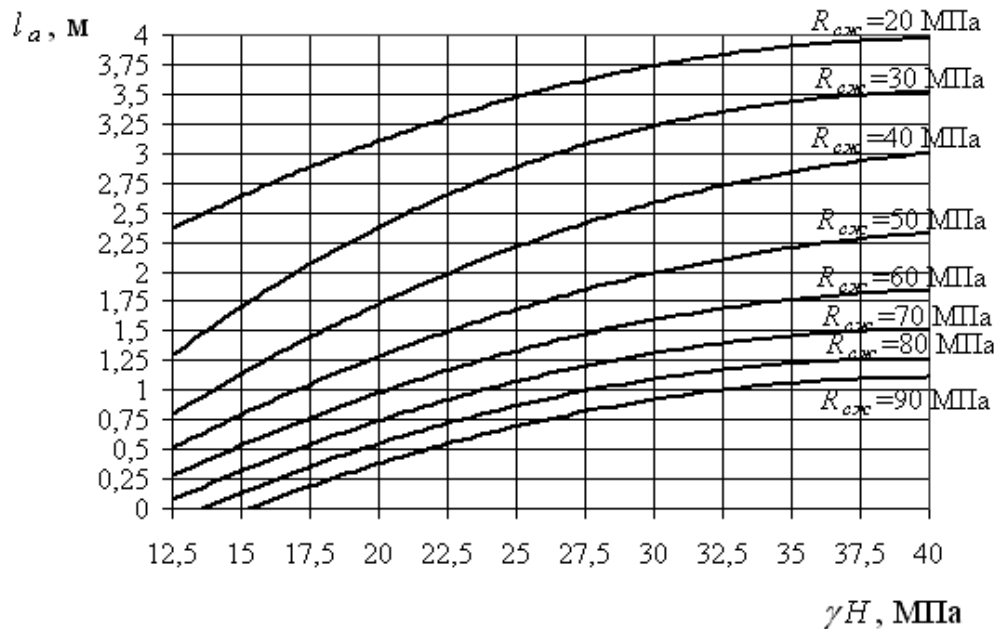
Анализ возможных конструктивных и технологических решений по реализации данных воздействий показывает, что обеспечить их достаточно сложно без разборки существующей крепи или изменения диаметра ствола.

Наиболее целесообразным решением является предварительное анкерное упрочнение крепи и массива до начала работ по рассечке приствольной выработки. В качестве дополнительной меры возможна установка металлической сетки с последующим нанесением слоя набрызгбетона. Такие меры позволят создать единую упрочненную систему «крепь – массив», повысить сопротивляемость крепи деформациям сжатия и изгиба, а также не приведут к существенному уменьшению диаметра ствола.

Важнейшей проектной задачей при этом является обоснование необходимой длины упрочняющей анкерной крепи, так как при ее недостаточных значениях установка анкеров может привести, напротив, к увеличению нагрузки на бетонную крепь, а также возникновению локальных зон концентраций напряжений.

На основании исследования поэтапного изменения напряженно-деформированного состояния пород в зоне 1 от стенки ствола вглубь мас-

сива в процессе строительства приствольной камеры при отношении  $B/D_{ств} = 1,0$  были определены необходимые размеры зон упрочнения пород, обеспечивающие устойчивое состояние системы «крепь – массив» в различных условиях. В графическом виде для ствола диаметром в свету 6,0 м они приведены на рис. 2.



**Рис. 2. Необходимые радиальные размеры областей упрочнения породного массива в зоне влияния приствольной выработки при различной прочности пород и величине вертикального горного давления**

Полученные графики можно использовать при определении длины упрочняющей железобетонной или сталеполимерной анкерной крепи с учетом ее дополнительного увеличения на величину толщины крепи, а также для закрепления концевой части анкера в устойчивых породах.

УДК 556.31

## **ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОГО ВОДООТБОРА НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОСЕТИНСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА**

*А.А. Пащенко*

Геолого-гидрогеологическое предприятие ООО «Гидро-плюс», г. Владикавказ

В пределах Осетинского артезианского бассейна, сложенного толщей рыхлых терригенных отложений от миоцена до современных, сосредото-

чены огромные ресурсы пресных подземных вод (ПВ), по всем качественным показателям соответствующих питьевым.

В гидрогеологическом отношении здесь относительно хорошо изучены водоносные горизонты и комплексы четвертичных образований и акчагыл-апшерона (свита рухсдзуар). Приоритетным использованием этих горизонтов и комплексов всегда являлось хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Республике Северная Осетия-Алания.

В настоящее время ПВ активно используются в производственных целях, в частности, для нужд многочисленных спиртопроизводящих заводов. При отсутствии на водоемких производствах рациональных схем водоснабжения, ими осуществляется неоправданно большая добыча пресных ПВ, ресурсы которых, несмотря ни на что, все-таки ограничены. Такая добыча, возможно, провоцирует подтягивание минеральных вод с больших глубин и в совокупности с другими факторами может влиять на изменение качества ПВ, которое уже имеет место в юго-восточной части бассейна и выражается в повышении жесткости и минерализации ПВ эксплуатируемого водоносного комплекса.

Результаты выполненных геолого-разведочных работ на площади геохимической аномалии (около 70 км<sup>2</sup>) позволяют, уже на настоящем этапе, предположить наличие связи между величиной водоотбора и качеством извлекаемых подземных вод.

На рассматриваемой площади пробурено не менее 50 водозаборных скважин, эксплуатирующих водоносный комплекс акчагыл-апшеронских отложений. Большинство скважин, особенно в ведение Управлений жилищно-коммунального хозяйства, функционирует в круглосуточном режиме с водоотбором 1000 и более м<sup>3</sup>/сутки.

При выполнении геологоразведочных работ на 11 водозаборных участках фактическая добыча, в основном, отмечалась на уровне лицензионных лимитов, что значительно выше официальной отчетности недропользователей.

В целом, на небольшом по площади участке из отложений свиты рухсдзуар, по приблизительным подсчетам, осуществляется водоотбор в количестве не менее 30-35 тыс. м<sup>3</sup>/сутки.

Из таблицы 1 следует, что в первом блоке, располагающемся севернее других и максимально приближенным к р. Терек отмечаются наименьшие показатели жесткости и минерализации ПВ. Водозаборы этих предприятий работают в прерывистом режиме, а из трех скважин ООО Пищекombинат «Михайловский» постоянно работает только одна скважина с суточной производительностью 900 м<sup>3</sup>.



**Сведения о разведанных участках**

№№ блока	Водозабор	Кол. скв.	Лицензионный лимит, м <sup>3</sup> /сутки	Минерализ. мг/дм <sup>3</sup>	Жесткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>
1	ИП Алборов	1	18	420	4,7
	ООО «Пищекombинат Михайловский»	3	738	387	4,4
	ООО «Михайловское»	1	166	530	6,5
2	ООО «Российская Слава»	2	2394	1049	12
	ООО «Престиж»	6	3038	892	11,6
3	Заводской водозабор ВМУП «Водоканал»	8	10000	830	11
	Участок «Северный»	8	6575	546-894	7-11
	ООО Агрофирма «ФАТ»	2	49	1470	18,2
	СКГМИ	1	600	730	9,8
	ОАО «Газоаппарат»	1	270	600	8,2
4	ОАО «Победит»	2	986	700	7-10
	Итого:		24834		

Водозаборы второго блока работают с максимальной загрузкой. Из восьми скважин практически постоянно работают семь с производительностью 900м<sup>3</sup>/сутки и на этом фоне жесткость и минерализация воды повышены.

В третьем блоке отмечаются наибольшие минерализация и жесткость. Выбивается из наметившейся тенденции зависимости качества воды от водоотбора одиночный водозабор ООО агрофирма «Фат». Автором ранее высказывались предположения относительно этой конкретной аномалии связанной, возможно, с расположением водозабора вниз по потоку ПВ относительно отвальных полей металлургических заводов.

В четвертом блоке водоотбор осуществляется в круглосуточном режиме и в полном объеме. Отвальные поля предприятия располагаются ниже по потоку относительно водозабора. Но, учитывая период их существования (более 100 лет), а также расположение водозабора в зоне интенсивного загрязнения воздушного бассейна продуктами сернокислого производства, не рассматривать возможное воздействие в совокупности этих факторов на ПВ нельзя.

**Выводы:**

На сегодняшнем этапе изучения возникшей гидрохимической аномалии в пределах Осетинского артезианского бассейна очевидно, что в качестве причин ее появления следует рассматривать соотношение природных и техногенных факторов, обуславливающих процесс миграции загрязните-

лей. Хотя, подтягивание, в результате интенсивной эксплуатации водозаборов, с больших глубин (600 и более м) минерализованных вод вряд ли следует относить к природному фактору, поскольку вовлечение этого фактора в процесс загрязнения водоносного комплекса, результат нерациональной эксплуатации недр.

Обозначенная проблема требует тщательного анализа, что возможно при наличие соответствующего мониторинга ПВ на действующих водозаборах, обеспечивающего получение достоверных результатов, позволяющих сделать объективные выводы относительно происходящего.

#### Литература

1. Пашенко В.И. Отчет о результатах гидрогеологических исследований на участке недр, предоставленном ООО агрофирма «Фат» (г. Владикавказ, РСО-Алания) с подсчетом эксплуатационных запасов подземных вод по состоянию на 10.07.2007 г. - Владикавказ, 2007. – 85 с.
2. Джгамадзе А.К., Пашенко А.А. Отчет о результатах разведки Заводского участка (г.Владикавказ) с подсчетом запасов подземных пресных вод по состоянию на 01.07.2010 г. – Владикавказ, 2010. – 117 с.
3. Джгамадзе А.К., Пашенко А.А. Отчет о результатах разведки участка подземных вод, эксплуатируемого ОАО «Победит» с подсчетом запасов по состоянию на 01.08.2010 г. – Владикавказ. 2010. – 91 с.
4. Трошак Л.А. Отчет о результатах проведения геоэкологической съемки М 1:200000 территории РСО-Алания за 1991-1999 гг. – Владикавказ. 2000. – 160 с.
5. Пашенко А.А., Джгамадзе А.К. Отчет о результатах разведки Южно-михайловского участка подземных вод, эксплуатируемого ООО «Российская слава», ООО Пищекombинат «Михайловский», ООО «Престиж», ООО «Михайловское» и ИП Алборовым, с подсчетом запасов по состоянию на 01.09.2011 г. – Владикавказ. 2011. – 236 с.
6. Питьева К.Е. Гидрогеохимия (формирование химического состава подземных вод), издательство Московского университета, 1978 г.

УДК 622.023

### **ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ ПЛАСТОВ НА СТРУКТУРУ И ВЫБРОСООПАСНЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕЙ**

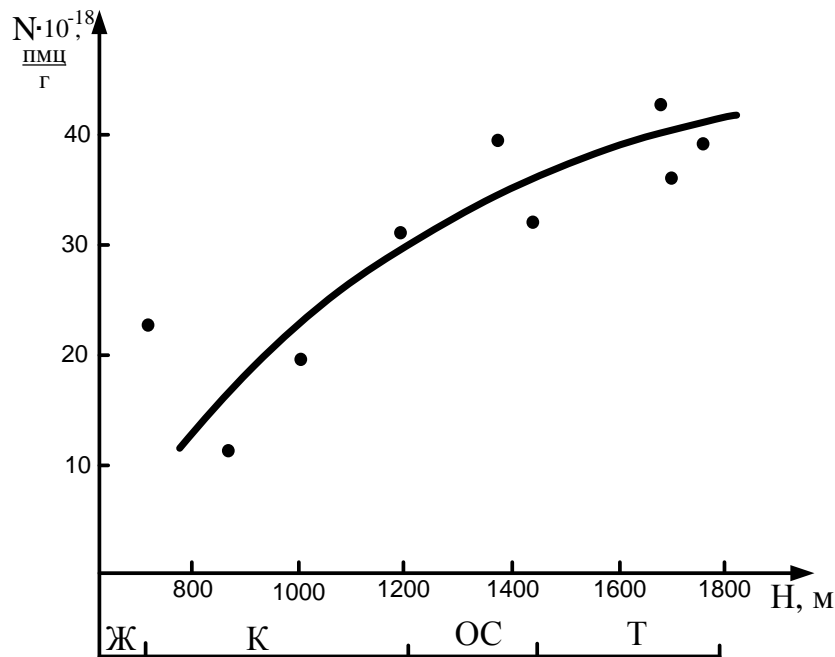
*Т.Ф. Пересунько, А.А. Радина, А.А. Подгорная, Е.О. Доценко, О.В. Яленко*  
Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Ранее проведенными исследованиями установлено, что одним из факторов, определяющих предрасположенность угольных пластов к проявлению выбросоопасности, является молекулярная структура углей. В качестве показателя, характеризующего такую зависимость, предложена концентрация парамагнитных центров (ПМЦ) в углях. Эта харак-

теристика является наиболее чувствительной при внешнем воздействии на структуру угля.

Авторами настоящей работы исследован характер изменения концентрации ПМЦ углей с увеличением глубины залегания шахтопластов. Было исследовано более 1,5 тысячи образцов углей из мест пересечения шахтопластов геологоразведочными скважинами на участках разведок более 20 шахт Донбасса.

Для исследования общих закономерностей изменения значений парамагнитных характеристик по стратиграфической глубине выбрана скважина Щ-1027 (рис. 1).



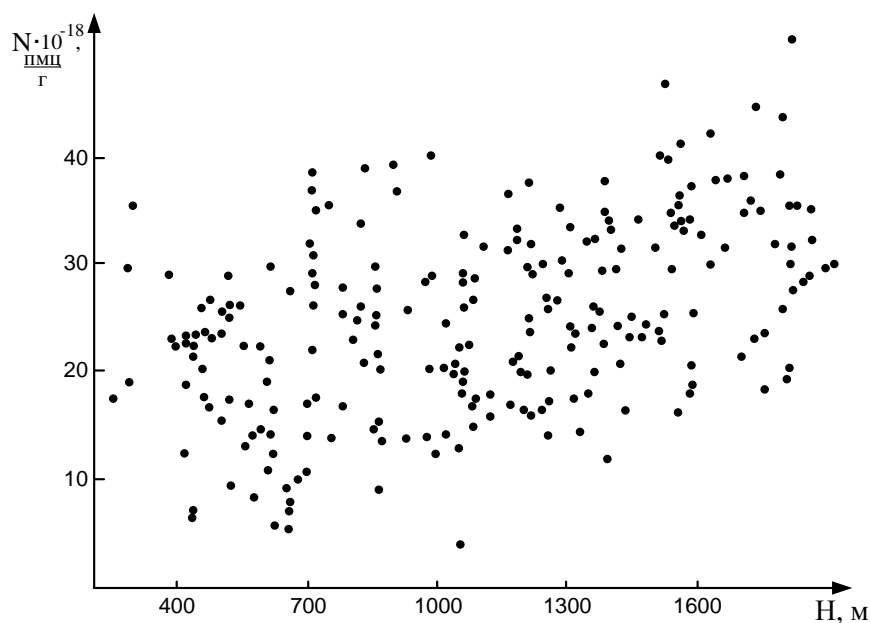
**Рис. 1.** Изменение концентрации парамагнитных центров в углях по стратиграфической глубине залегания пластов (скважина Щ-1027)

Установлено, что по мере увеличения глубины залегания пласта наблюдается закономерное (по правилу Хильта) изменение степени метаморфизма углей от марки К (глубины от 400 до 1200 м), ОС (глубины 1200–1400 м) до марки Т (глубины 1400–1800 м). С ростом глубины наблюдается также увеличение концентрации ПМЦ до средних значений для соответствующих марок углей.

Наряду с исследованием характера изменений концентрации ПМЦ по стратиграфической глубине скважины Щ-1027, проведен также анализ этого показателя для углей отдельных групп метаморфизма. Все исследованные пластопересечения разделены на четыре группы: I – угли марок ГЖ и Ж, II – угли марки К; III – угли марки ОС и IV – угли марки Т.

Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что концентрация парамагнитных центров углей марок ГЖ и Ж, ОС и Т не зависит от глубины залегания пластов. При этом остается постоянной и доля пластопересечений, где концентрация ПМЦ превышает критическое значение (для углей марки ГЖ и Ж – 64–65 %, марки ОС – 45–50%, марки Т – 25 %).

Другая зависимость наблюдается для шахтопересечений пластов углей марки К: с ростом глубины залегания угольных пластов концентрация ПМЦ устойчиво возрастает. Увеличивается также и число пластопересечений со значениями концентрации ПМЦ выше критической (от 50 % на глубинах до 800 м до 80 % на глубинах от 800 до 1700 м) (рис. 2)



**Рис. 2. Изменение концентрации парамагнитных центров в углях марки К по мере увеличения глубины залегания пластов**

Наблюдаемые различия в характере изменения парамагнитных характеристик углей различной степени метаморфизма с глубиной залегания пластов связаны с различиями в их молекулярном и надмолекулярном строении.

Высокой прочностью характеризуется также структура высокометаморфизованных углей.

Что касается углей средней стадии метаморфизма (марка К), то их структура характеризуется слабыми межмолекулярными связями из-за меньшего числа кислородных мостиков. Рост горного давления и температуры с увеличением глубины залегания пластов способствуют разрыву химических связей, в боковых алифатических группах, что подтверждается ростом концентрации парамагнитных центров. Неуклонный рост концен-

трации ПМЦ углей марки К с глубиной можно объяснить постепенным разрывом химических связей с разной энергией активации.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Изменение парамагнитных характеристик углей по стратиграфической глубине соответствует закономерности изменения их в ряду метаморфизма.

2. Концентрация парамагнитных центров в углях марки К с увеличением глубины залегания пластов растет, что связано с разрывом химических связей при деструкции боковых алифатических цепей и поворотом углеродных слоев под действием давления и температуры.

3. Выбросоопасность пластов углей марки К возрастает с увеличением глубины их залегания.

УДК 622.221.2

## **УМЕНЬШЕНИЕ НАРУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗЕЛЕНЧУКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИПСА**

*Н.А. Петров, В.Б. Раева*

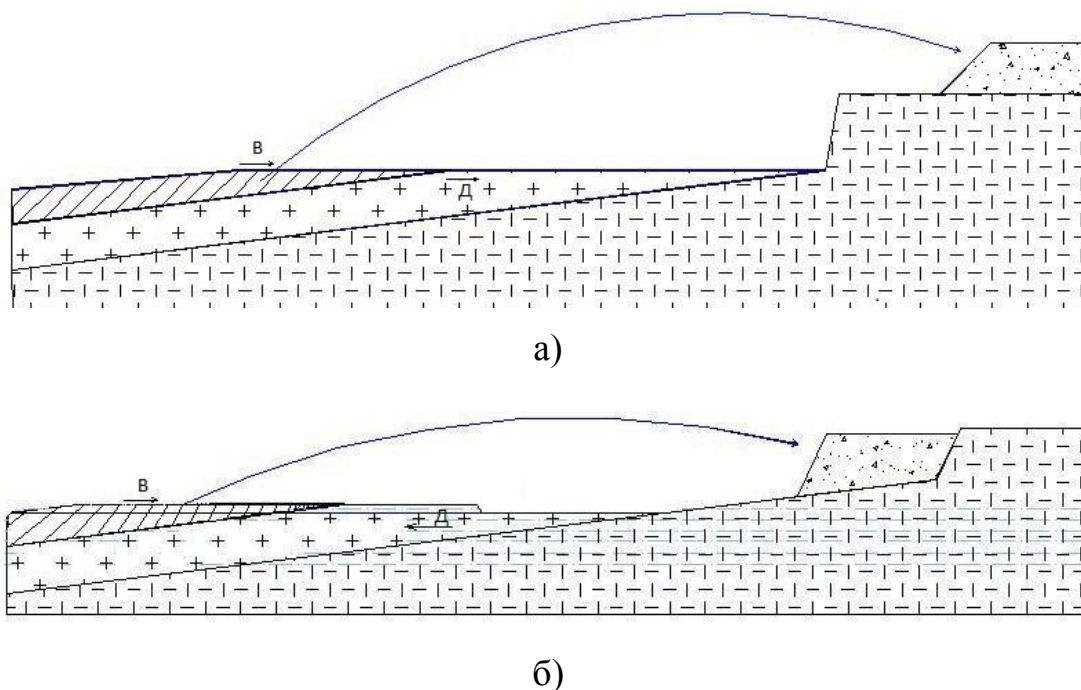
Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Зеленчукское месторождение гипса представляет собой пластообразную залежь пологого залегания мощностью 40...80 м. Залежь расположена параллельно земной поверхности. Угол наклона земной поверхности и залежи полезного ископаемого 5°...7°. Вскрышные породы состоят из глин мощностью от нескольких метров до 20...30 м и почвенно-растительного слоя мощностью от 0,3 до 2,0 м.

Большая мощность почвенно-растительного слоя, покрывающего месторождение и на прилегающих территориях, определяет высокую ценность этих площадей для сельскохозяйственного производства. Поэтому сокращение нарушаемых горными работами площадей является важной народнохозяйственной задачей.

Размещение отвалов вскрышных пород и отходов переработки гипса в выработанном пространстве карьера позволяет существенно сократить нарушаемые площади. Однако в период строительства карьера и освоения проектной мощности часть вскрыши на период до освобождения дна карьера от полезного ископаемого неизбежно требуется размещать за контуром карьера во внешнем отвале.

Традиционно применяемый порядок отработки таких месторождений осуществляется погоризонтно сверху вниз. Каждый отдельный горизонт отрабатывается от поверхности земли к техническим границам карьера (рис.1-а). Нами предлагается горизонты карьера, технические границы которых достигают подошвы залежи разрабатывать в следующем порядке. Полезное ископаемое отрабатывается в направлении от подошвы залежи к земной поверхности, а вскрыша от земной поверхности в сторону дна карьера (рис.1-б).



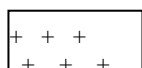
**Рис. 1. Варианты развития горных работ**

- а) Одностороннее развитие горных работ с размещением вскрыши на внешнем отвале. б) Одностороннее развитие горных работ с размещением вскрыши на внутреннем отвале**

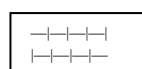
Условные обозначения:



- вскрыша;



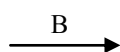
- полезное ископаемое;



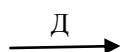
- вмещающие горные породы за контуром карьера;



- отвал;



- направление развития вскрышных работ;



- направление развития добычных работ.

Это позволит быстрее освободить дно карьера от полезного ископаемого для размещения вскрыши в выработанном пространстве карьера. Сравнение вариантов развития горных работ по распределению вскрыши во внешнем и внутреннем отвалах приведены в таблице.

Таблица

### Сравнение показателей вариантов разработки

Показатели	Значение показателей направлений отработки горизонтов	
	Односторонняя	Двухсторонняя
Внешний отвал:		
Объем, тыс. м <sup>3</sup>	8850,4	7610,5
Площадь, тыс. м <sup>2</sup>	295,0	253,7
Внутренний отвал:		
Объем, тыс. м <sup>3</sup>	3183,5	4423,4
Площадь тыс. м <sup>2</sup>	159,2	159,2

Таким образом отработка рабочих горизонтов карьера с двух сторон позволит сократить площадь внешнего отвала на  $295,0 - 253,4 = 41,3$  тыс.м<sup>2</sup> или 4,13 га.

УДК 612.7

## К ВОПРОСУ ОБОГАЩЕНИЯ МЕЛКИХ КЛАССОВ УГЛЯ

*А.Н. Петухов, В.Ю. Каратунов*

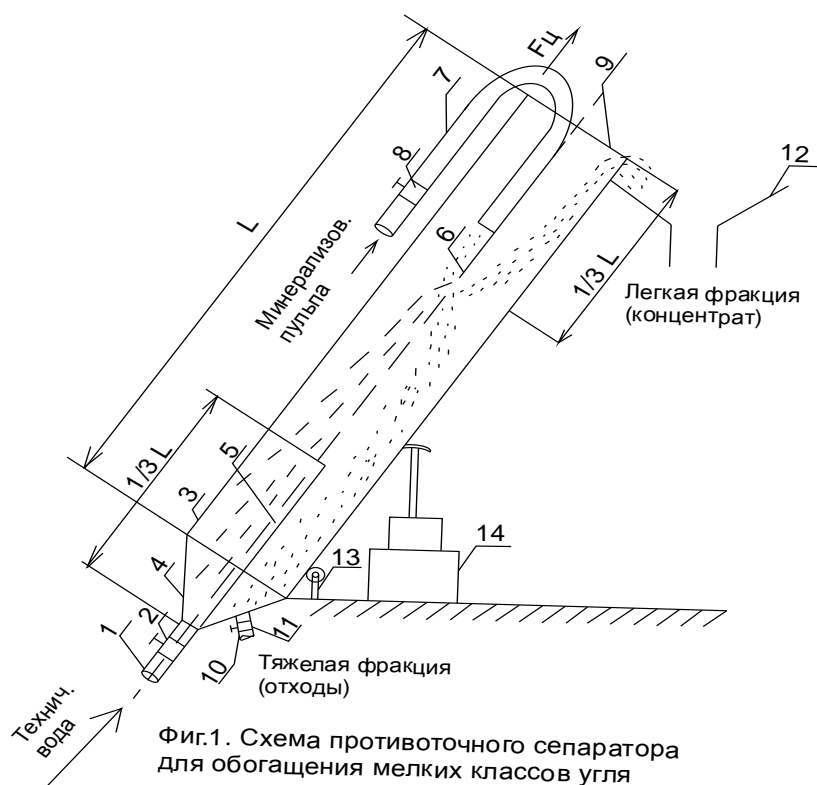
Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

С развитием механизации добычи угля в шахтах и в открытых карьерах резко увеличивается содержание мелких классов в исходной горной массе угля, подаваемой на обогащение. На большинстве угледобывающих предприятий, содержание класса 0 - 3 мм в рядовом угле достигает до 30 - 40 % [1].

Обогащение крупных классов угля (крупнее 3 мм) не составляет никаких технических проблем и успешно обогащаются в тяжелосредних сепараторах и отсадочных машинах. А обогащение мелких классов угля крупностью менее 3 мм (особенно класса 0 – 1 мм) является технически сложным и дорогостоящим процессом. Наиболее эффективным и высокопроизводительным способом обогащения угля класса 0 – 1 мм является флотация. Но флотация – самый дорогой способ обогащения угля. Так, по сравнению с обогащением угля в отсадочных машинах, флота-

ция дороже в 5-6 раз [2], что значительно увеличивает себестоимость товарной продукции.

Одним из способов решения этой проблемы является разработка «Противоточного сепаратора для обогащения мелких классов угля (0-3 мм)» на кафедре «Разработка пластовых месторождений» Шахтинского института в содружестве со специалистами ОАО «ЦОФ «Гуковская».



Фиг.1. Схема противоточного сепаратора для обогащения мелких классов угля

Предлагаемый противоточный сепаратор для обогащения класса 0-3 мм (чертеж, фиг. 1) состоит из трубопровода подачи технической воды 1 с регулировочной задвижкой 2, обогатительной трубы круглого сечения 3, нижней части обогатительной трубы 4, выполненной в виде усеченного конуса, нижней разделительной полки 6, загрузочного трубопровода подачи исходной минерализованной пульпы 7 с регулировочной задвижкой 8, имеющего после задвижки 8 сечение равнобедренного треугольника, верхнего конца обогатительной трубы, открытого с разгрузочной частью 9, трубопровода выгрузки тяжелой фракции 10 с регулировочной задвижкой 11, желоба выгрузки легкой фракции 12, шарнирной опоры 13 и домкрата 14.

Предлагаемый противоточный сепаратор работает следующим образом. Обогащаемый уголь в виде минерализованной пульпы с содержанием твердого около 500 г/л подается по загрузочному трубопроводу 7 под давлением 0,1 – 0,2 атм. Во внутрь обогатительной трубы 3 через её верхний конец, непосредственно на верхнюю разделительную полку 6. Эта полка



установлена согласно с центральной продольной осью обогатительной трубы 3 и делит её на две равные части по высоте.

Навстречу потоку минерализованной пульпы снизу во внутрь обогатительной трубы 3 через трубопровод 1 подается техническая вода под давлением 1 - 1,5 атм. Техническая вода подается на нижнюю разделительную полку 5, её количество и скорость регулируется задвижкой 2. Поскольку давление технической воды больше давления минерализованной пульпы примерно в 5 раз (при одинаковых сечениях трубопроводов), то скорость потока технической воды будет примерно в 5 раз выше скорости потока минерализованной пульпы.

Это обеспечивает проход потока технической воды сквозь поток минерализованной пульпы, в процессе которого происходит разрыхление и вымывание (отделение) из потока минерализованной пульпы наиболее легких угольных частиц. В результате чего, происходит разделение исходного материала по плотностям, что и составляет сущность процесса обогащения.

Поскольку легкие частицы имеют конечную скорость падения в несколько раз меньшую, чем скорость падения тяжелых частиц, то они восходящими потоками технической воды транспортируются вверх по наклонной обогатительной трубе 3 и, пройдя путь под верхней разделительной полкой 6, выгружаются с потоками воды через открытый верхний конец обогатительной трубы 3 в желоб выгрузки легкой фракции 12. Тяжелые частицы имеют большую конечную скорость падения, поэтому они преодолевают силу восходящего потока технической воды и опускаются вниз по обогатительной трубе в пространство под нижней разделительной полкой 5. Далее тяжелые частицы поступают в коническую часть 4 обогатительной трубы 3 и оттуда выгружаются через трубопровод выгрузки тяжелой фракции 10. Количество выгрузки тяжелой фракции регулируется задвижкой 11.

По сравнению, с применяемыми в настоящее время на обогатительных фабриках, спиральными сепараторами, гидросайзерами TBS, флотомашинами предлагаемый противоточный сепаратор для обогащения мелких классов угля имеет ряд преимуществ:

1. Простота устройства сепаратора;
2. Низкая коммерческая стоимость (согласно калькуляции деталей, стоимость сепаратора составляет около 250 тыс. рублей). Для сравнения, спиральный сепаратор имеет стоимость 2,5 млн. рублей, гидросайзер TBS – 5 млн. рублей; флотомашина – 3 млн. рублей.
3. Простота регулирования технологических параметров;
4. Низкие эксплуатационные расходы.

Наличие указанных достоинств предлагаемого сепаратора при внедрении его в производство, позволит значительно упростить технологическую схему обогащения углей, значительно снизить эксплуатационные расходы на процесс обогащения угля, решить проблему сбыта высокозольных шламов на фабриках обогащающих энергетические угли, что, в конечном итоге, позволит углеобогатительным фабрикам работать с более высоким экономическим эффектом.

#### Литература

1. Техника и технология обогащения углей. Справочное руководство под редакцией В.А. Чантурия и А.Р. Молявко. – М.: Недра, 1995.
2. Шохин В.Н., Лопатин А.Г. Гравитационные методы обогащения. – М., 1980.
3. Кирнарский А.С. К вопросу эффективной работы гидросайзеров.: Изд. НГАУ. – Днепропетровск, 2011.

УДК. 622.25.(06)

## **СОВРЕМЕННЫЕ МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ГЛУБОКИХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ**

*М.С. Плешко, А.А. Галенко*

Шахтинский институт (филиал)

Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)

В начале XXI века Россия и страны СНГ вступили в новый период развития горнодобывающей промышленности, который характеризуется большим объемом строительства глубоких и сверхглубоких вертикальных стволов, которое осуществляют как отечественные, так и зарубежные компании. Сравнительный анализ уровня развития их техники и технологии представляет значительный интерес, особенно учитывая, что они развивались практически независимо друг от друга.

Наибольшее число контрактов на строительство стволов в России в настоящее время имеют фирмы «Thyssen Schachtbau» GmbH (Германия) и ОАО «Ростовшахтострой» (Россия).

Применяемые технологии строительства стволов компанией «Thyssen Schachtbau» приведены на рис. 1. Основной объем строительства приходится на буровзрывной способ проходки, однако достаточно большую долю занимает проходка стволов бурением и механизированными комплексами (бесштанговая технология).



**Рис. 1. Применяемые технологии строительства вертикальных стволов компанией «Thyssen Schachtbau»**

Буровзрывная технология проходки немецкой компанией осуществляется в рамках параллельной технологической схемы, предусматривающей возведением бетонной или другой крепи с проходческого полка с отставанием от забоя до 20 м и более. Из забоя ствола возводится анкерная крепь с сеткой, набрызгбетонная или комбинированная крепь.

Механизация работ в целом аналогична отечественной. Применяются грейферные грузчики для уборки породы, бурильные установки фирмы «Deilmann-Haniel Mining Systems» по конструкции сходны с СМБУ. Ограниченное применение находят и ковшовые погрузочные машины.

Компанией ОАО «Ростовшахтострой» проходка ведется по хорошо известной совмещенной технологической схеме. Она вполне конкурентоспособна по сравнению с параллельной схемой, так в 90 - 2000-х годах бы-

ли достигнуты высокие скорости проходки стволов: для угольной отрасли - 211,7 м/мес., для горнорудной промышленности - 233,7 м/мес.

В то же время можно выделить ряд недостатков совмещенной схемы по сравнению с параллельной: более низкие средние скорости проходки вследствие практически последовательного выполнения работ; невысокое качество крепи, обусловленное необходимостью спуска бетона по трубопроводам; наличие «холодных» швов между заходками, существенно снижающих водонепроницаемость крепи; более сложный режим работы постоянной крепи, вследствие воздействия взрывных работ и интенсивных деформаций породного массива.

Помимо технологических аспектов высокое качество крепи компанией «Thyssen Schachtbau» достигается применением эффективных составов бетонной смеси и тщательным контролем качества крепления.

В России до сих пор основным материалом крепи является низкопрочный бетон классов В15 - В20, при этом качество крепления оставляет желать лучшего. Так исследование фактической прочности бетона крепи, выполненное учеными ШИ(ф) ЮРГТУ(НПИ) в одном из строящихся вертикальных стволов показало, что она значительно ниже проектной. Среднее отклонение составило 29%. В зонах «холодных» швов наблюдалась еще большее снижение прочности бетона, составившее в среднем 38%, а по отношению к центральной зоне прочность бетона в зоне шва меньше в среднем на 12%.

С целью ликвидации выявленного отставания учеными ШИ(ф)ЮРГТУ(НПИ) совместно с НТЦ «Наука и практика» и ОАО «Ростовшахтострой» выполнен ряд исследований и разработок:

– разработан алгоритм проектирования крепи, в том числе при применении параллельной схемы проходки, предусматривающий возможность оперативной корректировки параметров крепи на основе данных инженерно-геологического мониторинга в процессе проходки ствола;

– обоснованы эффективные составы бетонов крепи стволов для различных условий применения с включением современных добавок и компонентов: модификаторов, суперпластификаторов, фибры, которые учитывают особенности режима работы крепи;

– разработана методика определения параметров упрочняющей анкерной крепи при параллельной схеме проходки на основе комплекса теоретических и экспериментальных исследований;

– усовершенствованы параллельные технологические схемы строительства стволов [1].

Практическим выходом данных разработок стал проект строительства северного вентиляционного ствола № 2 ОАО «Гайский ГОК» по параллельной схеме, принятый к реализации ОАО «Ростовшахтострой». Выполненное технико-экономическое сравнение показало, что переход на параллельную схему проходки позволяет за счет снижения сроков строительства обеспечить экономический эффект в размере 50 тыс. руб. на 1 м протяженности ствола.

Сравнительный анализ опыта проходки стволов без использования буровзрывных работ показывает, что если возможности применения способа проходки стволов бурением у зарубежных и отечественных фирм практически одинаковые, то строительство стволов механизированными комплексами Российскими шахтостроительными компаниями не осуществляется.

Между тем специалисты компании «Thyssen Schachtbau» считают, что именно за этой технологией будущее, так как максимальная скорость проходки стволов буровзрывным способом, как правило, ограничивается 4 - 5 м/сут., что недостаточно при строительстве сверхглубоких стволов, а способ бурения наиболее эффективен при сооружении вертикальных выработок небольшого диаметра малой и средней глубины [2].

Для проходки сплошным забоем стволов диаметром от 5 до 11 м и глубиной порядка 3000 м компаниями «Thyssen Schachtbau» и «Herrenknecht» разрабатываются механизированные комплексы с гидropодъемом породы. Организация работ предусматривает одновременное разрушение пород, установку крепи и армирование шахтного ствола. Данные решения позволяют сократить сроки строительства стволов на 25 - 30%.

Таким образом, в краткосрочной перспективе за счет эффективного взаимодействия научно-образовательных, проектно-исследовательских и шахтостроительных организаций можно обеспечить эффективность строительства вертикальных стволов на мировом уровне. В то же время в среднесрочной перспективе с развитием зарубежными компаниями механизированных способов проходки, дальнейшего роста доли строительства глубоких и сверхглубоких стволов отечественным компаниям будет все труднее конкурировать с ведущими западными фирмами.

#### Литература

1. Плешко М.С., Меренкова Н.В. Определение параметров анкерной крепи стволов при параллельной схеме проходки. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – №10. – С. 325-328.
2. Петер Ш., Кюнстле Б., Хандке Н., Бергер Э. Модернизация и перспективы технологии механизированной проходки шахтных стволов. // Глюкауф. – 2007 – № 1(2). – С. 20-30.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ ИМ. КРАСИНА

*Ю.В. Посыльный, А.А. Алмазов, А.А. Рускол, А.А. Мамонов, К.В. Фарафонова*  
Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Выемка полезного ископаемого из недр земли осложняется необходимостью охраны расположенными на поверхности зданиями и сооружениями. Затраты на охрану поверхностных объектов находятся в зависимости от величин деформаций земной поверхности. В случае невозможности сохранить объект, под ним оставляется предохранительный целик угля, что сопровождается потерями запасов угля в недрах.

Расчет деформаций земной поверхности выполняется по следующим формулам:

а) наклоны  $i = \frac{\eta_m}{L} S'(z)$ ;

б) кривизна  $K = \frac{\eta_m}{L^2} S''(z)$ ;

в) горизонтальные деформации в полумульде по падению  $\varepsilon = 0,5a_0 \frac{\eta_m}{L_1} [S'''(z) + 2BS'(z)]$ , в полумульде по восстанию,  $\varepsilon = 0,5a_0 \frac{\eta_m}{L_2} [S'''(z) - 2BS'(z)]$ .

где  $\eta_m$  и  $L$  – максимальное оседание и длина полумульды сдвижения соответственно;  $S'(z), S''(z)$  – ординаты типовых кривых оседаний, наклонов, и кривизны соответственно.

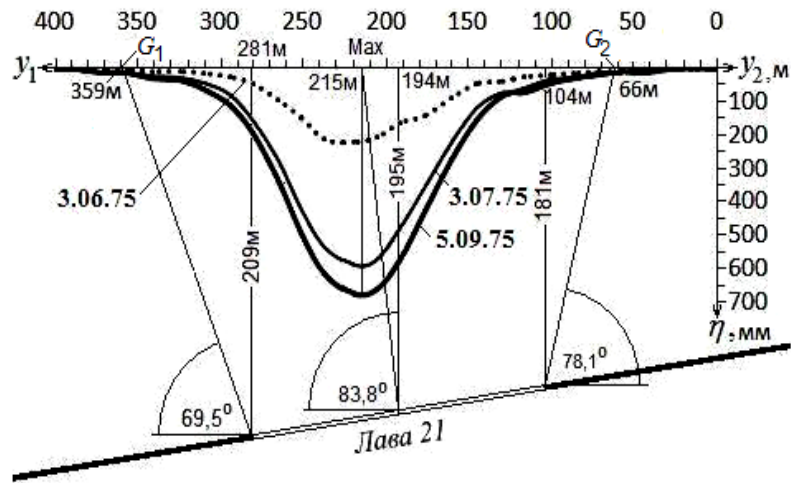
Значение коэффициента  $B$  определяется по формуле:

$$B = \frac{1}{a_0} \left( \operatorname{tg} \alpha - \frac{h + h_m}{H} \right) \geq 0,$$

где  $a_0$  – относительное максимальное горизонтальное сдвижение (для углей марок А и ПА  $a_0 = 0,3$ );  $\alpha$  – угол падения пласта;  $H$  – средняя глубина разработки;  $h$  – мощность наносов;  $h_m$  – мощность горизонтально залегающих ( $\alpha \leq 5^\circ$ ) мезозойских отложений

В приведенных выше формулах присутствует длина полумульды  $L$ . От точности этого параметра зависят величины деформаций земной поверхности. Длина полумульды определяется как расстояние от точки максимального оседания до граничной точки. Максимум оседаний наиболее ярко выражен на кривой и поэтому определяется более точно по сравнению с граничной точкой мульды. Граничная точка мульды определяется по граничным углам сдвижения.

На рис. 1 показаны измеренные оседания земной поверхности на станции № 21 шахты им. Красина. Точка максимального оседания обозначена как Max.



**Рис. 1. Угловые параметры процесса сдвижения земной поверхности над лавой № 21, полученные по критерию оседание 15 мм**

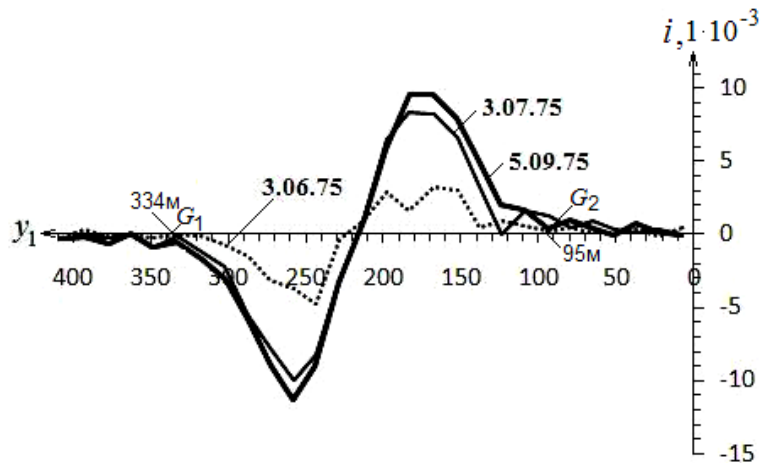
На кривой оседаний на конечную дату измерений установлены точки с оседанием 15 мм: в полумульде по падению пласта  $G_1$  в полумульде по восстанию –  $G_2$ . Вычислим граничные углы сдвижения:

– со стороны падения пласта  $\beta_{он} = \arctg \frac{209}{359 - 281} = 69,5^\circ$ ;

– со стороны восстания пласта  $\gamma_{он} = \arctg \frac{181}{104 - 66} = 78,1^\circ$ .

Угол максимального оседания составит  $\theta = \arctg \frac{195}{215 - 194} = 83,8^\circ$ .

На рис. 2 представлены фактические кривые наклонов.



**Рис.2. Фактические кривые наклонов земной поверхности**

Установим граничные углы сдвижения по критерию наклон  $0,5 \cdot 10^{-3}$ . Абсциссы точек с наклоном  $0,5 \cdot 10^{-3}$  в полумульдах по восстанию ( $G_2$ ) и падению ( $G_1$ ) пласта соответственно составляют 95 м и 334 м. Отсюда граничные углы будут равны

$$\gamma_{oi} = \arctg \frac{181}{104 - 95} = 87,2^\circ \quad \beta_{oi} = \arctg \frac{209}{334 - 281} = 75,8^\circ.$$

Анализ показывает, что граничные углы по падению пласта отличаются на  $6,3^\circ$ , а граничные углы по восстанию пласта – на  $9,1^\circ$ .

На рис. 3 представлены фактические кривые кривизны.

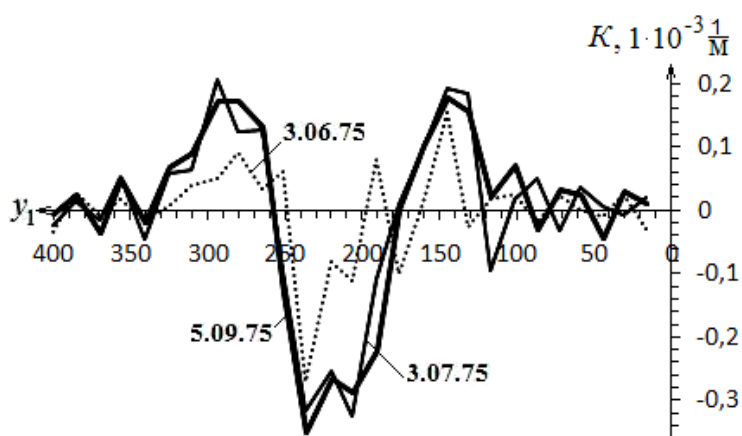


Рис. 3. Кривые кривизны земной поверхности

На рис. 3 видно, что величины максимальной кривизны на предпоследнюю дату наблюдений превышают кривизну на последнюю дату наблюдений. При формировании мульды сдвижения деформации на последующую дату наблюдений всегда больше сдвижений и деформаций на предыдущую дату.

Установим расхождения в величинах оседаний, наклонов и кривизны на последнюю и предпоследнюю даты наблюдений. Результаты представим графически на рис.4,5 и 6.

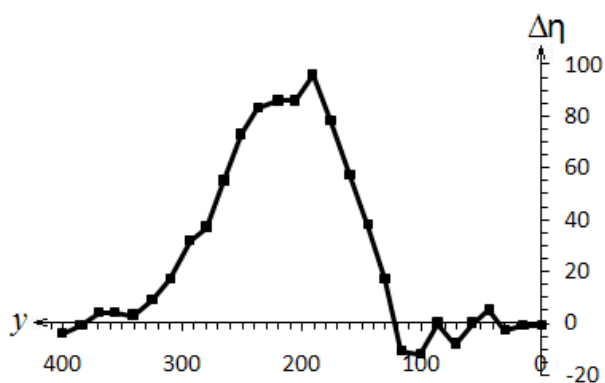


Рис. 4. Разности оседаний на предыдущую и последующие даты наблюдений

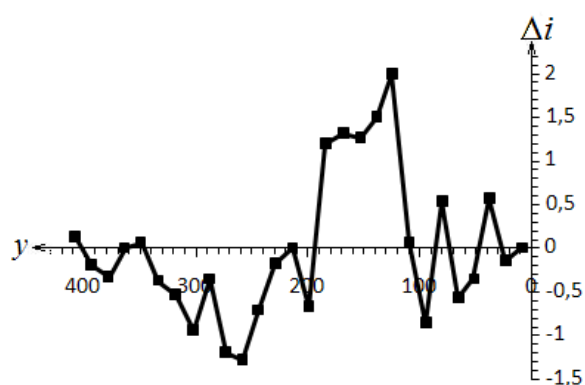
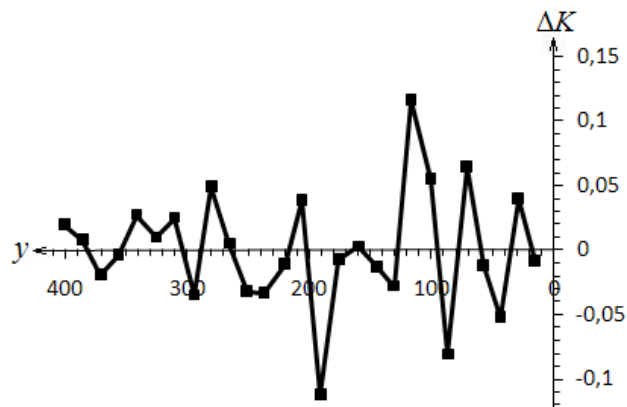


Рис. 5. Разности наклонов на предыдущую и последующие даты наблюдений





**Рис. 6. Разности кривизны на предыдущую и последующие даты наблюдений**

На рис. 4–6 положительные отклонения означают тенденцию к увеличению сдвижений и деформаций, отрицательные – к их уменьшению. Отрицательные отклонения показывают, что на предыдущем этапе процесса сдвижения могут возникать деформации, которые больше деформаций на последующем этапе. Этот факт установлен нами впервые, и его необходимо учитывать в расчетах сдвижений и деформаций земной поверхности.

Таким образом, к особенностям процесса сдвижения земной поверхности в условиях шахты им. Красина следует отнести:

- несоответствие граничных углов, полученных с использованием разных критериев процесса сдвижения, что приводит к разным длинам полумульд сдвижения, а это, в конечном счете, оказывает влияние на величины деформаций земной поверхности;

- уменьшение деформаций земной поверхности при формировании мульды сдвижения, заключающееся в том, что величины деформаций на предыдущую дату измерений больше деформаций на последующую дату.

УДК 622.833/.838

## **ГРАНИЧНЫЕ УГЛЫ СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В УСЛОВИЯХ ШАХТИНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЙОНА**

*Ю.В. Посыльный*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Граничные углы сдвижения являются важным угловым параметром процесса сдвижения земной поверхности над горными выработками

угольных шахт. От граничных углов зависит длина полумульды сдвижения и рассчитываемые деформации. Данные наблюдений за сдвижением земной поверхности в Шахтинском угольном районе позволяют провести анализ граничных углов сдвижения [1].

Расчетные граничные углы сдвижения по правилам охраны 1998 г. определяются по следующим формулам [2]:

$$\beta_o = 75^\circ - 0,8\alpha, \gamma_o = 75^\circ + 0,2\alpha < 80^\circ; \delta_o = 75^\circ$$

В подработанной толще граничные углы уменьшаются на  $5^\circ$ .

Наши данные получены в условиях подработанной толщи пород. Тогда граничные углы принимают такие выражения

$$\beta_o = 70^\circ - 0,8\alpha, \gamma_o = 70^\circ + 0,2\alpha < 75^\circ; \delta_o = 70^\circ.$$

Построим зависимость граничного угла  $\beta_o$  от угла  $\alpha$  и представим ее на рис 1.

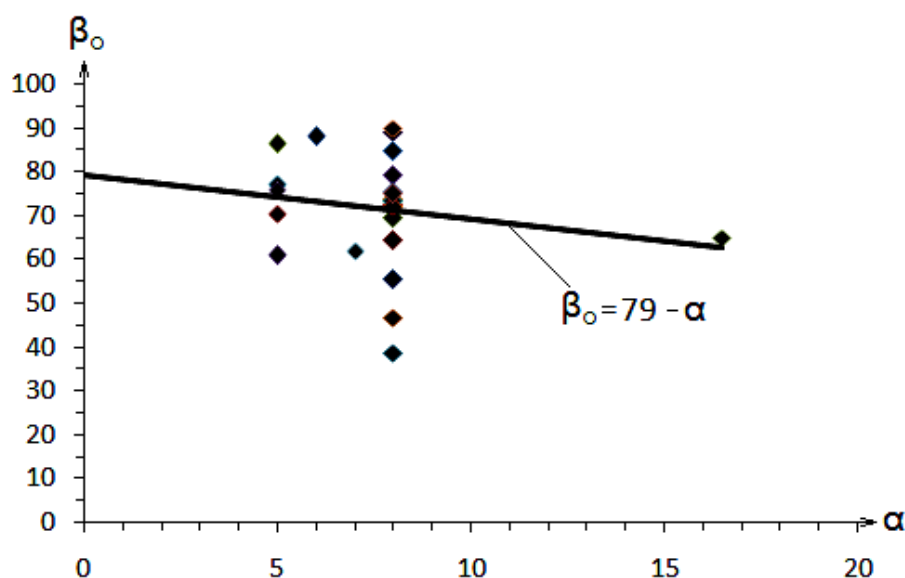


Рис. 3. Зависимость фактических граничных углов  $\beta_o$  от угла падения пласта  $\alpha$

Рис. 1 показывает, что фактические граничные углы не соответствуют расчетным граничным углам.

Построим зависимость граничного угла  $\gamma_o$  от угла  $\alpha$  и представим ее на рис. 2.

Полученная нами на рис.2 формула отличается от формулы правил охраны коэффициентом при угле падения пласта  $\alpha$ .

Построим зависимость граничного угла  $\delta_o$  от угла  $\alpha$  и представим ее на рис. 3.

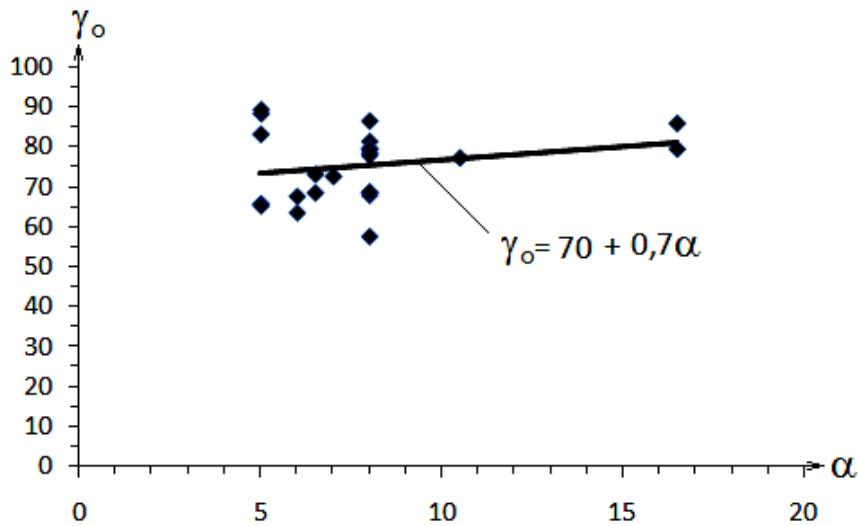


Рис. 2. Зависимость фактических граничных углов  $\gamma_0$  от угла падения пласта  $\alpha$

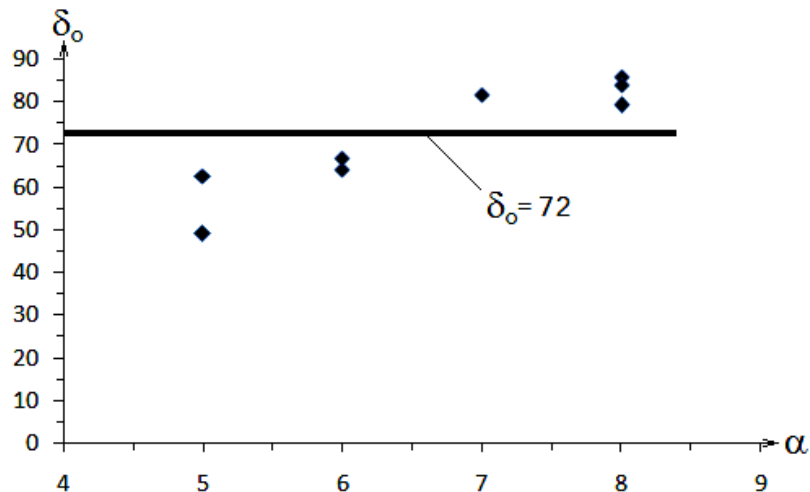


Рис. 3. Зависимость фактических граничных углов  $\delta_0$  падения пласта

Рис. 3 указывает на существование зависимости фактического граничного угла  $\delta_0$  от угла  $\alpha$ , однако из-за малого количества экспериментальных данных и небольшого размаха варьирования углов  $\alpha$  найдем среднее значение угла  $\delta_0$ , которое составляет  $72^\circ$ . Это значение отличается от значения правил охраны на два градуса, что указывает на хорошую сходимость углов  $\delta_0$ .

Таким образом, на основании проведенных нами исследований можно заключить, что фактические граничные углы сдвижения практически не соответствуют граничным углам, рекомендуемым правилами охраны сооружений. Поэтому требуются дальнейшие исследования по установлению

надежных аналитических зависимостей граничных углов от влияющих факторов.

#### Литература

1. Обоснование параметров сдвижения земной поверхности при ее многократной подработке в условиях подземной разработки угольных пластов: Дисс. раб. на соис. уч. степ. канд. техн. наук: 25.00.16 – Защищена 3.03.04; Утв.– М., 2004. – 171 с.
2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. – СПб., 1998. – 291 с.

УДК 622.271.53

### **ПОТЕРИ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО В ПОДОШВЕ ЗАЛЕЖИ ПРИ ЗЕМСНАРЯДНОЙ ОТРАБОТКЕ**

*В.Б. Раева, А.И. Склянова*

Южно-Российский государственный университет» (НПИ), г. Новочеркасск

Нормы технологического проектирования [1] определяют потери полезного ископаемого в подошве залежи в виде недобора. Недобор оставляется с целью исключения разработки землесосным снарядом подстилающей непродуктивной толщи. Величина недобора определена в зависимости от производительности грунтового насоса по воде.

Такое определение величины потерь в подошве залежи представляется нам весьма упрощенным и требует уточнения. Как показывает практика на величину потерь в подошве залежи кроме производительности грунтового насоса по воде значительное влияние оказывают физико-механические свойства грунта, высота уступа и конструктивное исполнение папильонажного устройства земснаряда.

По нашему мнению потери в подошве залежи следует разделить на недобор и просор. Недобор – это часть потерь полезного ископаемого в подошве залежи, образующаяся в межшаговых целиках при переносе грунтозаборного устройства. Просор – это потери в подошве уступа, связанные с обрушением откоса, сопровождающимся уносом частиц грунта из зоны всасывания грунтозаборного устройства в выработанное пространство. Схематично эти потери показаны на рис. 1.

Значение недобора, определенное как мощность слоя потерянного грунта, равномерно распределенного по подошве уступа, определено в учебном пособии [2] в зависимости от физико-механических свойств разрабатываемого грунта и способа папильонирования. При свайно-тросовом

папильонировании земснаряда на двух сваях с неподвижными направляющими величина недобора составит:

$$H = 0,167BaR^{-1}tg\alpha, м,$$

где  $B$  – ширина заходки земснаряда, м;  $a$  – расстояние между сваями, м;  $R$  – радиус поворота земснаряда вокруг сваи, м;  $\alpha$  – угол откоса подводного забоя.

При свайно-тросовом папильонировании с напорным или роторным свайным ходом значение недобора составит:

$$H = 0,25 A tg \alpha, м;$$

где  $A$  – величина шага по оси заходки, м.

Для земснаряда с тросовым папильонированием при выемке отдельными воронками значение недобора составит:

$$H = 0,385 A tg \alpha, м;$$

здесь  $A$  – шаг переноса грунтозаборного устройства, м.

Величина просора зависит от физико-механических свойств разрабатываемого грунта, высоты разрабатываемого уступа,  $h_y$ , и шага переноса грунтозаборного устройства,  $A$ . Физико-механические свойства грунта выражены значениями рабочего угла откоса уступа,  $\alpha$ , и угла естественного откоса  $\varphi$  сыпучего грунта.

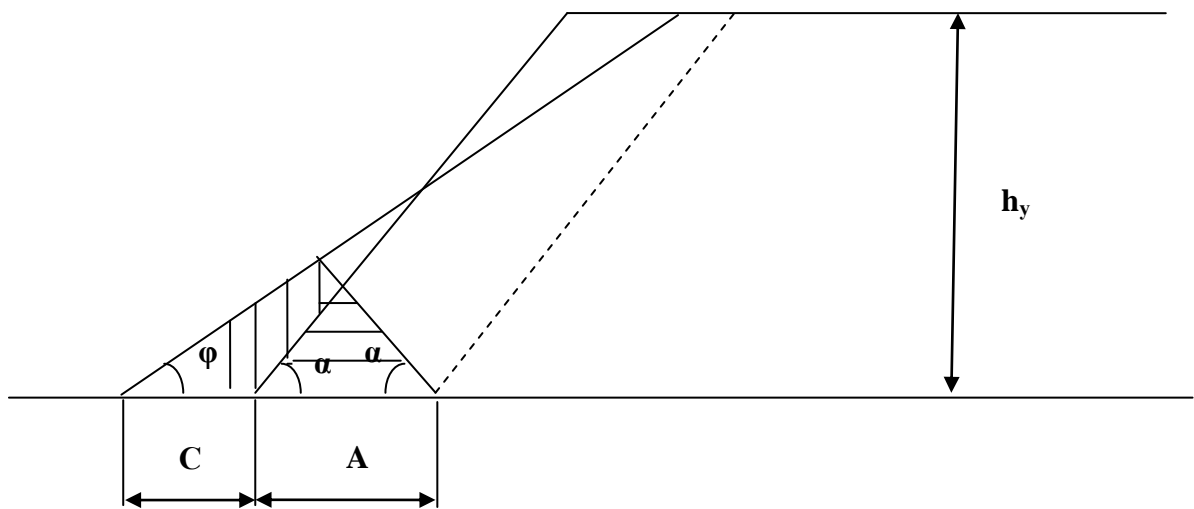


Рис. 1. Схема к определению потерь в подошве залежи



По схеме, приведенной на рис. 1 площадь сечения просора:

$$S = 0,5(C + A)^2 (tg\alpha + tg\varphi) - 0,25A^2 tg\alpha, м^2;$$

где  $A$  – шаг переноса грунтозаборного устройства, м;  $C$  – ширина осыпи у нижней бровки откоса, м;

$$C = 0,5h_y(ctg\varphi - ctg\alpha), м,$$

где  $h_y$  – высота разрабатываемого уступа, м.

Значение просора, определенное как мощность слоя грунта на подошве уступа:

$$\Pi = S/A = 0,5(C/A + 1)^2 (tg\alpha + tg\varphi) - 0,25A tg\alpha, м.$$

Общая мощность слоя потерь на подошве уступа составит

$$P = H + \Pi, м.$$

Для использования предлагаемой методики расчета потерь на подошве уступа необходимо предварительно определить значения углов откоса рабочего и обрушенного уступов. При разработке земснарядом связных грунтов просора практически не образуется.

#### Литература

1. Нормы технологического проектирования предприятий промышленности нерудных строительных материалов. Л., Стройиздат, Ленинградское отд-ние, 1985.
2. Петров Н.А. Технологические параметры разработки грунтов земснарядами: Учеб. пособие / Новочерк. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: НГТУ, 1994.

УДК 62-83:504

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ СОВРЕМЕННЫХ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ НА РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

*Г.Я. Пятибратов, А.А. Крикунов, С.И. Орлов*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Важным фактором повышения эффективности работы карьерных экскаваторов, является совершенствование систем их электроприводов (ЭП) благодаря применению полупроводниковых преобразователей. Мировой опыт показывает, что в этом направлении наибольших успехов достигли фирмы США. Фирма «Нарнишфегер» («Harnishfeger») со середины 1970-х годов выпускает карьерные экскаваторы с тиристорными электропривода-

ми постоянного тока главных механизмов, реализованных по системе ТП-Д, фирма «Бюсайрус» («Bysyrus») с 1980 г. применяет на экскаваторах частотно-регулируемые приводы вначале с системой АИТ-АД, а в последнее время с использованием системы АИН (ШИМ)-АД.

В России в середине 1970-х годов НПО «Энергоцветмет» была выполнена работа по модернизации главных ЭП карьерных экскаваторов типа ЭКГ-4,6Б и ЭКГ-8И с заменой электромашинных преобразователей тиристорными. В начале 1980-х годов ПО «Уралмаш» применил систему ТП-Д на карьерных экскаваторах ЭКГ-20 и ЭКГ-20А, эксплуатация которых происходила в суровых климатических условиях Нерюнгринского угольного разреза и на угольном разрезе «Междуреченский» компании «Южный Кузбасс».

В настоящее время в России ведутся работы по оснащению экскаваторов типа ЭКГ-5 и ЭКГ-10 электроприводами, реализованными по системе ТП-Д с использованием тиристорных комплектных устройств выпускаемых АО «Рудоавтоматика» (г. Железногорск, Курской области), компанией «Объединённая энергия» (г. Москва), и ООО «КРУШ» (г. Новосибирск).

Выполненные работе [1] исследования показали, что при достаточном быстродействии электропривода (ЭП) на него можно возложить дополнительную функцию – управление динамическими нагрузками механизмов экскаваторов с применением прямых методов измерения фактических значений моментов или усилий механических передач. Предлагаемая система управления динамическими нагрузками (СУДН) в механических передачах экскаваторов при резком возрастании усилий препятствует возрастанию момента электродвигателя, ограничивает его значения и при необходимости переводит ЭП в режим рекуперативного торможения.

В связи с применения в последнее время на карьерных экскаваторах быстродействующих систем ЭП представляет интерес оценить возможности реализации и результаты экспериментальных исследований СУДН на карьерных экскаваторах оснащённых тиристорными ЭП [2,3]. Анализ показал, что для создания СУДН копающих механизмов экскаваторов необходимо:

- определить необходимое быстродействие СУДН и требуемые энергетические возможности ЭП;
- разработать структуру и рекомендации по оптимизации параметров регуляторов системы управления ЭП;
- создать высоконадёжные измерители крутящего момента;
- реализовать СУДН и оценить эффективность их внедрения на действующих экскаваторах.

Экспериментальные исследования по оценке эффективности внедрения СУДН выполненные на экскаваторе ЭКГ-4,6Б оснащенным силовым тиристорным электроприводом постоянного тока показали, что низкочастотная составляющая резонансных колебаний усилий механизма напора имеет частоты от 0,8 до 2,3 Гц, [3]. Эти исследования подтвердили, что быстроедействие тиристорного ЭП и динамические свойства современных измерителей крутящего момента на валах экскаваторов достаточны для внедрения СУДН.

Для уменьшения нагрузок механических передач копающих механизмов в схему управления тиристорного ЭП механизма напора экскаватора ЭКГ-4,6Б необходимо ввести дополнительный канал регулирования упругого момента который состоит из измерителя крутящего момента на промежуточном валу механизма и регулятора реализованного в виде дифференцирующего звена первого порядка, включенного на вход регулятора тока [3].

Выполненные экспериментальные исследования, показали, что при отключённом регуляторе момента коэффициенты динамичности в механизме напора экскаватора ЭКГ-4,6Б в режимах жесткого стопорения ковша достигают значений 3,3–3,4. Включение предлагаемого регулятора в систему управления ЭП механизма напора позволило уменьшить коэффициент динамичности с  $K_d = 3,1$  до  $K_d = 1,7$ .

Обработка осциллограмм режимов черпания горной массы показало, что введение регулятора момента в систему ЭП напора этого экскаватора привело к уменьшению коэффициента динамичности в среднем с 2,47 до 1,8, снизило максимальные значения тока в среднем 1,35 до 1,17 от стопорного значения и сократило время черпания грунта в среднем с 6,4 с до 5,4 с.

Машинисты отметили более «мягкую» работу механизма напора при включении СУДН и значительное сокращение срабатывания токовой защиты ЭП, особенно в летний период работы экскаватора.

Экспериментальные исследования при работе СУДН в условиях промышленной эксплуатации карьерного экскаватора типа ЭКГ-4,6Б показали высокую эффективность уменьшения динамических нагрузок в передачах механизма напора и повышение интегральной производительности его работы из-за сокращения простоев.

Начавшаяся в последнее время в России внедрение быстродействующих силовых полупроводниковых электроприводов экскаваторов создаёт возможности применения активных способов управления динамическими нагрузками в передачах их копающих механизмов, что позволит повысить надёжность работы механического оборудования, сократит не запланиро-



ванные простои и обеспечит возможности более рационального природопользования.

#### Литература

1. Пятибратов Г.Я. Возможности применения электроприводов для активного ограничения колебаний упругих механических передач //Изв. вузов Электромеханика.– 1990.– № 10.– С. 89–93.
2. Пятибратов Г.Я. Построение систем управления электроприводами, обеспечивающих ограничение динамических нагрузок в механических передачах рабочих машин //Изв. вузов. Электромеханика.– 1979.– № 8.– С. 709–713.
3. Пятибратов Г.Я., Левинтов С.Д., Борисов А.М. и др. Ограничение динамических нагрузок в механизме напора карьерного экскаватора ЭКГ–4,6Б //Изв. вузов. Горный журнал.– 1980.– № 10.– С. 92–95

УДК 504

### **ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ РАЗРАБОТКИ НЕДР ГОРНОДОБЫВАЮЩИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Т.Ю. Серпуховитина, И.А. Секисова*

Губкинский институт (филиал) Московского государственного открытого университета

Белгородская область уникальный по своим минеральным ресурсам регион России. Здесь выявлено и в разной степени разведано свыше 400 месторождений различных полезных ископаемых. В их числе крупные месторождения железных руд, бокситов, апатитов, пресных и минеральных подземных вод, многочисленные месторождения строительных материалов (мела, песка, глин). Недропользование в области, в основном, связано с геологическим изучением недр, воспроизводством запасов и добычей твердых полезных ископаемых для различных отраслей промышленности и пресных подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Губкинский городской округ расположен на северо-востоке Белгородской области. Территория расположена в пределах Воронежской антеклизы Восточно-Европейской платформы, кристаллический фундамент которой сложен кристаллическими сланцами, железистыми кварцитами. На дневную поверхность в наших местах эти породы не выходят, а перекрыты осадочным чехлом из глин и песков юрского периода и меловой толщи. Территория района расположена на водоразделе речных систем Днепра и Дона. Природа одарила нас железными рудами и черноземами. Железо-

рудный бассейн КМА является основой железорудной промышленности России. Железистые кварциты представляют собой горные породы, в изобилии содержащие прослой красного и магнитного железняка, и являются первоклассной железной рудой.

На территории Губкинского района разрабатываются два месторождения – Коробковское (ОАО «Комбинат «КМАруда», добыча ведется подземным способом) и Лебединское (ОАО «Лебединский ГОК» добыча ведется открытым способом), суммарно дающие около 20% общероссийского производства железорудного сырья. ЛГОК – крупнейшее предприятие в стране по производству железорудной продукции и входит в десятку крупнейших в мире. Последним достижением науки и производства на КМА можно назвать цех горяче-брикетированного железа ЛГОКа, с 1999 года выпускающий металлургические брикеты с содержанием железа 92%.

Горное производство технологически взаимосвязано с процессами воздействия человека на окружающую среду с целью обеспечения сырьевыми и энергетическими ресурсами различных сфер хозяйственной деятельности. Оно проявляется в различных отраслях народного хозяйства и имеет большое социальное и экономическое значение.

Для всех способов разработки месторождений характерно воздействие на биосферу, затрагивающее практически все её элементы: водный и воздушный бассейны, землю, недра, растительный и животный мир. Это воздействие может быть как непосредственным (прямым), так и косвенным.

В процессе горного производства образуются и быстро увеличиваются пространства, нарушенные горными выработками, отвалами пород и отходов переработки и представляющие собой бесплодные поверхности, отрицательное влияние которых распространяется на окружающие территории.

В связи с осушением месторождений и сбросом дренажных и сточных вод (отходов переработки полезных ископаемых) в поверхностные водоёмы и водотоки резко изменяются гидрогеологические и гидрологические условия в районе месторождения, ухудшается качество подземных и поверхностных вод.

Атмосфера загрязняется пылегазовыми организованными и неорганизованными выбросами и выделениями различных источников, в том числе горных выработок, отвалов, перерабатывающих цехов и фабрик. В результате комплексного воздействия на указанные элементы биосферы существенно ухудшаются условия произрастания растений, обитания животных, жизни человека. Недра, являясь объектом и операционным базисом горного производства, подвергаются наибольшему воздействию. Так как они относятся к элементам биосферы, не обладающим способностью к естественному возобновлению.

Косвенное воздействие горного производства на земли, связано с изменением состояния и режима грунтовых вод, осаждением пыли и химических соединений из выбросов в атмосферу, а также продуктов ветровой и водной эрозии, приводит к ухудшению качества земель в зоне влияния горного производства. Это проявляется в уничтожении естественной растительности, миграции и сокращении численности диких животных, снижении продуктивности сельского и лесного хозяйства, животноводства и рыбного хозяйства.

Учитывая сложившуюся обстановку на территории в 2002 году была разработана Государственная территориальная программа «Экология и природные ресурсы Белгородской области», где одним из приоритетных направлений является рациональное, неистощительное и экономное использование невозобновляемых природных ресурсов (минеральных, водных, земельных), воспроизводство возобновляемых природных ресурсов. Экономия минерально-сырьевых, топливных, энергетических ресурсов на производстве и в быту.

За истекший период многое было сделано в области рационального использования природных ресурсов:

- проводится складирование отходов обогащения кварцитов в отработанные камеры шахты;
- очистка рек, ручьев и водоемов в пределах санитарно-защитной зоны промышленных предприятий;
- разработаны и внедрены мероприятия по оборотному водоснабжению при переработке железистых руд;
- обеспечивается контроль за качеством сбрасываемых вод в реку Осколец;
- рационально используются породы вскрыши карьера с целью удовлетворения предприятий стройиндустрии;
- ведется мониторинг экологической безопасности хвостового хозяйства;
- проводится складирование хвостов под воду и гидроорошение пылящих пляжей хвостохранилища;
- охраняются и восстанавливаются земельные ресурсы;
- построен полигон промышленных отходов.

Благодаря реализации этой программы в Губкинском районе удалось сохранить уголки первозданной природы: заповедные участки Ямская степь и Лысые Горы, входящие в состав государственного природного заповедника «Белогорье» и по направлению использовать богатство наших мест – богатейшие черноземы, являющиеся основой развития многопрофильного агропромышленного комплекса.

УДК. 622.25.(06)

## **ОБОСНОВАНИЕ КРЕПИ СКИПОВОГО СТВОЛА №1 ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА «ГАРЛЫКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ», СООРУЖАЕМОГО СПОСОБОМ БУРЕНИЯ**

*Д.А. Соломойченко, О.В. Пашкова*

Шахтинский институт (филиал)

Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)

Анализ ввода новых мощностей в ведущих угледобывающих странах показал, что строительство вертикальных стволов способом бурения получает все большее распространение и является надежным и эффективным в различных горно-геологических условиях.

По сравнению с буровзрывным способом проходка бурением имеет ряд преимуществ: совмещение во времени процессов разрушения и уборки породы, отсутствие влияния от взрыва на окружающие ствол породы, отсутствие людей в забое и, как следствие, большая безопасность ведения работ, значительно менее тяжелые условия труда, большая экономическая эффективность вследствие сокращения сроков строительства ствола и меньшей численности персонала.

Авторы при прохождении производственной практики в ОАО «НТЦ «Наука и практика» приняли участие в разработке проекта строительства скипового ствола №1 горно-обогатительного комбината «Гарлыкского месторождения калийных солей» диаметром в свету 6,5 м и глубиной 364,4 м. Породы в зоне строительства отнесены к IV категории устойчивости [1] и сложены преимущественно каменными солями, сильвинитами, аргиллитами и алевролитами малой прочности. Ситуация осложняется наличием 5 водоносных горизонтов и расположением ствола в сейсмически активном районе с величинами расчетных нагрузок на крепь от сейсмического воздействия в пределах 0,03 - 0,28 МПа.

В данных условиях принято применять многослойные конструкции крепи высокой несущей способности с податливыми слоями. В то же время наличие такого слоя приводит к увеличению диаметра ствола вчерне, что затрудняет его сооружение способом бурения и приводит к увеличению затрат. Поэтому было принято решение по усилению внутренней стальной крепи шпангоутами, отказу от традиционного податливого слоя в пользу закрепного слоя цементно-песчаного раствора. Разработанная конструкция крепи приведена на рис. 1.

Рассмотрим особенности расчета крепи. Согласно [2] с точки зрения работы крепи ствола, сооружаемого бурением, выделяем три основные стадии проходки ствола. На первой стадии происходит бурение ствола, при этом ствол заполнен глинистым раствором с объемным весом  $\gamma_w = 0,01 - 0,013 \text{ МН/м}^3$ . На контуре сечения ствола напряжения уменьшаются от напряжений в нетронутом массиве  $\lambda\gamma H$  до величины гидростатического давления промывочного раствора  $\gamma_w H_w$ , где  $H_w$  – высота столба раствора.

На второй стадии в стволе монтируется колонна крепи и зазор между крепью и породой цементируется.

На третьей стадии происходит откачка раствора из ствола, которая приводит к деформированию крепи. Этот процесс рассматривается как прикладывание к внутреннему контуру сечения крепи снимаемых напряжений, определяемых из выражения:

$$P^{(1)} = -\gamma_w H_w.$$

С учетом этого напряжения на контактах слоев крепи находятся как сумма начальных и снимаемых по формулам:

$$p_{0(1)} = \gamma_w H_w \left( -K_{0(1)}^* \right); \quad p_{0(2)} = \gamma_w H_w \left( -K_{0(1)}^* \cdot K_{0(2)}^* \right)$$

и т.д. в зависимости от числа слоев крепи;

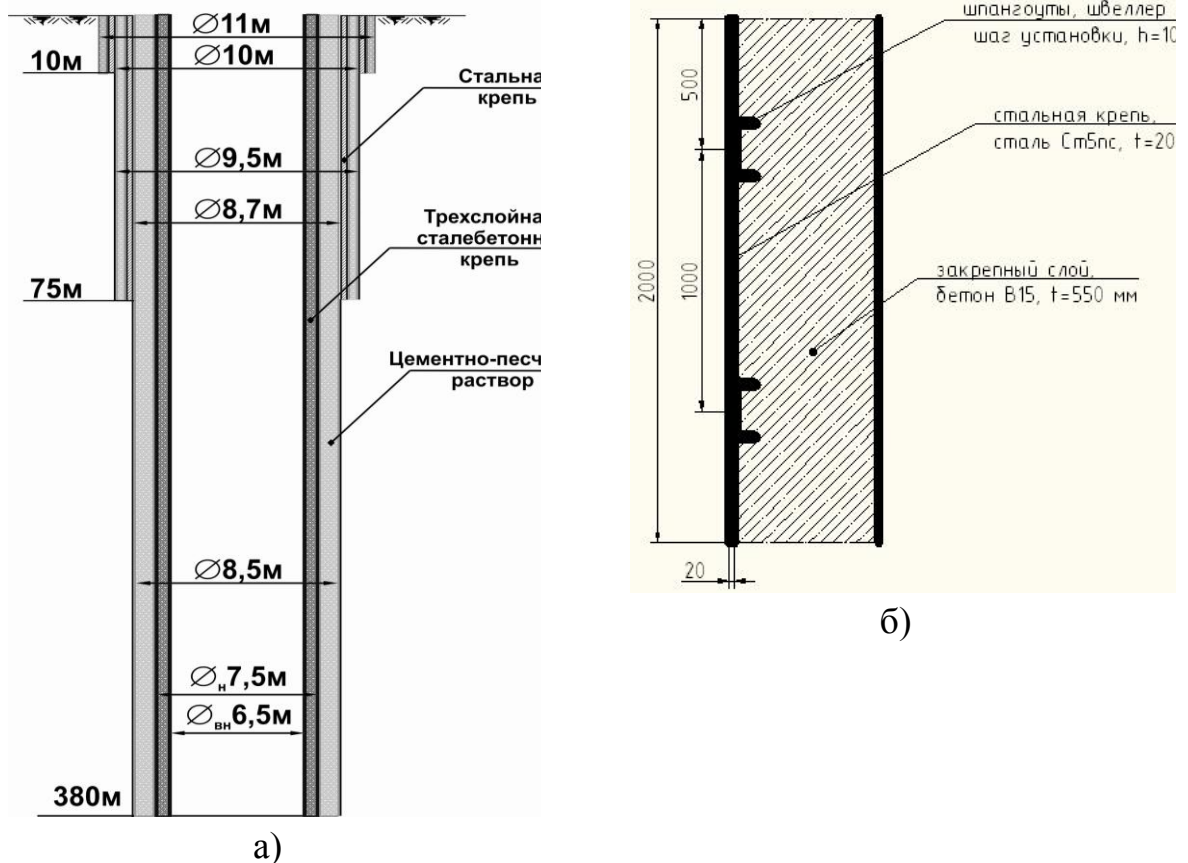


Рис. 1. Разработанная конструкция крепи скипового ствола №1:  
а) разрез по стволу; б) конструкция звена трехслойной крепи

Радиальные напряжения на контакте стальной крепи с закрепным слоем определяем по формуле

$$p_{0(1)} = \gamma_w H_w \left( -K_{0(1)}^* \right)$$

Нормальные тангенциальные напряжения соответственно на внутреннем и внешнем контурах сечения стальной крепи находим из выражения

$$\sigma_{in} = \frac{p_{0(1)} \cdot m_1 \epsilon}{\hat{E}_\delta}; \quad \sigma_{ex} = \frac{p_{0(1)} \cdot m_1' \epsilon}{\hat{E}_\delta},$$

где  $m_1, m_1'$  – коэффициенты, учитывающие геометрические параметры крепи,  $K_y$  – коэффициент усиления, учитывающий влияние шпангоутов на снижение напряжений в стальной крепи.

На основании приведенного алгоритма выполнены расчеты и построены усредненные эпюры напряжений в слоях трехслойной крепи. Анализ полученных данных показал, что максимальные напряжения в слоях крепи не превышают расчетных сопротивлений материалов крепи (сталь,  $\sigma_T=285$  МПа; слой бетона В25,  $R_b=14,5$  МПа), что свидетельствует о ее достаточной несущей способности.

В целом разработанные технические и технологические решения позволяют до 30 % уменьшить себестоимость работ и практически вдвое сократить сроки строительства.

#### Литература

1. СНиП II–94–80. Подземные горные выработки / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1982. – 31 с.
2. Н.С. Булычев. Механика подземных сооружений. Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1994. – 382 с.

УДК 622.221.2

## О ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ НАГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

*В.Э. Сосновский, А.Н. Титов, Е.И. Борисова*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

В южном федеральном округе имеется немало месторождений строительных материалов, подходящих для разработки открытым способом и вызывающих инвестиционный интерес малый и средний бизнес.

Недостаток собственных средств в условиях дефицита геологической информации объясняют ограниченную возможность финансирования

средств в разработку этих месторождений. Нагорный характер этих месторождений требует повышенных инвестиций в обустройство инфраструктуры горного предприятия. При традиционных технологиях добычи и транспортировки полезного ископаемого требуются значительные затраты на проведение дорог, которые по сути являются неактивной частью основных фондов повышенно рискованности. Это объясняется тем, что дороги, строящиеся в сложных условиях требуют тщательных инженерно-геологических изысканий трассы дороги, с одной стороны, и значительных строительных работ, с другой.

Это связано как с высокими затратами на земляные работы, так и с затратами на водоотводные и водопропускные сооружения и затраты, связанные с отчуждением земель в полосе отвода и уничтожением растительности на всей нарушаемой площади и нарушением животного мира. В результате в единице удельных капитальных вложений доля затрат на неактивную часть основных фондов становится преобладающей. Риск неподтверждения запасов месторождения или коммерческий риск, связанный с конъюнктурой рынка создает риск некупаемости этих вложений, как не имеющих ликвидной стоимости.

Выходом из подобной ситуации является применение технологий, снижающих удельные капитальные затраты до значений соизмеримых с подобными затратами на равнинных месторождениях.

С учетом вышеуказанного нами были проанализированы возможности применения нескольких технологических схем в условиях одного из месторождений Краснодарского края. Участок рельефа представляет собой крутой склон. Территория месторождения залесена. Вскрышные породы на участке представлены делювиальными и аллювиальными глинистыми образованиями, содержащими 10-45% обломочного материала коренных пород. Мощность рыхлой вскрыши колеблется от нескольких сантиметров до 13,0 м. Полезным ископаемым является доломит. Средняя вскрытая мощность продуктивного горизонта 26,4 м, объемный коэффициент вскрыши 0,35. Запасы оценены по категории С1. Продуктивная толща необводнена. Доломиты исследуемого месторождения пригодны для производства щебня по ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ». Участок месторождения доступен для разработки открытым способом с применением транспортной системы.

Сравнение проводилось по нескольким критериям:

- удельные затраты;
- доступность технологии;

- влияние на экологию;
- землеемкость;
- минимизация потерь.

Нами сравнивались следующие технологии:

1. По подготовке пород к выемке
  - а) взрывное рыхление горных пород;
  - б) механическое рыхление гидромолотом.
2. По виду выемочно-погрузочного оборудования
  - а) экскаватор;
  - б) погрузчик;
  - в) бульдозер.
3. По способу транспортировки горной массы от карьера до промплощадки:
  - а) автотранспорт;
  - б) конвейер
  - в) самотеком в рудоскате;
  - г) скреперная лебедка.

Задача решалась методом иерархий. Данный метод исследования при выборе технологий разработки имеет ряд недостатков:

- полный набор решений, которые действительно необходимо учитывать при выборе варианта разработки месторождений, не известен;
- полный набор факторов, ощутимо влияющих на рейтинг альтернативных технологий, не известен;
- нет точной количественной информации, необходимой для решения задачи выбора технологии разработки;
- имеющиеся данные (геологическая, технологическая, экономическая информации), противоречивы;
- в процессе выбора варианта технологии разработки может возникнуть множество мнений, но нет системы достижения консенсуса.

В задачах стратегического выбора технологии разработки месторождений полезных ископаемых часто приходится опираться скорее на опыт и интуицию специалистов, нежели на имеющиеся объективные данные. В этом случае результаты, полученные методом анализа иерархий, могут быть более реалистичными, чем результаты, полученные другими методами.

Схема выбора технологии разработки исследуемого месторождения представлена иерархией (рис.1).





Вывод на месторождениях малой производительности при разработке скального полезного ископаемого для транспортировки полезного ископаемого из карьера до промплощадки (места переработки) при длинах транспортирования не более 500 м оптимальным является применение скреперных лебедок со вскрытием месторождения двумя фланговыми скреперными траншеями. Уступы карьера нарезаются и обрабатываются по традиционной технологии по схеме: механическое рыхление породы - выемка и транспортировка погрузчиком до скреперной траншеи с разгрузкой в траншею – скреперование горной массы в отвал по вскрышной траншее, полезного ископаемого на промплощадку по породной траншее. Расчеты показали, что для исследуемого месторождения описанная технология по сравнению традиционным использованием автотранспорта позволяет уменьшить долю постоянных затрат с 55 до 6 % и повысить сравнительную инвестиционную привлекательность втрое.

#### Литература

1. Ильин С.А. Технология открытой разработки нагорных месторождений. – М.: МГИ, 1991.
2. Открытые горные работы: Справочник / К.Н.Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Виницкий, Н.Н.Мельников и др. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.

УДК. 622.258.3

## **БЕЗЪЯРУСНАЯ ЖЕСТКАЯ АРМИРОВКА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СТВОЛОВ**

*М.Б. Сотников*

Шахтинский институт (филиал)

Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)

Вентиляционные стволы угольных шахт и рудников в большинстве случаев оборудуются вспомогательным клетевым и (или) инспекторским подъемом. Используются клетки малой и средней грузоподъемности, скорости их движения, как правило, не превышают 8 м/с. Величины динамических нагрузок, передаваемых подъемными сосудами на армировку, прямо пропорционально зависят от массы подъемных сосудов и квадрата скорости их движения, поэтому в вентиляционных стволах они существенно ниже чем в главных и вспомогательных, где скорости

движения скипов достигают 16 - 20 м/с, клеток – 12 - 16 м/с, а их массы – 25 - 50 т.

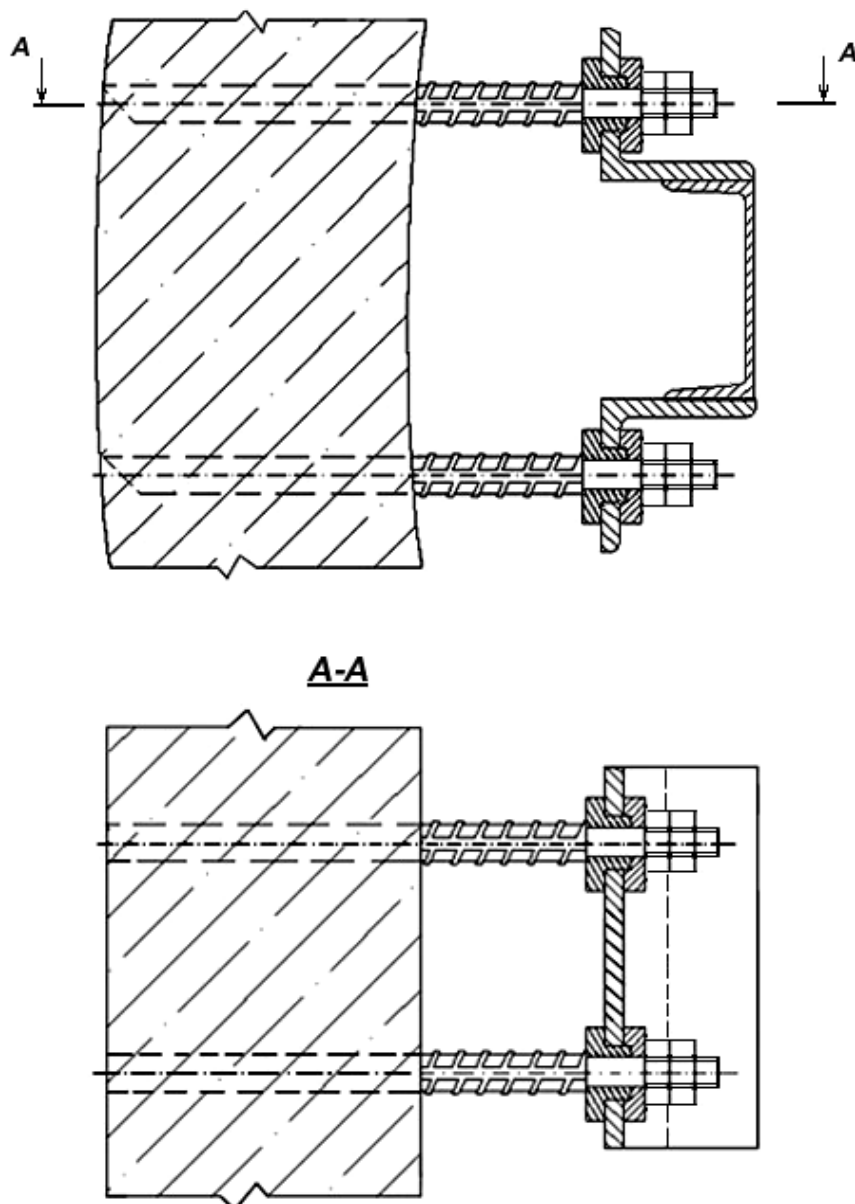
Это обстоятельство позволяет утверждать, что применительно к армировке вентиляционных стволов на первый план выходят требования не высокой несущей способности и жесткости конструкций, а их технико-экономические характеристики: металлоемкость, трудоемкость монтажа, аэродинамическое сопротивление движению воздушной струе. Последний фактор играет особенно важную роль, так как влияет на величину эксплуатационных затрат при проветривании подземных выработок.

Исследования, выполненные в работах [4,5], показали, что аэродинамическое сопротивление ствола во многом определяется схемой армировки. Наихудшие показатели имеют многорасстрельные схемы с частым шагом расположения несущих ярусов и большим количеством центральных и хордальных расстрелов. Отказ от ярусов рамной системы, разгромождение центральной части ствола позволяют снизить аэродинамическое сопротивление армировки в 2-3 раза и более.

Другим направлением по уменьшению этого показателя является увеличение обтекаемости поперечного сечения элементов армировки. Наиболее распространенные на практике в России двутавровые и коробчатые профили расстрелов характеризуются большим аэродинамическим сопротивлением из-за наличия выступающих плоскостей и углов. Более эффективным является применение несущих элементов армировки круглого и эллиптического профиля.

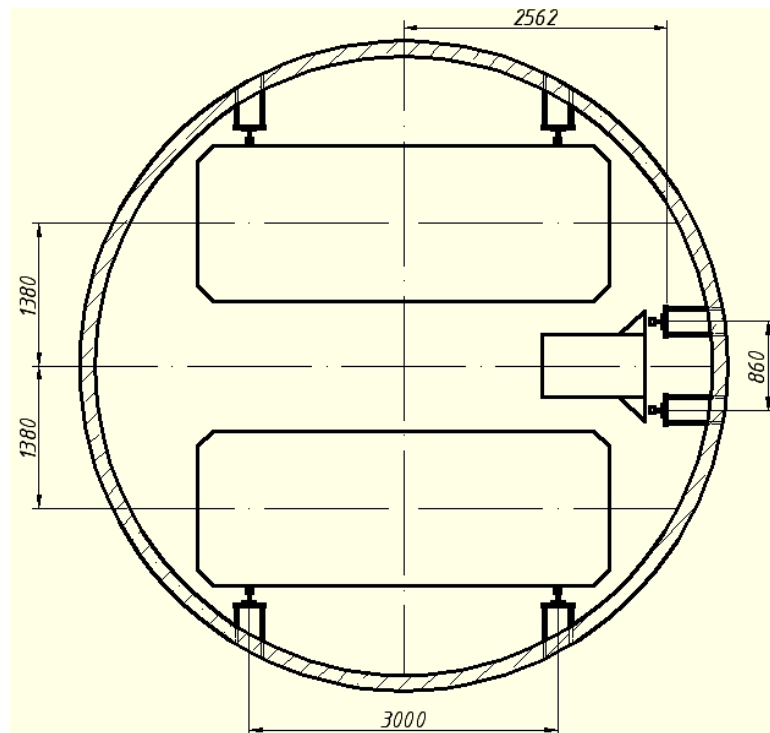
С учетом сказанного автором предлагается концепция безъярусной армировки вентиляционных стволов с креплением проводников непосредственно к стенкам ствола, которая удовлетворяет всем рассмотренным выше требованиям технико-экономической эффективности. Основным отличием данной конструкции является применение вместо ярусов рамного типа или консольно-распорных и блочных несущих элементов облегченных узлов крепления, индивидуальных для каждой ветви проводника.

Один из вариантов узла крепления проводников представлен на рис. 1. Выдвинутые в ствол анкера, соединенные опорной плитой, образуют монолитную пространственную конструкцию консольного типа. Диаметр анкеров, расстояния между ними и глубина заделки определяются расчетом, исходя из запланированных нагрузок на армировку и прочностных характеристик крепи ствола. Расстояние между опорной плитой и крепью зависит от схемы армировки и радиальных отклонений стенок ствола от проектного сечения.



**Рис. 1. Конструкция анкерной консоли**

Работоспособность предложенной конструкции безрасстрельной армировки во многом определяется схемой армирования, причем наиболее эффективной будет схема с минимальной длиной анкерных консолей, обеспечивающей необходимые зазоры между подъемными сосудами и крепью ствола. В то же время в большинстве существующих на сегодняшний день типовых схем многорасстрельной и безрасстрельной армировки расстояния между проводниками и крепью ствола значительны, поэтому они не отвечают требованиям сформулированной концепции. В связи с этим был разработан ряд схем армировки вентиляционных стволов с угловым и диагональным расположением проводников относительно подъемных сосудов. Пример одной из схем представлен на рис. 2.



**Рис. 2. Безъярусная схема армировки клетового ствола**

Проведенные расчеты свидетельствуют о высокой технико-экономической эффективности таких схем за счет значительного снижения металлоемкости армировки, аэродинамического сопротивления ствола и трудоемкости работ по ее монтажу.

#### Литература

1. Сыркин П.С., Ягодкин Ф.И., Мартыненко И.А. Технология армирования вертикальных стволов. – М.: Недра, 1996. – 202 с.

УДК 622.273.212

## ШАХТНАЯ ПОРОДА И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА

*Н.В. Титов, В.М. Феоктистов*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Анализ технологии добычи угля на антрацитовых шахтах Восточного Донбасса показывает, что в условиях рассматриваемого региона экологические проблемы, связанные с рациональным ведением породного хозяйства, практически не решаются. Уже к началу 80-х гг. XX столетия все шахты здесь перешли на транспортировку и отгрузку (на обогатительные

фабрики, потребителям) горной массы, полностью отказавшись от идей проведения пластовых выработок селективным способом и размещения породы в выработанных пространствах. Такая техническая политика объяснима: резко возросшие нагрузки на очистные забои при применении механизированных комплексов третьего поколения (2500-11000 т/сут) требуют высоких скоростей проведения выработок, что и достигается приведенными выше мерами.

Заметим, однако, по этому поводу следующее:

1) отраслью нарушается один из основных принципов Закона РФ «Об охране окружающей среды» (10.01.2002 г. №7-ФЗ): хозяйственная и иная деятельность ... «юридических и физических лиц, оказывающая воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе ... научно обоснованного сочетания экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды».

По сути, «перенеся» решение породного вопроса на обогатительные фабрики, шахты не только усугубили экологическую обстановку на территории Восточного Донбасса, но и создали сложности в обогащении добытой массы. Вопрос улучшения качества добываемого топлива путем расширения объемов его обогащения нельзя считать однозначным. Практика работы обогатительных фабрик при повышенном содержании породы в горной массе убедительно свидетельствует, что при этом растет зольность отгружаемой продукции. В конечном итоге это влияет на работу главных потребителей антрацитов – тепловых электростанций [1]:

- на электростанциях Украины, например, для нормального сжигания 1 тонны высокозольного антрацита вынуждены увеличивать расход мазута на 0,5 тонны;

- повышение зольности на 1% приводит к снижению удельной теплоты сгорания угля на 80 ккал, антрацитов – на 107 ккал;

- при росте на 1% зольности антрацитовых штыбов к.п.д. котлов на электростанциях снижается на 0,2%;

- сжигается высокозольных углей является основной причиной большой поврежденности поверхности котлов ;

- повышение зольности ведет к увеличению выбросов в атмосферу вредных газообразных продуктов;

2) транспортировка горной массы к обогатительным фабрикам неизбежно связана с перевозкой дополнительного объема породы;

3) заскладированная в террикониках, плоских отвалах порода большинством ученых и специалистов горного производства считается одним из основных загрязнителей окружающей природной среды.

Отвалы склонны к самовозгоранию с выделением большого количества дыма и ядовитых веществ. Помимо выброса загрязняющих веществ происходит тепловая загрязнение атмосферы: на отвале 3б шахты им. Ленина (г. Новошахтинск), например, уже через месяц после самовозгорания заскладированной горной массы температура в поверхностном слое достигала  $1000^{\circ}\text{C}$ , а на глубине 5м составляла  $820-830^{\circ}\text{C}$  [2].

Требует своего решения и проблема породных отвалов ранее существовавших шахт. На настоящий момент на территории региона находится 452 таких отвалов, ими занята площадь более 800га плодородных земель. Только в г. Новошахтинске, где размещено 17 терриконов (7 – в центре города, 10 – на окраинах), объем заскладированной горной массы составляет 250 млн т, в которой по оценке специалистов содержится от 60 до 150 млн т органической массы, более 1,5 млн т серы и сернистых соединений. На окисление такой массы потребуется до 400 млнт кислорода воздуха, а в атмосферу будет выброшено до 8 млн т диоксида серы и более 500 млн т диоксида углерода [2].

Отметим, что за последнее время не произошло существенного увеличения объемов переработки породы из отвалов предприятиями малого бизнеса, не подключились к этому направлению хозяйственной деятельности крупные корпорации. Направления решения указанных выше проблем известны, они уже публиковались авторами настоящих тезисов доклада [3]. Обратим внимание лишь на следующее. С целью прорыва рассматриваемых проблем необходимы, по нашему мнению, четыре составляющих:

- 1) государственный подход;
- 2) финансы;
- 3) научные кадры;
- 4) научная база (НИИ; опытно-экспериментальные лаборатории и другие организации).

#### Литература

1. Нейенбург В.Е., Каира З.С. Анализ динамики основных показателей качества добываемого угля и совершенствования их прогнозирования: обзор/ЦНИЭИ уголь. – М., 1983. – 53 с.
2. Зайцев Р.А. Аварийно-экологическое состояние шахт и города Новошахтинска / РГАСХМ ГОУ. – Ростов на Дону, 2003. – 56 с.
3. Титов Н.В., Феоктистов В.М. О первоочередных задачах по охране окружающей среды в условиях Восточного Донбасса // Перспективные технологии добычи и использования углей Донбасса: материалы Междунар. науч. – практ. семинара г. Новочеркасск, 1-2 окт. 2009 г. / Юж. Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2009. – С. 221-228.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕДВИЖКИ СЕКЦИИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ

*Ю.В. Турук*

Шахтинский институт (филиал)

Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)

Известно, что устройство для передвижки секции механизированной крепи и перемещения забойного конвейера струговой установки или так называемая система агрегатирования стругового механизированного комплекса должна выполнять следующие функции:

- подачу забойного конвейера на забой;
- направленную передвижку секции крепи;
- удержание струговой установки от сползания по падению пласта.

При этом устройство должно разгружать гидродомкрат передвижки от боковых изгибающих нагрузок и обеспечивать его работоспособность при переходе секцией крепи «порогов» в почве пласта. При преодолении секцией крепи «порогов» в почве пласта лыжи основания секции смещаются относительно друг друга не только в вертикальном, но и продольном направлении, нагружая элементы устройства передвижки секции крепи.

Известна секция механизированной крепи М137 разработки ОАО «Гипроуглемаш» [1]. Механизм передвижки секции состоит из гидродомкрата, шток которого шарнирно соединен с толкателем, а цилиндр со стяжкой, соединяющей через вращающиеся цилиндрические тяги лыжи основания секции механизированной крепи.

Недостатком механизма передвижки секции крепи М137 является то, что гидродомкрат при передвижке забойного конвейера и секции не разгружен от боковых нагрузок, что приводит к изгибу его штока. Кроме этого для извлечения гидродомкрата механизма передвижки при работе секции крепи на тонких пластах отсутствует доступ к оси, соединяющей цилиндр со стяжкой.

Известна секция механизированной крепи WS1.7, 70/150-2×1655 kN комплекса «Дон-Фалия 5» разработки фирмы DBT (Германия) [2].

Механизм передвижки секции крепи WS1.7, 70/150-2×1655 kN состоит из бугеля, в котором закреплены две упругие штанги, входящие в опору гидродомкрата, которая шарнирно соединена с хомутом, соединяющем по завальной части лыжи основания. В опоре гидродомкрата расположен гидродомкрат передвижки, шток которого соединен с промежуточной опорой, неподвижно соединенной со штангами.



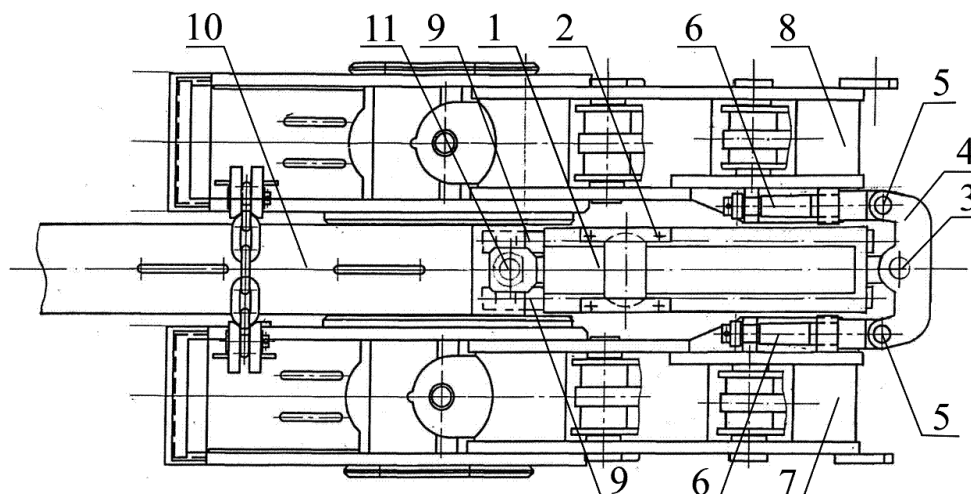
Такая конструкция механизма передвижки с упругими штангами обеспечивает направленное перемещение секции крепи относительно конвейерного става, удержание его от сползания вдоль очистного забоя, разгружает гидроцилиндр передвижки секции от боковых нагрузок, а, самое главное, такая конструкция, выполненная в виде круглых рессорных штанг практически не может заклиниваться, а значит, не требует повышенных усилий для передвижки конвейера или обратного перемещения гидроцилиндра секции при проходе струга. Механизм передвижки данной конструкции не заштыбовывается и не воспринимает усилий от распора секции.

Недостатком механизма передвижки секции крепи WS1.7, 70/150-2×1655 kN является сложность конструкции и низкая надежность заключающаяся в том, что промежуточная опора, соединяющая шток гидродомкрата передвижки со штангами значительно увеличивает вылет штанг из опоры гидродомкрата после задвижки конвейера на ход гидродомкрата. Увеличенный вылет упругих штанг снижает воспринимаемые ими боковые усилия, что приводит к их деформации (изгибу) и следовательно к нарушению работы комплекса в целом. Нарушение работы комплекса при деформированных штангах заключается в неравномерной передвижки как конвейера, так и секций механизированной крепи, приводящая к нарушению прямолинейности конвейерного става и следовательно к чрезмерному нагружению элементов, соединяющих рештаки конвейера и их разрушению. Кроме этого, конструкция хомута и мест его присоединения к лыжам основания ограничивает область применения секций крепи при наличии «порогов» в почве пласта. Так наличие «порогов» в почве пласта более 100 мм вызывает значительные смещения лыж основания секции крепи как в вертикальном, так и продольном направлениях, приводящих к деформацию мест присоединения хомута к лыжам основания и излом хомута.

На рис. 1 показано предлагаемое устройство для передвижки секции механизированной крепи и перемещения забойного конвейера струговой установки. Устройство состоит из гидродомкрата 1, расположенного в опоре гидродомкрата 2, соединенной шарнирно через ось 3 с завальной стяжкой 4, которая шарнирно через оси 5 соединена с вращающимися цилиндрическими тягами 6, расположенными в проушинах лыж 7 и 8 основания секции крепи и двух упругих штанг 9, расположенных подвижно в опоре гидродомкрата 2 и закрепленных в бугеле 10. Шток 11 гидродомкрата 1 шарнирно соединен с бугелем 10, который соединен с завальной частью забойного конвейера.

Устройство работает следующим образом. При выдвигке штока 11 гидродомкрата 1, расположенного в опоре гидродомкрата 2 бугель 10, взаимодействуя с завальной частью забойного конвейера производит его

перемещение на забой. При этом упругие штанги 9, закрепленные в бугеле 10 выдвигаются из опоры гидродомкрата 2 удерживая забойный конвейер от сползания по падению пласта в пределах упругих деформаций штанг. Упругие штанги 9, подвижно расположенные в опоре гидродомкрата 2 и закрепленные в бугеле 10, выдвигаясь из опоры гидродомкрата 2, разгружают шток 11 гидродомкрата 1 от боковых нагрузок и удерживают конвейер струговой установки от сползания по падению пласта в пределах их упругих деформаций.



**Рис. 1. Устройство для передвижки секции механизированной крепи и перемещения забойного конвейера струговой установки**

При опущенной секции крепи и складывании гидродомкрата 1 происходит передвижка секции крепи. При этом опора гидродомкрата 2 с гидродомкратом 1 перемещаясь по упругим штангам 9, взаимодействуя с завальной стяжкой 4, вращающимися цилиндрическими тягами 6 и лыжами 7 и 8 основания производит передвижку секции крепи. Две упругие штанги 9, закрепленные в бугеле 10, соединенном с завальной частью конвейера струговой установки обеспечивают направленное передвижение секции крепи.

Шарнирно соединенная с вращающимися цилиндрическими тягами 6 завальная стяжка 4 обеспечивает продольное перемещение лыж 7 и 8 основания секции крепи относительно друг друга, а вращающиеся цилиндрические тяги 6, расположенные в лыжах основания 7 и 8 секции крепи их перемещение в вертикальном направлении при преодолении секцией крепи «порогов» в почве пласта.

Представленное устройство обеспечивает секции крепи преодоление «порогов» в почве пласта более 200 мм, что значительно повышает эффек-

тивность работы стругового механизированного комплекса в сложных горно-геологических условиях.

#### Литература

1. Старичнев В.В.. Повышение технического уровня и надежности механизированных комплексов. Уголь, август 1994. – С. 32-34.
2. Струговая выемка угля. Каталог-справочник / Под общей редакцией В.М. Щадова / Сост. Б.Б. Луганцев, Б.А. Ошеров, Л.И. Файнбурд – Новочеркасск: «Оникс+», 2007. 298с.

УДК 665.7.032.53:66.081:541.183.5

### **ТЕРМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТОРФА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ**

*Н.В. Чухарева, К.А. Кувшинов*

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Институт природных ресурсов

На сегодняшний день широко известны разнообразные Российские и зарубежные технологии по очистке грунта и водной поверхности от загрязнений, связанных с добычей, транспортом и хранением жидких углеводородов. Эти технологии охватывают достаточно большой спектр сорбционных материалов синтетического и природного происхождения, что обуславливает неоднозначный подход к оценке эффективности их применения.

В последнее время большую значимость приобретают технологии, связанные с рациональным природопользованием, что обуславливает необходимость выбора наиболее дешевых сорбентов, которые характеризуются высокой нефтеемкостью, способностью длительное время находиться в связанном состоянии с нефтью и нефтепродуктами, являются экологически чистыми материалами и легко утилизируются.

В качестве поглотителей нефти и нефтепродуктов используют сухой торф, свойства которого, как сорбента определяются не только его компонентным составом, зольностью, размером, плавучестью, влажностью, но его типом, видом и степенью разложения. Многие исследователи в качестве сорбционных материалов используют торфа только верхового типа малой степени разложения, что ограничивает условия их получения. В связи с этим, поиск методов, позволяющих получать торфяные сорбенты, унифицированные по составу и свойствам, является актуальным.

С физико-химической точки зрения торф, согласно данным [1-3], относится к классу многокомпонентных полидисперсных полукolloидных высокомолекулярных систем, характеризующихся как адсорбционный материал, свойством гидрофильности, которая, в свою очередь, является характеристикой интенсивности молекулярного взаимодействия поверхности тел с водой.

Если рассматривать гидрофильность торфа по отношению к способности сорбировать жидкие углеводороды, то чем меньше этот показатель, тем большей нефтеемкостью будут характеризоваться торфяные сорбенты. Поэтому одним из условий создания эффективных сорбционных материалов является снижение его гидрофильности путем гидрофобизации исходного сырья. Другое направление – это регулирование состава торфа с целью его обогащения ценными групповыми составляющими, определяющими его сорбционную активность и способность к ионообмену. Такими групповыми составляющими являются торфяные гуминовые кислоты (ГК).

Ранее проведенные исследования [4, 5] показали, что термообработка торфа в среде собственных газов разложения в интервале температур от 100 до 400 °С является методом термохимического регулирования, направленного на увеличение его нефтеемкости и снижение гидрофильности. Причем, нагрев торфов до 250 °С позволяет в большей мере обогащать их ценными гуминовыми кислотами, характеризующимися повышенным содержанием активных кислых групп – карбоксилов и фенольных гидроксидов (функциональных групп), которые ковалентно-связаны с матрицей и, согласно [2], напрямую связаны с механизмом заполнения сорбента (табл. 1).

Таблица 1

### Характеристика объекта исследования

Тип, вид торфа	R, %	Температура нагрева торфа, °С	Выход ГК из торфа, % на сухое вещество	Функциональный состав ГК, ммоль-экв/г
				<i>COOH+OH</i>
Верховой фускум (1)	5	-	8,0±0,1	10,0±0,1
		250	31,2±0,1	11,5±0,1
Низинный осокново-гипновый (2)	25	-	26,6±0,1	6,4±0,1
		250	35,5±0,1	6,7±0,1

Способ достаточно прост, характеризуется небольшими энергозатратами, технология получения сорбента одностадийная термическая обра-

ботка, что позволяет достаточно быстро получать необходимый сорбционный материал с большей сорбционной емкостью по отношению к нефти или нефтепродуктам (табл. 2).

Таблица 2

### Изменение сорбционных свойства торфяных сорбентов

Торфяной сорбент	Температура термообработки торфа, °С	Нефть Томской области	Сорбционная емкость по отношению к нефти, г нефти/г сорбента	Время контакта торфяного сорбента с нефтью, мин.
1	-	<i>Лугенецкое месторождение</i>	5,0±0,1	5
	250		8,3±0,1	5
2	-		4,3±0,1	5
	250		7,0±0,1	5

#### Литература

1. Передерий М.А., Кураков Ю.И., Маликов И.Н. и др. Сорбция нефтепродуктов углеродными сорбентами // Химия твердого топлива. – 2009. – № 5. – С. 42-46.
2. Лиштван И.И., Базин Е.Т., Гамаюнов Н.И. Физика и химия торфа. – М.: Изд-во «Недра», 1989. – 304 с.
3. Гамаюнов Н.И., Гамаюнов С.Н. Сорбция в гидрофильных материалах. – Тверь: ТГТУ, 1997. – 160 с.
4. Чухарева Н.В., Долгих С.М., Маслов С.Г. Влияние среды и способа термообработки на изменение группового состава и свойств осокового низинного торфа // Химия растительного сырья. – 2004. – № 2. – С. 61-66.
5. Чухарева Н.В., Маслов С.Г. Адсорбционные свойства термически модифицированного торфа и полученных на его основе активных углей // Химия растительного сырья. – 2011. – № 1. – С. 169-174.

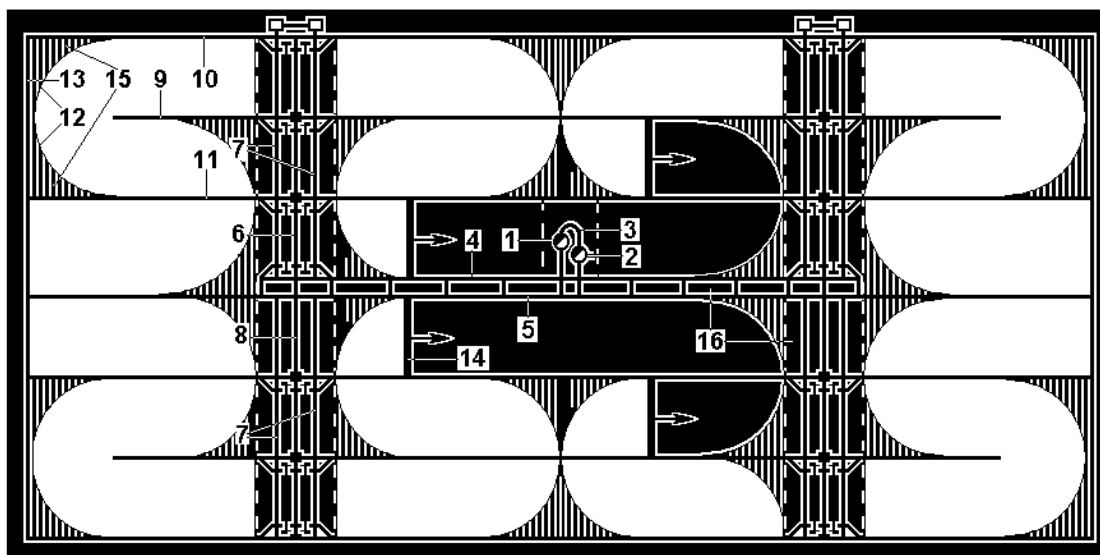
УДК 622.33.003.12

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА РАЗРАБОТКИ ТОНКИХ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

*С.А. Шмаленюк, С.Н. Копач, С.А. Шерстюков*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Нами предложена технологическая схема разработки выемочных полей, который может быть использован при разработке пологих и наклонно залегающих угольных пластов малой и средней мощности (рис. 1).



**Рис. 1. Технологическая схема разработки выемочных полей**

С поверхности проводят вскрывающие выработки главный 1 и вспомогательный 2 стволы, затем проводят выработки околоствольного двора 3, от которых проводят главный откаточный 4 и параллельно вентиляционный 5 штреки до средней части панели. Для подготовки бремсберговой части шахтного поля от главного откаточного 4 и вентиляционного 5 штреков по восстанию пласта проводят бремсберг 6 и два ходка 7 до верхней границы шахтного поля. Параллельно осуществляют подготовку уклонной части шахтного поля – по падению проводят уклон 8 и два ходка 7 до нижней границы шахтного поля.

От магистральных выработок – бремсберга (уклона) транспортного и людского ходков ведут совместную подготовку двух смежных выемочных столбов. Для этого проводят три штрека. Средний штрек является конвейерным 9, он короче выемочного поля на длину лавы; фланговые штреки (верхний 10 и нижний 11 – вентиляционные), у границы выемочного поля их соединяют обводной выработкой 12, состоящей из семи отрезков, пройденных по хордам полуокружности, радиус которой равен длине лавы. На флангах панели проводят вентиляционные ходки 13, что упрощает схему проветривания и позволяет обрабатывать пласты сверхкатегорийные по метану. По границе целика около бремсберга (уклона) проводят разрезную печь, в которой монтируют очистной комплекс. Выемку угля осуществляют из лав 14. Очистные работы ведут длинными очистными забоями (лавами) одновременно в бремсберговой и в уклонной частях панелей. Для сохранности главных штреков, бремсбергов, ходков и уклонов оставляют угольные целики 16.

Первый выемочный столб отрабатывают прямым ходом, направление разворота комплекса - сверху вниз (по падению) при отработке бремсберговой части и снизу вверх (по восстанию) при отработке уклонной части. Уголь из лавы поступает в конвейерный штрек, который поддерживают позади лавы с одной стороны в массиве угля, с другой стороны в обрушенных породах. Для его сохранения в рабочем состоянии возводят специальную крепь усиления, особенно в зоне разворота. Когда между забоем лавы и забоем конвейерного штрека расстояние сократится до 6 – 7 м, приступают к развороту забоя лавы на  $180^\circ$  с целью его перевода в смежный выемочный столб без производства монтажно-демонтажных работ. После полного разворота комплекса на  $180^\circ$ , параллельно с выемкой угля из смежной лавы, приступают к частичной отработке запасов угля в угловых участках выемочного поля (между обводной выработкой и целиком у вентиляционного ходка). Для этого со стороны верхнего и нижнего вентиляционных штреков проводят камеры 15 устойчивой ширины до обводной выработки. Между камерами оставляют угольные целики устойчивых размеров. При необходимости в камерах устанавливают крепь. После отработки камеры заперемычивают и погашают верхний вентиляционный штрек. Второй смежный столб отрабатывают обратным ходом до границы охранного целика около магистральных выработок, а затем комплекс демонтируют. Одновременно с подвиганием забоя лавы, с небольшим отставанием, конвейерный штрек погашают, а нижний вентиляционный штрек сохраняют для повторного использования при отработке смежного выемочного поля. По аналогичной схеме производят отработку нижележащих лав в бремсберговой части шахтного поля и вышележащих лав в уклонной части шахтного поля. И так до главного откаточного и вентиляционного штреков, которые при отработке последних лав в бремсберговом и уклонной полях будут использовать как ярусные вентиляционные и конвейерные штреки, и погашать по мере подвигания очистных работ. Одновременная отработка бремсберговых и уклонных выемочных полей позволит осуществить высокую сохранность последнего конвейерного штрека в бремсберговой части и последнего вентиляционного штрека в уклонной части перед отработкой двух последних лав с погашением главных штреков.

Предлагаемый способ отработки выемочных полей при панельной подготовке обеспечит: меньшие потери угля, высокую концентрацию горных работ, увеличение добычи, за счет дополнительно извлекаемых запасов из камер, сокращение времени на перемонтаж механизированного комплекса, более стабильную работу подготовительных забоев (не требу-

ется дополнительно увеличивать скорость проходки при подготовке уклонной части, за счет дополнительных работ по углубке уклона и ходков), что в свою очередь позволит повысить качество добываемого угля при валовой выемке горной массы из очистных и подготовительных забоев.

#### Литература

1. Разоренов Ю.И., Белодедов А.А., Шмаленюк С.А. Оптимизация порядка ведения подготовительных работ при панельной подготовке на тонких и средней мощности пластах. – М.: МГГУ, ГИАБ, 2010 г. – № 4. – С. 201-205.
2. Решение о выдаче патента от 14.07.2010 по заявке «Способ отработки выемочных полей» №2009134386/03 от 14.09.2009, авторов Разоренов Ю.И., Белодедов А.А., Шмаленюк С.А., Земляной М.А., патентообладателя ЮРГТУ(НПИ).
3. Решение о выдаче патента от 24.08.2010 по заявке «Способ отработки выемочных полей при панельной подготовке» №2009134386/03 от 14.09.2009, авторов Разоренов Ю.И., Белодедов А.А., Шмаленюк С.А., Расцветаев Д.А., патентообладателя ЮРГТУ(НПИ).

УДК 622.142.5

## **МЕТОДЫ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИ ОДНОРОДНЫХ РАЙОНОВ**

*Д.Н. Шурыгин*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

В общем виде задача выделения геологически однородных совокупностей на основе эталонных выборок формулируется следующим образом. Имеется некоторая совокупность данных по скважинам или точкам опробования, характеризующаяся набором определенных признаков (горно-геологических показателей, измеренных в скважинах). Известно, что эта генеральная совокупность состоит как минимум из двух групп данных, значимо отличающихся друг от друга. Например, имеются скважины, принадлежащие к участкам шахтного поля с тектонической нарушенностью и без таковой. Необходимо на основании некоторой вычислительной процедуры, используя набор признаков, характеризующих одну из групп скважин (эталонная выборка), разделить генеральную совокупность на эти две группы.

Задача дискриминантного анализа состоит в нахождении такой линейной комбинации признаков, которая дает максимальное возможное различие между двумя ранее определенными группами данных. Если удастся найти такую линейную комбинацию (дискриминантную функцию), то



ее можно использовать для отнесения новых скважин (точек опробования) в ту или иную группу, относящуюся, например, к нарушенным или ненарушенным участкам шахтного поля.

Кратко алгоритм определения коэффициентов ЛДФ выглядит следующим образом. Пусть даны две совокупности данных  $U$  и  $V$ . В многомерном наблюдении (скважине) измерено  $k$  характеристик (показателей), на основании значений которых принимается решение о принадлежности данного наблюдения к  $U$  или  $V$ . Обозначим через  $U_{ij}$  и  $V_{ij}$  результаты измерений показателя с номером  $i$  в скважине с номером  $j$ , взятой из первой и второй совокупности соответственно.

$$U = \begin{bmatrix} U_{11}, U_{12}, \dots, U_{1n_1} \\ U_{21}, U_{22}, \dots, U_{2n_1} \\ \dots \\ U_{k1}, U_{k2}, \dots, U_{kn_1} \end{bmatrix}, \quad V = \begin{bmatrix} V_{11}, V_{12}, \dots, V_{1n_2} \\ V_{21}, V_{22}, \dots, V_{2n_2} \\ \dots \\ V_{k1}, V_{k2}, \dots, V_{kn_2} \end{bmatrix}.$$

На основании этих данных вычисляют элементы объединенной выборочной ковариационной матрицы  $B = \|b_{ij}\|$ ,

$$\text{где } b_{ij} = \frac{1}{n_1 + n_2 - 2} \left[ \sum_{t=1}^{n_1} (U_{it} - \bar{U}_i)(U_{jt} - \bar{U}_j) + \sum_{t=1}^{n_2} (V_{it} - \bar{V}_i)(V_{jt} - \bar{V}_j) \right].$$

В этом выражении  $\bar{U}_i = \frac{1}{n_1} \sum_{t=1}^{n_1} U_{it}$ ,  $\bar{V}_i = \frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} V_{it}$ , вектор коэффициентов дискриминантной функции  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$  вычисляют по формуле

$$A = B^{-1}(\bar{U} - \bar{V})$$

Строится линейная дискриминантная функция  $D = \sum_{p=1}^k a_p x_p$  и вычисляется ее пороговое значение по формуле  $D_0 = \frac{1}{2} \sum_{p=1}^k a_p (\bar{U}_p + \bar{V}_p)$ . Если значение дискриминантной функции  $D$ , найденное для новой скважины сравнить с  $D_0$ , то при  $D > D_0$  скважина относится к совокупности  $U$ , а при  $D \leq D_0$  – к совокупности  $V$ .

Пороговое значение ЛДФ  $D_0$  является серединой между проекциями многомерных средних исходных совокупностей на ось ЛДФ. Расстояние между проекциями многомерных средних этих совокупностей есть расстояние Махаланобиса; чем оно больше, тем точнее разграничение совокупностей. Возможность разграничения объектов определяется по критерию Фишера ( $F$ -критерию), то есть проверяется нулевая гипотеза об одно-

родности исходных совокупностей при альтернативе – о значимом их различии. Вычисленное значение  $F$  сравнивается с табличным при 5%-ном уровне значимости. Если  $F_{\text{выч.}} > F_{\text{табл.}}$ , то применение ЛДФ имеет смысл, то есть совокупности различаются друг от друга.

Естественно, что не все переменные, включенные в дискриминантную функцию, в равной степени полезны при разграничении групп друг от друга. Малоэффективные при разделении групп переменные ухудшают качество разделения, их желательно найти и исключить из дальнейшего рассмотрения. Выбор таких переменных аналогичен выбору наименее эффективных зависимых переменных в уравнении множественной регрессии. Однако наша задача более сложная, так как зависимые переменные в дискриминантной функции составлены из разностей многомерных средних независимых переменных классификации. Эти многомерные разности претерпевают не всегда предсказуемые изменения при добавлении или удалении переменных, ухудшающие эффективность разграничения.

Для устранения субъективизма в выборе переменных применяются пошаговые алгоритмы дискриминантного анализа, в которых для выбора порядка добавления переменных используются стандартизованные разности  $D_i = (\bar{U}_i - \bar{V}_i) / \sigma_i$ . Здесь  $\sigma_i$  – объединенное стандартное отклонение переменной  $i$ . Однако эта мера эффективности независимой переменной  $D_i$  не учитывает влияния взаимосвязи переменных и может быть полезна как некоторый общий ориентир эффективности классификации.

Нами предлагается использовать идею пошагового включения наиболее влияющих независимых переменных в дискриминантную функцию на основе метода группового учета аргументов (МГУА), в частности много-рядного алгоритма МГУА. Суть его заключается в следующем.

В качестве опорной функции выбираем линейную дискриминантную функцию двух переменных вида  $D = a_1 X_i + a_2 X_j$ . На первом ряду селекции синтезируется  $C_k^2$  уравнений, где  $k$  – количество переменных классификации:

$$D_1 = a_1 X_1 + a_2 X_2, D_2 = a_1 X_1 + a_2 X_3, \dots, D_s = a_1 X_{k-1} + a_2 X_k, \text{ где } s = C_k^2.$$

Для определения коэффициентов  $a_1, a_2$  применяется описанный выше алгоритм ЛДФ. Для всех линейных комбинаций двух переменных определяется расстояние Махалонобиса, которое является критерием точности разделения. По этому критерию ранжируются все дискриминантные функции и  $k$  лучших из них (по максимальному расстоянию Махалонобиса) принимаются в качестве аргументов на втором ряду селекции.

После этого вычисляются коэффициенты новых ЛДФ:

$$P_1 = a_1 D_1 + a_2 D_2, P_2 = a_1 D_1 + a_2 D_3, \dots, P_s = a_1 D_{k-1} + a_2 D_k.$$

По критерию расстояния Махалобиса вновь ранжируются и пропускаются на третий ряд селекции  $k$  лучших уравнений. Добавление новых переменных продолжается, пока критерий продолжает увеличиваться. В качестве оптимальной ЛДФ принимается уравнение, соответствующее максимальному расстоянию Махалобиса. Так как в каждом уравнении используются две переменные, это позволяет строить надежные зависимости по малому числу данных.

УДК 552.57:550.8

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЛОЕНАКОПЛЕНИЯ ПЛАСТОВ УГЛЕВМЕЩАЮЩЕЙ ТОЛЩИ

*Д.Н. Шурыгин*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Метод фациально-фазового анализа угленосных отложений был разработан в 50-х годах прошлого столетия профессором А.Г. Кобилевым и основывается на следующих положениях [1]. Каждый слой в процессе формирования претерпевает определенную внутрислоевую эволюцию, которая выражается в непрерывном изменении свойств слоя по мощности от нижнего контакта к верхнему. Эта эволюция очень сложна, но постоянно и закономерно проявляется в каждом слое. Вследствие этого возможно в конкретном разрезе определить по характеру этой эволюции в породах не только фацию, но и направленность (трансгрессивную или регрессивную) процессов седиментации. Каждый слой разреза получает свое закономерное место в парагенетическом ряду наслоений, и это положение фиксируется его фазовым индексом.

В слое выделяется ряд типоморфных разностей пород пласта, то есть горных пород, имеющих геологическую самостоятельность несколько меньшую, чем у слоя, со всеми ее свойствами сингенетического, диагенетического, метаморфического, эпигенетического характера, выветривания и т.д. Среди терригенных пород Восточного Донбасса по макропризнакам А.Г. Кобилевым с сотрудниками выделено 7 типоморфных разностей аргиллитов (глинистых сланцев), 10 алевролитов (песчано-глинистых сланцев) и 10 песчаников.

Авторами фациально-фазового анализа был создан ряд литолого-фациальных карт углепромышленных районов Восточного Донбасса. Также ими были проанализированы парагенетические комплексы пород кровли и почвы угольных пластов и составлены описания устойчивых, относительно устойчивых, слабо устойчивых и неустойчивых комплексов. В зависимости от наличия в конкретной породе разреза тех или иных типоморфных разностей пласт при горных работах может вести себя различным образом: от быстрого расслоения на отдельные разности до монолитного состояния с плавным прогибанием в сторону выработанного пространства.

Почти в то же время, в 1949г. академиком А.Н. Колмогоровым была предложена математическая модель слоенакопления без привязки к конкретному процессу седиментогенеза [2]. В ней учитывался механизм сокращения первоначальной мощности слоя, как вследствие размыва при поднятии поверхности седиментации выше уровня воды, так и уплотнения под действием собственной массы накапливающегося осадка. В каждый элементарный период слоеобразования формируется промежуточная мощность  $i$ -го слоя. Слой с номером  $i$  может быть полностью или частично размыв и спустя несколько элементарных периодов слоеобразования, но если этого не произошло, то предполагается, что в дальнейшем  $i$ -й слой не размывается и окончательно закрепляется в разрезе.

Механизм накопления и механизм размыва слоя определяются фациальными условиями и различны для каждого литогенетического типа отложений, при этом условия осадконакопления определяют модель аппроксимации распределения промежуточных мощностей слоев конкретной плотностью вероятности.

А.Н. Колмогоров определяет слоенакопление как вероятностный процесс, при этом промежуточная мощность слоя  $\delta_t$  является случайной величиной. Значение  $\delta_t$  в фиксированный момент времени  $t$  представляет собой элементарное событие. Закон распределения промежуточной мощности слоя может быть задан плотностью распределения  $g(x)$ . Окончательные мощности слоев, наблюдаемые в разрезе, также являются реализациями случайной величины с плотностью распределения  $f(x)$ .

Вероятностным критерием стабильности слоенакопления является вероятность  $P$  окончательного сохранения в разрезе слоя конечной мощности. Модель А.Н. Колмогорова позволяет вычислить как суммарную мощность размывных в процессе слоенакопления отложений, так и среднее число размывных слоев. Схема формирования пласта в разрезе по предложенной модели отражена на рис. 1.

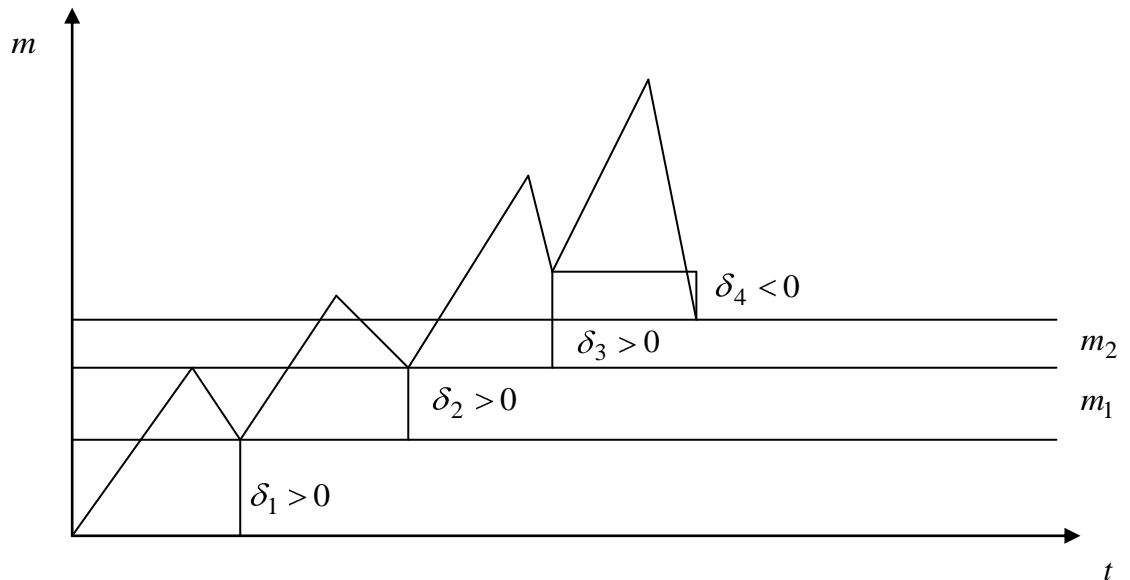


Рис. 1.

Основные параметры модели А.Н. Колмогорова определяются по следующим формулам

$f(x) = P \cdot s(x)$  – плотность распределения мощности слоя в разрезе;

$P = \int_{-\infty}^{\infty} s(x) dx$  – вероятность окончательного сохранения слоя в разрезе;

$$s(x) = g(x) + \int_{-\infty}^0 g(u_1)g(x-u_1)du_1 + \dots \int_{-\infty}^0 \dots \int_{-\infty}^0 g(u_1)g(u_2)\dots g(u_n)g(x-u_1-u_2-\dots-u_n)du_1du_2\dots du_n,$$

где  $g(x)$  – плотность распределения промежуточных мощностей слоя  $\delta_t$ .

Анализ рассмотренного математического аппарата позволил выявить его соответствие с геологическими понятиями фациально-фазового анализа и осуществить формализацию, результаты которой приведены в табл. 1.

Таблица 1

### Формализация основных понятий фациально-фазового анализа

Фациально-фазовый анализ угленосных отложений А.Г. Кобилева	Модель слоенакопления А.Н. Колмогорова
Типоморфная разность пород пласта	Промежуточная мощность слоя $\delta_t$
Условия осадконакопления (фации)	Плотность распределения вероятностей промежуточных мощностей слоя $g(x)$
Фаза (регрессия или трансгрессия), тектонический режим	Вероятность сохранения слоя $P$ Мера размыва слоя $1 - P$
Распределение мощности пласта по латерали	Плотность распределения вероятностей мощности пласта в разрезе $f(x)$

Пример одного из возможных вариантов формирования пласта аргиллита в кровле угольного пласта Восточного Донбасса (типomorphicные разновидности пласта взяты из [2]) с учетом математической модели слоенакопления приведен на рис. 2.

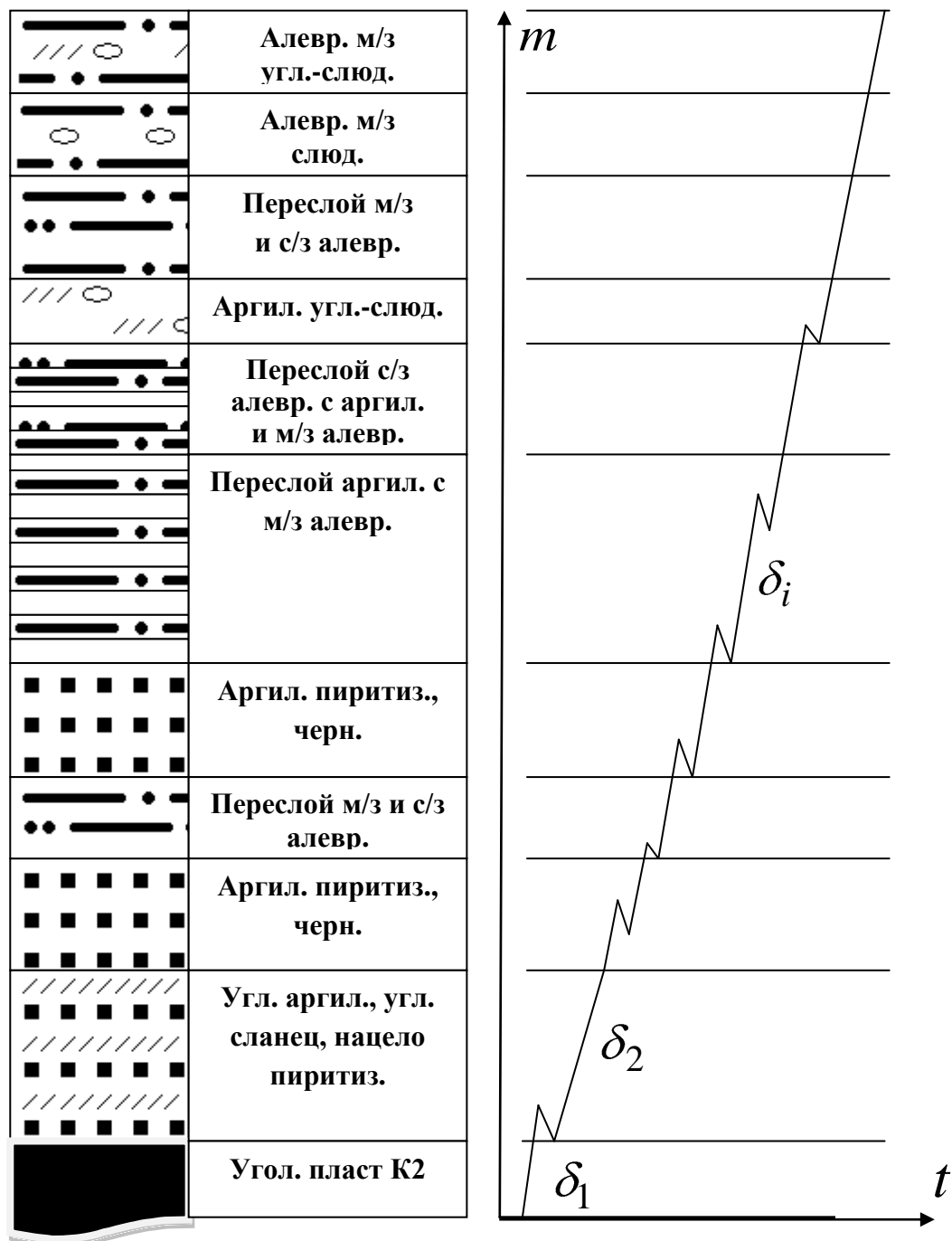


Рис. 2. Разрез аргиллита кровли пласта К2 в лаве 132 шх. «Антрацит»  
(мощность – 0,2м)

Вероятностную модель слоенакопления пласта можно обобщить на случай нескольких парагенетически связанных пластов. В этом случае на угольных месторождениях в разрезе выделяют парагенетические комплексы

сы пород кровли и почвы, а также углевмещающие ритмы. Такие совокупности пластов характеризуются совместной плотностью распределения мощностей, при этом значения мощностей представляются реализациями случайной величины.

Это позволяет выполнить дополнительную проверку точности найденных по модели А.Н.Колмогорова плотностей распределения окончательных мощностей пластов в разрезе  $f_i(x_i)$  по совместной плотности распределения мощности пластов в углевмещающем ритме  $h(x_1, \dots, x_n)$ .

$$f_i(x_i) = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} h(x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_{i-1} dx_{i+1} \dots dx_n .$$

Одновременно можно проверить независимость случайных величин (мощностей пластов) по формуле

$$h(x_1, \dots, x_n) = f_1(x_1) f_2(x_2) \dots f_n(x_n) .$$

После проверки на независимость становится возможным построение регрессионной зависимости между мощностью угольного пласта и мощностями пород углевмещающего ритма. Для этого можно использовать различные математические методы, в частности, метод группового учета аргументов (МГУА), хорошо зарекомендовавший себя при прогнозировании морфологии ряда шахтных полей Восточного Донбасса [3].

На основании вышеизложенного можно сформулировать методику моделирования углевмещающей толщи:

1. Определение плотности распределения мощности пласта  $f(x)$  в ритме с учетом фациально-фазового анализа формирования месторождения.

2. Проверка правильности определения плотностей  $f_i(x_i)$  и их корректировка с учетом совместной плотности распределения мощности пластов в углевмещающем ритме  $h(x_1, \dots, x_n)$ .

3. Проверка независимости мощностей пластов в ритме и построение регрессионной зависимости между мощностью угольного пласта и мощностями пород углевмещающего ритма на основе МГУА.

4. Построение разрезов углевмещающего ритма с учетом регрессионных зависимостей между пластами, то есть выполнение принципа наследования пород и одновременного учета характеристик ритма при картировании морфологии конкретного пласта.

#### Литература

1. Кобилев А.Г., Лось М.М. Методика литолого-фациального прогноза условий разработки угольных пластов. – М.: Недра, 1976. – 73 с.
2. Колмогоров А.Н. Теория вероятностей и математическая статистика: [Сб. статей]. – М.: Наука, 1986. – С. 335-339.
3. Калинин В.М. Математическое моделирование и прогноз показателей месторождений: справочник. – М.: Недра, 1983. – 319 с.

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СКРЫТЫХ ТОПОПОВЕРХНОСТЕЙ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ ПОРОД (НА ПРИМЕРЕ АРГАМАЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ)**

*Д.Н. Шурыгин, Г.А. Белоконев*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Аргамачское месторождение известняков расположено на окраине г. Ельца, Липецкой области. Продуктивная толща представлена известняками верхнего девона, мощностью от 10 до 50 м с мергелистыми включениями до 20-25 % от всей массы известняков. Добыча полезного ископаемого производится открытым способом. С целью планирования горных работ необходимо иметь планы вскрышных пород и скрытых топоповерхностей кровли и изомощности продуктивной толщи.

Топографическая поверхность отражает взаимосвязь некоторого параметра осадочной толщи пород с его пространственными (чаще плановыми) координатами. На месторождении известняков методом группового учета аргументов (МГУА) была построена математическая модель кровли известняка. Среднеквадратическое отклонение расчетных значений отметок кровли залежи от их фактических данных составила 2,19 м, что соответствует точности 94,4 %. Таким образом, геометрически правильная модель (уравнение) в относительно простых и однородных условиях залегания достаточно точно представляет геометрически неправильную реальную топоповерхность.

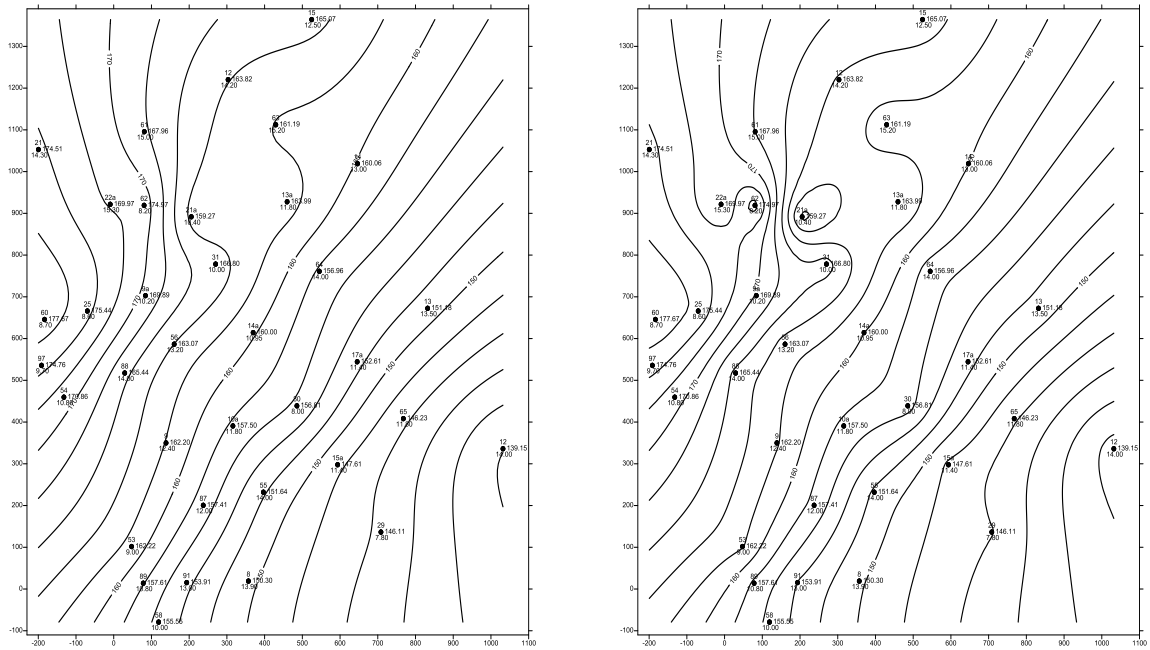
Программный пакет «Surfer» позволяет строить топоповерхности объектов различными математическими методами, из которых наиболее широко применяемыми являются Kriging, Radial Basis Function и Triangulation. На рис. 1- 4 показаны планы топоповерхностей, построенные этими методами. В табл.1 приведены отклонения значений математических моделей от их фактических величин в точках топоповерхности.

Как видно из приведенных, данных наиболее сглаженными являются модели, построенные методом Radial Basis Function, однако и их отклонения от фактических значений топоповерхности являются наибольшими.

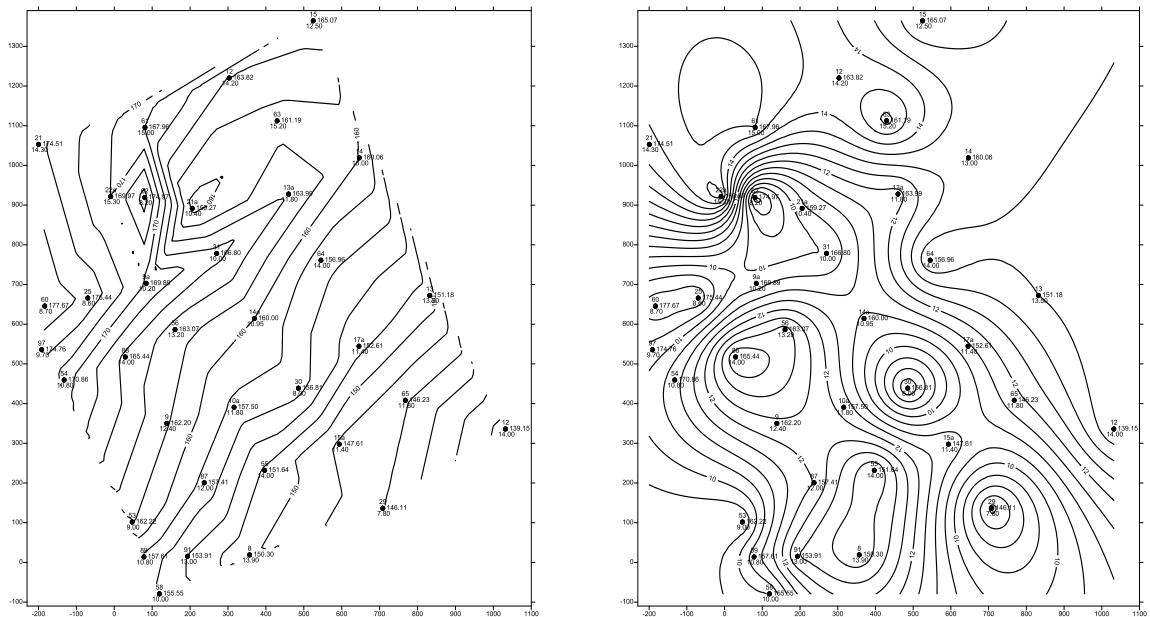
Метод Triangulation не позволяет оценить отклонения в краевых точках топоповерхности. Метод Kriging оптимальным образом строит модель с наименьшими отклонениями от их реальных значений, что позволяет ре-



комендовать его в качестве основного при построении скрытых топоповерхностей.



**Рис. 1-2. Карты изолиний кровли залежи известняка ((Radial Basis Function и Kriging)**



**Рис. 3 - 4. Карты изолиний кровли залежи известняка (Triangulation) и изолиний мощности вскрыши (Kriging)**

**Количественные характеристики математических моделей  
топоповерхностей**

№ точки	Kriging		Radial Basis Function		Triangulation	
	$\delta$	$\delta^2$	$\delta$	$\delta^2$	$\delta$	$\delta^2$
21	0,0280	0,0008	0,1568	0,0246		0,0000
61	-0,0511	0,0026	-0,3414	0,1165	-0,0826	0,0068
12	-0,0258	0,0007	-0,2671	0,0714	-0,1659	0,0275
15	0,0631	0,0040	0,5591	0,3126		0,0000
22a	-0,2946	0,0868	-1,9247	3,7046	-0,0478	0,0023
62	0,7006	0,4909	4,1906	17,5608	0,4867	0,2368
63	-0,0884	0,0078	-0,7737	0,5987	-0,0888	0,0079
21a	-0,8292	0,6875	-4,4191	19,5283	-0,5309	0,2819
13a	0,0581	0,0034	1,4400	2,0737	0,0594	0,0035
14	0,0221	0,0005	0,1745	0,0304	0,1295	0,0168
25	0,0898	0,0081	1,0031	1,0061	0,1142	0,0130
9a	0,0808	0,0065	0,5201	0,2705	0,1251	0,0157
31	0,1931	0,0373	2,0142	4,0571	0,1993	0,0397
56	-0,1538	0,0236	-0,9164	0,8399	-0,1201	0,0144
64	-0,1275	0,0163	-0,8116	0,6586	-0,0657	0,0043
9	0,0416	0,0017	0,2950	0,0870	0,0230	0,0005
10a	-0,0244	0,0006	-0,1820	0,0331	-0,0282	0,0008
30	0,2159	0,0466	1,3116	1,7204	0,1770	0,0313
17a	0,0089	0,0001	0,0754	0,0057	0,0037	0,0000
13	0,0423	0,0018	0,2455	0,0603	0,3110	0,0967
87	0,0510	0,0026	0,4321	0,1867	0,0152	0,0002
55	-0,0937	0,0088	-0,5963	0,3555	-0,1274	0,0162
15a	-0,0762	0,0058	-0,8725	0,7612	-0,0980	0,0096
65	-0,0265	0,0007	-0,2374	0,0564	-0,0661	0,0044
91	-0,0897	0,0080	-0,5850	0,3422	-0,1164	0,0135
58	0,0138	0,0002	0,0534	0,0029		0,0000
8	-0,0200	0,0004	-0,2200	0,0484	-0,4005	0,1604
29	0,0490	0,0024	0,5006	0,2506		0,0000
12	-0,1097	0,0120	-0,9345	0,8732		0,0000
89	-0,0828	0,0069	-0,4929	0,2429		0,0000
60	0,1010	0,0102	0,8787	0,7722	0,4701	0,2210
53	0,1507	0,0227	0,9847	0,9697	0,3588	0,1287
14a	-0,0465	0,0022	-0,2245	0,0504	-0,0209	0,0004
88	-0,1406	0,0198	-1,1120	1,2366	-0,1035	0,0107
54	-0,0175	0,0003	-0,1721	0,0296	-0,2256	0,0509
97	0,0311	0,0010	0,2355	0,0555		0,0000
Ср. кв. откл.:		1,2375		7,6808		1,1900

УДК. 622.25.(06)

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРЕПИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ, СООРУЖАЕМЫХ СПОСОБОМ БУРЕНИЯ**

*Ф.И. Ягодкин, М.С. Плешко, Д.А. Соломойченко*

Шахтинский институт (филиал)

Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)

Анализ ввода новых мощностей в ведущих угледобывающих странах показал, что строительство вертикальных стволов способом бурения получает все большее распространение и является надежным и эффективным в различных горно-геологических условиях.

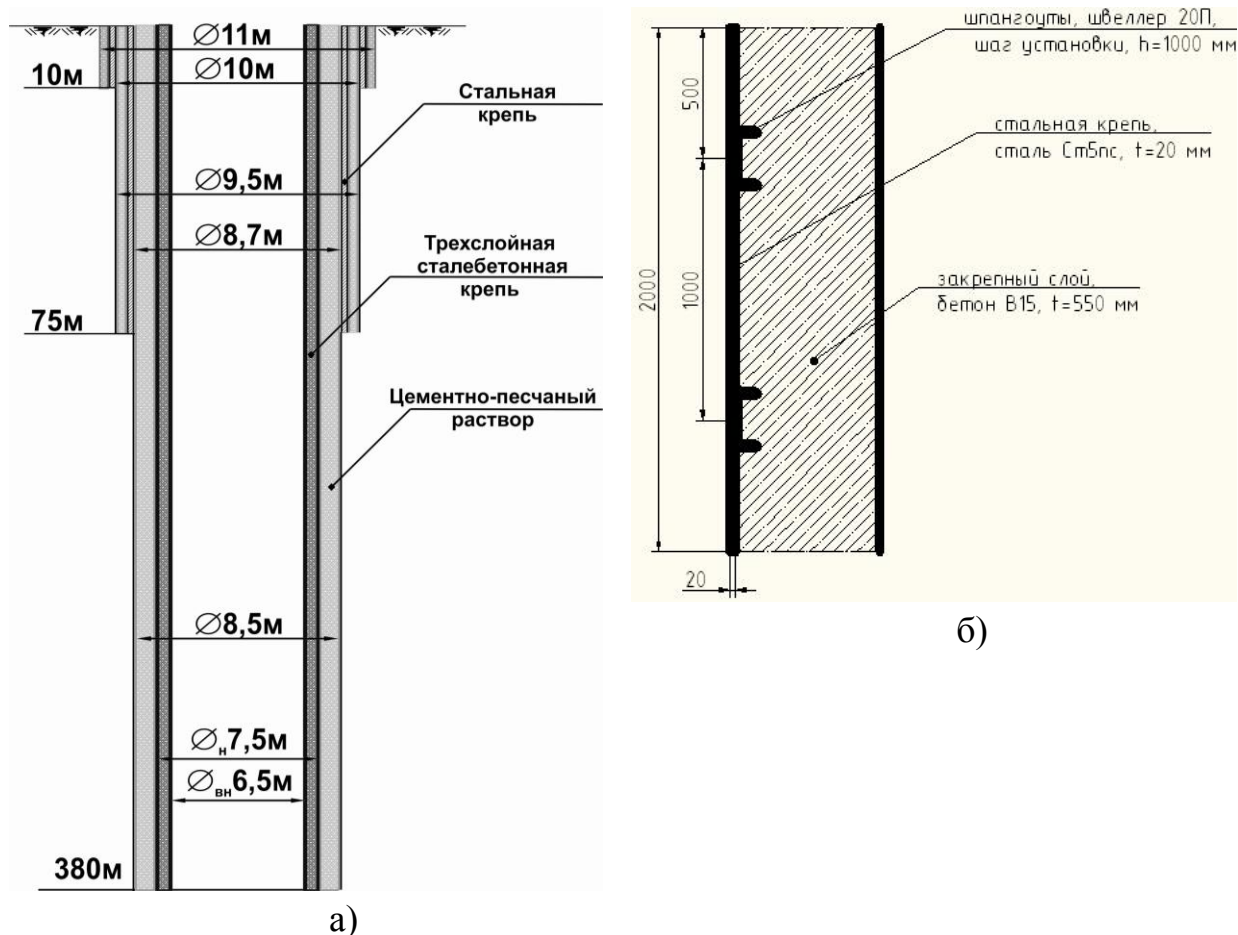
По сравнению с буровзрывным способом проходка бурением имеет ряд преимуществ: совмещение во времени процессов разрушения и уборки породы, отсутствие влияния от взрыва на окружающие ствол породы, отсутствие людей в забое и, как следствие, большая безопасность ведения работ, значительно менее тяжелые условия труда, большая экономическая эффективность вследствие сокращения сроков строительства ствола и меньшей численности персонала.

При участии авторов в ООО «НТЦ «Наука и практика» разработан проект строительства скипового ствола №1 горно-обогатительного комбината «Гарлыкского месторождения калийных солей» диаметром в свету 6,5 м и глубиной 364,4 м. Породы в зоне строительства отнесены к IV категории устойчивости [1] и сложены преимущественно каменными солями, сильвинитами, аргиллитами и алевролитами малой прочности. Ситуация осложняется наличием 5 водоносных горизонтов и расположением ствола в сейсмически активном районе с величинами расчетных нагрузок на крепь от сейсмического воздействия в пределах 0,03 - 0,28 МПа.

В данных условиях принято применять многослойные конструкции крепи высокой несущей способности с податливыми слоями. В то же время наличие такого слоя приводит к увеличению диаметра ствола в черне, что затрудняет его сооружение способом бурения и приводит к увеличению затрат. Поэтому было принято решение по усилению внутренней стальной крепи шпангоутами, отказу от традиционного податливого слоя в пользу закрепного слоя цементно-песчаного раствора. Разработанная конструкция крепи приведена на рис. 1.

Рассмотрим особенности расчета крепи. Согласно [2] с точки зрения работы крепи ствола, сооружаемого бурением, выделяем три основные стадии проходки ствола. На первой стадии происходит бурение ствола, при этом ствол заполнен глинистым раствором с объемным весом

$\gamma_w=0,01 - 0,013 \text{ МН/м}^3$ . На контуре сечения ствола напряжения уменьшаются от напряжений в нетронutom массиве  $\lambda\gamma H$  до величины гидростатического давления промывочного раствора  $\gamma_w H_w$ , где  $H_w$  – высота столба раствора.



**Рис. 1. Разработанная конструкция крепи скипового ствола №1:**  
а) разрез по стволу; б) конструкция звена трехслойной крепи

На второй стадии в стволе монтируется колонна крепи и зазор между крепью и породой цементируется.

На третьей стадии происходит откачка раствора из ствола, которая приводит к деформированию крепи. Этот процесс рассматривается как прикладывание к внутреннему контуру сечения крепи снимаемых напряжений, определяемых из выражения

$$P^{(1)} = -\gamma_w H_w.$$

С учетом этого напряжения на контактах слоев крепи находятся как сумма начальных и снимаемых по формулам:

$$P_{0(1)} = \gamma_w H_w \left( -K_{0(1)}^* \right); \quad P_{0(2)} = \gamma_w H_w \left( -K_{0(1)}^* \cdot K_{0(2)}^* \right)$$

и т.д. в зависимости от числа слоев крепи;

Радиальные напряжения на контакте стальной крепи с закрепным слоем определяем по формуле

$$p_{0(i)} = \gamma_w H_w \left( -K_{0(i)}^* \right)$$

Нормальные тангенциальные напряжения соответственно на внутреннем и внешнем контурах сечения стальной крепи находим из выражения

$$\sigma_{in} = \frac{p_{0(i)} \cdot m_1}{K_y}; \quad \sigma_{ex} = \frac{p_{0(i)} \cdot m_1'}{K_y},$$

где  $m_1$ ,  $m_1'$  – коэффициенты, учитывающие геометрические параметры крепи,  $K_y$  – коэффициент усиления, учитывающий влияние шпангоутов на снижение напряжений в стальной крепи.

На основании приведенного алгоритма выполнены расчеты и построены усредненные эпюры напряжений в слоях трехслойной крепи. Анализ полученных данных показал, что максимальные напряжения в слоях крепи не превышают расчетных сопротивлений материалов крепи (сталь,  $\sigma_T=285$  МПа; слой бетона В25,  $R_b=14,5$  МПа), что свидетельствует о ее достаточной несущей способности.

В целом разработанные технические и технологические решения позволяют до 30 % уменьшить себестоимость работ и практически вдвое сократить сроки строительства.

#### Литература

1. СНиП II-94-80. Подземные горные выработки / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1982. – 31 с.
2. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1994. – 382 с.

УДК 614.8

**НАУЧНЫЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИИ***Г.М. Ахмадиев*

Приволжский федеральный университет в Елабуге

В настоящее время в период современного этапа развития промышленного производства в России характеризуется усложнением технологических процессов. В это время активно развиваются такие отрасли промышленности как нефтеперерабатывающая, газовая, химическая, деревообрабатывающая, металлургическая и др. Предприятия данных отраслей промышленности относятся к высокорисковым объектам [1], на которых возможно возникновения техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС). По статистическим данным, ежегодно прирост техногенных ЧС составляет 30-35%. Основными причинами их возникновения являются:

- износ технологического оборудования;
- промышленный запуск неотработанных технологий;
- недостаточный квалификационный уровень персонала промышленного предприятия.

Повышение безопасности в техносфере может быть достигнуто за счёт обновления технологического оборудования высокорисковых объектов. Однако на это требуются существенные финансовые затраты, а также наличие необходимого промышленного потенциала, обеспечивающего производство нового технологического оборудования. Поэтому такой способ повышения техносферной безопасности в настоящее время нереализуем.

Реально повысить уровень обеспечения безопасности при возникновении техногенных ЧС возможно за счёт создания и внедрения на объектах быстродействующих автоматизированных информационно-управляющих систем (АИУС) интегральной безопасности высокорисковых объектов.

В настоящее время АИУС обеспечения безопасности высокорисковых объектов [1] формируются, используя принцип комплексного построения систем. При этом в неё включается большое количество (до 50-ти) подсистем, например, таких как:

- управление доступом на объект;
- защита от террористических действий;

- обеспечение пожаро- и взрывобезопасности;
- радиационная безопасность;
- химическая безопасность;
- экологической безопасности;

и другие необходимые системы, которые в аппаратном плане создаются по дискретному принципу. При этом анализ поступающей информации лицом, обеспечивающим безопасность объекта, осуществляется последовательно, исходя из установленной очереди поступления сообщений от подсистем. В этом случае при возникновении чрезвычайной ситуации система оперативно не может обеспечить безопасность промышленного персонала и технологического оборудования. В случае возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с взрывами на высокорисковом объекте, определяющим становится такой фактор, как время реагирования на возникновение избыточного давления. Обеспечить безопасность при данных ЧС могут только быстродействующие автоматизированные информационно-управляющие системы обеспечения безопасности объектов.

Для повышения быстродействия автоматизированных информационно-управляющих систем интегральной безопасности научно обоснована [1] возможность их создания на единой программно-аппаратной и информационной базе. В таких системах, получивших название интегрированных, анализ информации, поступающих от подсистем, осуществляется в комплексе, одновременно от нескольких (в предельном случае, всех) подсистем. Также при таком построении при необходимости информационный ресурс одной подсистемы или всех может быть перенаправлен для повышения эффективности функционирования другой подсистемы. Например, при воздействии избыточной освещённости на видеосистему подсистема управления доступом на объект на экране монитора перестаёт формировать контрастное изображение. Это происходит из-за того, что недостаточно мощности компьютерной составляющей АИУС для формирования контрастного изображения. Поэтому для его формирования необходимо увеличить производительность данной подсистемы за счёт дополнительного использования мощностей других

подсистем. Такое перераспределение мощностей подсистем возможно только при построении их по интегральному принципу.

Однако, в работах [1,2], посвященных применению АИУС, отсутствуют научные основы проектирования, обеспечение надёжности и устойчивости функционирования таких систем. Решение данных проблем возможно на основе разработки специальных методов моделирования работы систем. Созданию методологических основ, включающих в себя данные

методы и принципы построения отдельных элементов систем, а также действия персонала, обеспечивающего безопасность высокорискового объекта, посвящена настоящая работа. Общий принцип построения быстродействующей АИУС обеспечения интегральной безопасности высокорискового объекта представлен в [3]. В её структуре предусмотрено наличие двух обязательных составляющих обеспечения безопасности: автоматической и автоматизированной систем. Система автоматического управления позволяет повысить устойчивость функционирования АИУС при возникновении ЧС, связанных со взрывами. Оно достигается за счёт использования исполнительных элементов, имеющих физико-технические характеристики, существенно превышающие характеристики существующих элементов [5]. При дефлаграционном взрыве время срабатывания системы автоматического управления детектирование избыточного давления не должно превышать 0,1 мкс [6].

Таким образом, физическая устойчивость АИУС определяется данным параметром. Устойчивое функционирование подсистем является одним из основных вопросов обеспечения интегральной безопасности высокорисковых объектов, которое необходимо уметь моделировать. При проектировании АИУС интегральной безопасности высокорисковых объектов необходимо использовать фрактальный принцип построения подсистем, что позволяет повысить её функциональную надёжность при дестабилизирующих факторах различного характера [4].

Моделирование работы сложных систем, к которым можно отнести и АИУС интегральной безопасности высокорисковых объектов, является эффективным методом их исследования.

Таким образом, представленные методологические основы проектирования и оценки надёжности АИУС интегральной безопасности высокорисковых объектов позволяют моделировать процесс функционирования и обеспечения безопасности при возникновении ЧС техногенного характера.

#### Литература

1. Топольский Н.Г., Блудчий Н.П. Основы обеспечения интегральной безопасности высокорисковых объектов. – М.: МИПБ МВД России, 1998.
2. Топольский Н. Г., Блудчий Н. П., Мосягин А. Б. Интегральная безопасность промышленно-технических объектов // Безопасность жизнедеятельности. – №8. – 2001.
3. Бутузов С. Ю. Энтропийный метод определения эффективности функционирования информационных каналов автоматизированных комплексных систем безопасности промышленных предприятий // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, №1-2 (11-12), 2006 – С.-П.: С.-П. университет ГПС МЧС России, 2006.
4. Бутузов С. Ю. Устойчивость функционирования каналов передачи информации автоматизированных комплексных систем безопасности // Там же.



5. Топольский Н.Г., Бутузов С.Ю., Членов А.Н. Тепловой пожарный извещатель // Патент на изобретение №2181505 МПК7 G08B17/06. – М.: ФИПС, 2001.
6. Ударные волны и экстремальные состояния вещества // Под ред.. Фортова В.Е. – М.: Наука, 2000.
7. Вильсон А. Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем. – М.: Наука.

УДК 628.4.032

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ВЫБОРА МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

*В.И. Беспалов, О.Н. Парамонова*

Ростовский государственный строительный университет

Разнообразие видов твердых бытовых отходов (ТБО), усложнение и непостоянство их состава и свойств, все увеличивающиеся объемы их образования привели к тому, что в настоящее время проблема утилизации ТБО является одной из важнейших в системе городского хозяйства.

Существующие системы управления ТБО показали свою неэффективность по следующим позициям:

- экологической, требующей соблюдения и обеспечения экологических и санитарно-гигиенических требований на каждом этапе обращения с отходами;
- экономической, предполагающей организацию финансовых потоков и стимулирование всех участников процесса управления ТБО;
- социальной, основанной на пропаганде и рекламе экологически безопасных и экономически эффективных способов сбора, транспортировки и использования отходов и изделий из них среди населения и работников;
- технологической, предполагающей организацию сбора ТБО, транспортировку отходов с учетом перегрузочных станций, применение современных технологий переработки и сжигания отходов, организацию системы использования вторичных ресурсов, создание полигонов захоронения отходов, отвечающих требованиям охраны окружающей среды и др.

В связи с этим появилась необходимость изучения систем управления ТБО, выявления их положительных и отрицательных сторон, а также разработки наиболее эффективного механизма рационального обращения с ТБО.

Основным направлением существующих систем управления, как показал проведенный нами анализ, является минимизация ТБО, направляющихся на захоронение. Достижение этой цели в каждой системе управления рекомендуется различным образом и при этом не всегда учитывается экологическая, а тем более социальная составляющая проблемы. Каждая

из систем управления в той или иной мере включает рассмотрение социального, экологического, экономического аспекта проблемы обращения с ТБО, однако ни одна из них не содержит критериев выбора методов утилизации ТБО с перечисленных выше позиций.

Выбор оптимальной технологии обезвреживания ТБО является наиболее ответственным этапом в разработке системы управления ТБО населенного пункта. Для того чтобы выбрать оптимальную технологию переработки ТБО, нужно провести эколого-экономический анализ возможных технологий; проанализировать особенности климата, перспективы застройки, инфраструктуру, изменение численности населения в регионе; оценить объем и морфологический состав ТБО, их физико-химические характеристики, гидрологические характеристики территорий под объектами переработки ТБО и т. д.

Изучение литературных источников позволило заключить, что существуют различные показатели оценки такие, как социальная, экономическая, экологическая эффективность деятельности (методов), предотвращенный ущерб, экологическая и социальная безопасность, образование отходов на единицу продукции и на одного жителя, и др.

Критерии, определяющие выбор оптимальной технологии, должны учитывать интересы всех участвующих сторон и базироваться на следующих показателях:

1. высокая эффективность технологических и конструктивных решений (простота и надежность обслуживания, безопасность, эффективность, КПД оборудования и процессов);
2. низкие капиталовложения и малые сроки окупаемости установок, приведенные стоимостные удельные затраты на обезвреживание единицы массы ТБО;
3. экологическая приемлемость с точки зрения снижения загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы;
4. санитарная и эпидемиологическая безопасность процессов сбора, транспортирования, сортировки, обезвреживания и утилизации отходов;
5. степень выполнения природоохранных норм по экологической защищенности объектов окружающей среды, включая газоочистку, удаление получаемых продуктов переработки ТБО и очистку сточных вод.

Основываясь на перечисленных выше показателях, нами предложены следующие критерии, разбитые на три группы: экологические, экономические и социальные.

1. Экологические: образование отходов на единицу продукции и на одного жителя; экологический эффект; предотвращенный экологический ущерб; экологическая эффективность и др.

Показатели качества окружающей среды непосредственно влияют на состояние здоровья населения, на привлекательность данной территории для проживания.

2. Социальные: показатели здоровья и продолжительность жизни; занятость населения; готовность населения на самоограничения по экологическим причинам; социальная эффективность и др.

3. Экономические: эффективность технологий переработки отходов; экономия затрат на платежах за размещение отходов; затраты на переработку отходов; зависимость от внешних потребителей продукции (из вторичных материальных ресурсов); экономический ущерб от деградации почв; экономический ущерб от загрязнения земель; экономическая эффективность и др.

Несмотря на перечисленные выше критерии, отдельное их использование не позволит обосновано выбрать тот или иной метод утилизации отходов, поэтому дальнейшей целью нашей работы является систематизация и уточнение перечня критериев, на основе чего планируется разработать социо-эколого-экономический механизм рационального обращения с ТБО на территории крупных городов.

#### Литература

4. Беспалов В.И., Парамонова О.Н. Анализ подходов к организации систем управления твердыми бытовыми отходами // Известия Ростовского государственного строительного университета. Научно-технический журнал. – Ростов-на-Дону. – № 14. – 2011.
5. [www.waste.ru](http://www.waste.ru)
6. Ruta Bendere. Waste management. Riga, Latvia, 2003.

УДК 553.697.3

## **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА НА САМОЧУВСТВИЕ РАБОТНИКОВ ОКРАСОЧНЫХ УЧАСТКОВ**

*В.И. Беспалов, Н.С. Самарская*

Ростовский государственный строительный университет

Среди факторов, влияющих на здоровье трудоспособного населения, значительное место принадлежит вредным условиям труда. В общей структуре профессиональной заболеваемости ведущие места занимают заболевания, связанные с воздействием физических факторов. Степень воздействия физических факторов и, как правило, нарушение нормативных параметров воздуха рабочей зоны обусловлено, в основном, спецификой технологиче-

ских процессов и техническим состоянием производственного оборудования. Так, например, на некоторых окрасочных участках зачастую нарушены нормативные параметры микроклимата и, прежде всего, превышена температура воздуха рабочей зоны на 5-15 °С [1]. Повышенная температура воздуха рабочей зоны обусловлена сушкой изделий при температуре 40-80 °С, использованием подогретых лакокрасочных материалов, а повышенная влажность – наличием агрегатов для обезжиривания и мытья, гидрофильтров, рабочих мест для мокрого шлифования. Скорость движения воздуха на окрасочных участках, как правило, в пределах допустимых норм или немного превышена в теплый период года. Температура воздуха рабочей зоны в совокупности с относительной влажностью и скоростью движения воздуха оказывают воздействие на тепловое состояние организма и влияют на производительность труда работников окрасочных участков.

Влияние повышенной температуры окружающего воздуха на человеческий организм связано, в первую очередь, с расширением кровеносных сосудов кожи. Под действием повышенных температур воздуха кровеносные сосуды кожи расширяются, в результате чего увеличивается поток крови к поверхности тела и увеличивается теплоотдача от поверхности тела. У людей, попавших в условия «перегрева», повышается температура тела, резко снижается работоспособность, появляется повышенная раздражительность. На диаграмме (рис. 1) приведена зависимость производительности труда от изменения температуры воздуха рабочей зоны [2]. Как видно из графика, наблюдается резкое падение показателей производительности труда при превышении температуры более 26 °С.



**Рис. 1. Зависимость производительности труда от изменений температуры воздуха рабочей зоны**

Переносимость человеком температуры в значительной мере зависит от влажности и скорости окружающего воздуха.

Повышенная влажность ( $\varphi > 85\%$ ) в рабочей зоне окрасочных участков затрудняет теплообмен между организмом человека и внешней средой вследствие уменьшения испарения влаги с поверхности кожи.

Движение воздуха в производственном помещении улучшает теплообмен между телом человека и внешней средой, но излишняя скорость движения воздуха (сквозняки) повышает вероятность возникновения простудных заболеваний.

Параметры микроклимата воздействуют на работников окрасочных участков чаще всего суммарно, взаимно усиливая, или ослабляя друг друга, что, в свою очередь, влияет на их самочувствие. Зависимость субъективных ощущений человека от параметров воздушной среды представлена в таблице 1 согласно [2].

Таблица 1

**Зависимость субъективных ощущений человека  
от параметров воздушной среды**

Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Субъективные ощущения
21	40	Наиболее приятное состояние
	75	Хорошее, спокойное состояние
	85	Отсутствие неприятных ощущений
	90	Усталость, подавленное состояние
24	20	Отсутствие неприятных ощущений
	65	Неприятные ощущения
	80	Потребность в покое
	100	Невозможность выполнения тяжелой работы
30	25	Отсутствие неприятных ощущений
	50	Нормальная работоспособность
	65	Невозможность выполнения тяжелой работы
	80	Повышение температуры тела
	90	Опасность для здоровья

По данным таблицы 1 видно, что наиболее неблагоприятными для здоровья и производительности труда являются повышенные значения температуры и относительной влажности воздуха. На окрасочных участках повышенный температурно-влажностный фон усугубляют пары растворителей и красочный аэрозоль, попадающие в воздух рабочей зоны в процессе нанесения лакокрасочных покрытий.

Таким образом, можно заключить, что эффективный и безопасный труд возможен только на рабочем месте, условия труда которого отвечают всем государственным нормативным требованиям охраны труда, то есть обеспечивают безопасные и безвредные условия труда.

#### Литература

1. Самарская Н.С. Экологически безопасная энергосберегающая вихревая технология в системах обеспечения требуемых параметров микроклимата // Известия Ростовского государственного строительного университета. Научно-технический журнал. – Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2006.
2. Ананьев В.А., Балужева Л.Н., Мурашко В.П. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Новая редакция [Текст]: – М.: Техносфера, 2008. – 504 с.

УДК 628.31

## К ВОПРОСУ ОБ ОЧИСТКЕ ПАВ-СОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

*В.Ю. Борисова*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

В настоящее время высоко значение защиты окружающей среды от загрязнения, в частности, химическими веществами. Известно выражение, что химия нас спасёт, но она же нас и погубит, которое полностью соответствует действительности. Появляется всё больше веществ, которые одновременно помогают людям в отдельных аспектах его жизнедеятельности, но также создают и новые проблемы. Например, загрязнение окружающей среды сточными водами, содержащими химические вещества, и осадки после их очистки.

Одной из больших групп загрязнителей литосферы, гидросферы являются поверхностно-активные вещества (ПАВ). Они представляют собой органические соединения, молекулы которых имеют дифильное строение и высокую молекулярную массу. Традиционным примером ПАВ могут служить обычное мыло (смесь натриевых солей жирных карбоновых кислот – олеата, стеарата и т.п. натрия) и СМС (синтетические моющие средства), а также спирты, карбоновые кислоты, амины и т.п. ПАВ могут также содержать отбеливающие вещества, ингибиторы коррозии, ферменты, душистые вещества, которые активно усиливают действие других загрязняющих веществ.

Рассмотрим такой пример: водоём, имеет свои защитные силы и обладает способностью к самоочищению. Самоочищение происходит за счет разбавления, оседания частиц на дно и формирования отложений, разло-

жение органических веществ за счет действия микроорганизмов. Если водоем «справляется» с массой поступивших загрязнений, то азотсодержащие органические вещества превращаются в диоксид углерода, аммиак и его соли на 7-12 сутки. Далее содержание аммиака и его солей начинает падать, так как наступает вторая фаза, и соли аммиака превращаются в нитриты на 25-27 сутки. А дальше концентрация нитритов начинает падать, потому что нитриты превратятся в нитраты на 32-35 сутки. То есть в идеале весь процесс самоочищения с азотсодержащими органическими соединениями заканчивается примерно за месяц. Но в случае с ПАВ ситуация сложнее. В качестве связующих элементов ПАВ служат полифосфаты. При гидролизе последних образуются продукты, которые не представляют угрозы для человека и животных, обитающих в воде. Однако следует учитывать действие фосфора на растения, что является основой эвтрофирования водоемов. Избыток фосфора инициирует следующую цепь взаимодействий: бурный рост водорослей и растений – отмирание их – гниение – обеднение водоемов кислородом – заболачивание – изменение состава водных организмов. И если в настоящее время очистка сточных вод от ПАВ может быть обеспечена с помощью реагентов, ионообменных смол, обработкой обратным осмосом, то вопрос об утилизации отходов ПАВ остаётся открытым и требует большого внимания.

Получающиеся в результате очистки ПАВ-содержащих сточных вод осадки являются токсичными и имеют 2,3 классы опасности в зависимости от производств и самих разновидностей ПАВ. Существуют предпосылки использования ПАВ-содержащих осадков в качестве вторичного сырья при производстве жидкого мыла для подсобных хозяйств, автомобильных моек. Но необходимо провести дополнительные исследования по обезвреживанию таких осадков, если не для вторичного использования, то для уменьшения их негативной нагрузки на окружающую среду.

УДК 622.011.1:622.188

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ**

*С.О. Версилов, Е.С. Версилова, С.И. Удалов*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Рассматривая те или иные аспекты эффективности разработки ранее считавшихся отходами горной промышленности вторичных ресурсов или

как их в настоящее время называют – техногенных месторождений (отвалов бедных и забалансовых руд, рудничных вод, хвостохранилищ, породных отвалов, других отходов и т.п.), необходимо прежде всего определить извлекаемую ценность полезных компонентов в запасах этих месторождений, а также эксплуатационные и капитальные затраты на их извлечение и использование. При определении извлекаемой ценности техногенных запасов следует иметь в виду, что, например, в хвостах обогатительных фабрик содержатся не столько основные металлы, ради которых осуществлялась разработка основных запасов месторождений, сколько другие полезные компоненты, которые ранее не извлекались из добываемой рудной массы. В ряде случаев ценность их гораздо выше, чем ценность ранее извлеченных из этих руд металлов. В накопившихся отвалах и хвостах многих обогатительных фабрик горно-металлургических комбинатов содержится от 1,5 до 12 г/т золота, от 340 до 984 г/т серебра, а также довольно значительное содержание висмута, свинца, меди, цинка, молибдена, вольфрама и других редких, редкоземельных и рассеянных элементов. Например, в хвостах Урупской обогатительной фабрики содержится 0,15-0,35 % меди, до 1,5-2 % цинка, 0,6-0,9 г/т серебра, от 10 до 50 г/т селена и теллура, 40-80 г/т кобальта, 10-20 г/т кадмия (при содержании его в руде балансовых запасов 38 г/т).

Особенностью разработки техногенных месторождений, по сравнению с первичной разработкой месторождений полезных ископаемых, является то, что для добычи и переработки вторичных минеральных ресурсов, как правило, не надо тратить средства на создание инфраструктуры, рабочего поселка, подготовку кадров. Уже имеется часть необходимого оборудования и производственной базы для добычи и обогащения минерального сырья отвалов, хвостохранилищ и т.д. Важно, чтобы извлекаемая из отходов ценность окупала сравнительно небольшие эксплуатационные затраты и минимально необходимые дополнительные капиталовложения. Очень важно иметь в виду, что техногенные минеральные ресурсы можно дополнительно разведать и начать их эксплуатацию в кратчайший срок.

Кроме этого, при разработки техногенных месторождений можно добиться высокой достоверности изученности запасов вторичного сырья, при минимальных затратах на геологоразведочные работы, а также уменьшение огромных экономических и экологических последствий влияния геологоразведочных, горных работ и работ по обогащению на окружающую среду. Даже сравнительно бедные, но более достоверно изученные техногенные запасы могут оказаться более ценными и эффективными, чем менее достоверные, хотя и более богатые по содержанию, коренные



месторождения при их первичной переработке. Степень риска затрат на освоение более детально изученных запасов техногенных месторождений значительно меньше, чем вновь осваиваемых новых и даже уже эксплуатируемых месторождений. Если по отвалам и хвостам достоверные геологические данные отсутствуют, то они могут быть в любое время быстро и с минимальными затратами получены на любом месторождении или предприятии. Важнейшими факторами эффективности разработки вторичных ресурсов являются такие, как наличие основных производственных фондов (надо только докупить необходимое оборудование), рабочего поселка и квалифицированной рабочей силы. К тому же, в отличие от освоения новых рудных месторождений, не будет нарушаться природа в новом месте а, наоборот, ввод в эксплуатацию отвалов и хвостохранилищ будет восстанавливать ранее нарушенную горными разработками окружающую среду, освобождать занятые отходами территории и снижать их влияние на окружающие земли и другие природные ресурсы.

Для сравнения вариантов разработки отвалов и хвостов с вариантами освоения новых месторождений необходимо оценивать последствия влияния горных работ на окружающую среду, принимая во внимание все этапы жизненного цикла эксплуатации месторождения, включая поиски и разведку запасов, в том числе бросовых и неэксплуатируемых месторождений, строительство рудника и обогатительной фабрики (горного предприятия), разработку месторождения, создание отвалов и хвостохранилищ, ликвидацию предприятия в связи с отработкой запасов, использование разного рода отходов, восстановление нарушенных горными работами природных ресурсов и послеликвидационный период.

Для условий техногенных месторождений жизненный цикл ограничен только периодом эксплуатации. Оценивая ущерб окружающей среде при первичной разработке, важно не только учесть площади земель, занимаемые горными предприятиями, дорогами, коммуникациями, отвалами, хвостохранилищами и т.п., но и площади земель вокруг предприятий, продуктивность которых снижена под воздействием горных работ (которая примерно в 10 раз больше занятой предприятием территории), а также и другие природные ресурсы (воды, леса, другая растительность, рекреационные возможности и т.п.). При оценке экологических последствий горных работ важно иметь в виду фактор времени воздействия горных и разведочных работ на окружающую среду, особенно то, что влияние геологоразведочных работ начинается задолго до строительства горного предприятия и тем более до начала эксплуатации месторождения. На основе системного подхода становится ясно, что суммарный ущерб окружающей среде дости-

гает огромной величины, и не случайно в ряде стран плата за нарушение природных ресурсов горными работами превышает затраты на добычу.

Разработка отвалов и хвостохранилищ не только не увеличивает, но и уменьшает эти огромные расходы. Эффективность разработки техногенного месторождения для того или иного предприятия за какой-то расчетный срок определится по следующей формуле (руб/год)

$$\sum_{t=1}^{t_c+t_p} \Pi_{prt} = \sum_{t=1}^{t_p} A_t \left( c_{dt} - c_{dt} + Y_{oct} \right) \left( 1 - H \right) \left( 1 + E \right)^{t_p-1} - \sum_{t=1}^{t_c} K_t \left( 1 + E_k \right)^{t_c},$$

где  $A_t$  – производственная мощность предприятия по добыче и переработке сырья из техногенного месторождения в  $t$ -й год, т/год;  $c_{dt}$  – извлекаемая ценность добываемого из техногенного месторождения ископаемого, руб/т;  $c_{dt}$  – затраты на добычу и переработку, руб/т;  $H$  – норматив отчисления налогов на прибыль, доли ед.;  $E$  – коэффициент дисконтирования затрат и прибыли во времени, доли ед.;  $E_k$  – коэффициент, учитывающий величину процентной ставки за кредит, доли ед.;  $Y_{oct}$  – ущерб окружающей среде от техногенного месторождения, приходящийся на 1 т добычи в  $t$ -й год, руб/т;  $t_p$  – расчетный срок эксплуатации техногенного месторождения, лет;  $t_c$  – срок приобретения и освоения оборудования, строительства и ремонта дополнительных объектов, необходимых для эксплуатации техногенного месторождения, лет;  $K_t$  – капиталовложения, необходимые для начала эксплуатации техногенного месторождения в  $t$ -й год, руб/год.

Извлекаемая ценность хвостов и отвалов может быть значительно увеличена, если провести предварительное обогащение отвалов или хвостов и извлекать полезные компоненты не в один концентрат, а в несколько концентратов и промпродуктов (если это экономически выгодно). Например, осуществлять их предварительное обогащение путем отмывки от основной массы имеющихся в отвалах глинистых пород и от грохочения наиболее бедной крупной фракции.

В результате отмывки и грохочения некондиционных (забалансовых) руд отвалов или хвостов количество получаемой кондиционной рудной массы из 1 т будет равна  $(1-q)$ , где  $q$  – доля уменьшения веса пород за счет отмывки глины и от грохочения крупной фракции.

Содержание  $i$ -го цветного или благородного металла в получаемой после отмывки рудной массы будет равно

$$a_{ki} = \frac{a_{hi} \cdot \varepsilon_{vi}}{1 - q} = \frac{a_{hi} - qa_{oi}}{1 - q},$$

где  $\varepsilon_{vi}$  – извлечение  $i$ -го металла при отмывке, доли ед.;  $a_{hi}$  и  $a_{ki}$  – содержание  $i$ -го металла в запасах хвостохранилища или некондиционной руде отвала и в получаемой кондиционной рудной массе, %, г/т.

Если, например, в отвалах одного из карьеров  $a_n=0,09\%$ ,  $\varepsilon_B=0,95$ , то  $a_k = \frac{0,09 \cdot 0,95}{1 - 0,95} = 0,12295\%$ , т.е. выше, чем содержание во вновь добываемой рудной массе этого карьера (0,11 %). Извлекаемая ценность такой рудной массы (руб/т) будет равна

$$u_d = 0,01 \sum_{i=1}^n a_{ki} \sum_{j=1}^m \varepsilon_{oij} \varepsilon_{mij} u_{mij} + \sum_{i=1}^{n_6} a_{k6i} \sum_{j=1}^m \varepsilon_{o6ij} \varepsilon_{m6ij} u_{m6ij},$$

где  $\varepsilon_{oij}$  и  $\varepsilon_{o6ij}$  – извлечение  $i$ -го цветного и  $i$ -го благородного металла в  $j$ -й концентрат или промпродукт при обогащении, доли ед.;  $\varepsilon_{mij}$  и  $\varepsilon_{m6ij}$  – извлечение  $i$ -го цветного и  $i$ -го благородного металла из  $j$ -го концентрата или промпродукта, доли ед.;  $u_{mij}$  и  $u_{m6ij}$  – отпускные и рыночные цены  $i$ -го цветного и  $i$ -го благородного металла извлекаемого из  $j$ -го концентрата или промпродукта, руб/т.

Затраты на отмывку, транспорт и обогащение такой рудной массы в руб/т будут равны  $c_d = A_1 + A_2 + (-q) A_3 + A_4 + q \cdot A_5 - A_6 (-q) + \gamma_k \cdot A_7$ ,

где  $A_1$  – затраты на амортизацию в расчете на 1 т добытых хвостов, руб/т;  $A_2$  – затраты на первичную обработку (отмывку и грохочение) 1 т хвостов и отвальных забалансовых руд, руб/т;  $A_3$  – затраты на транспорт 1 т отсортированных отходов до обогатительной фабрики, руб/т;  $A_4$  – затраты на обогащение 1 т рудной массы, руб/т;  $A_5$  – затраты на отвалообразование, руб/т;  $A_6$  – затраты, связанные с арендой земли под хвостохранилища, в расчете на 1 т хвостов, руб/т;  $A_7$  – затраты на переработку концентратов, руб/т;  $\gamma_k$  – выход концентрата, т/т.

Затраты на возмещение геологоразведочных работ не учитываются, потому что они уже произведены ранее.

На основе расчетов по предложенной методике, учитывающей все особенности использования отходов, можно прийти к выводу о высокой экономической целесообразности более широкого вовлечения в эксплуатацию техногенных месторождений. Иногда даже в случае, когда ценность извлекаемых компонентов значительно меньше затрат на их извлечение. Чем более полно и комплексно будут использоваться техногенные месторождения, тем меньше будет оставаться отвалов и хвостов и тем меньше будет их отрицательное влияние на окружающую среду, тем больше будут производственные мощности работающих на них предприятий или срок их службы, тем меньше будет их число и соответственно затраты для обеспечения одинакового количества конечной продукции и тем меньше будет одновременно нарушаться объектов и регионов окружающей среды. Соответственно будет меньше общая величина ущерба окружающей среде и затраты на природоохранные мероприятия.

## **ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ВЫПУСКЕ РУДЫ ИЗ ОБРУШЕННЫХ БЛОКОВ**

*С.О. Версилов, В.А. Бакланова, И.А. Косоуров, М.С. Чернолуцкий,  
А.С. Черемискина*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Научно-исследовательской лабораторией кафедры «БЖД и ООС» разработан метод оценки уровня риска возникновения опасных ситуаций, на основе которого по сравнительной оценке фактического состояния травмоопасности и приемлемого уровня риска можно сделать вывод о необходимости принятия соответствующих мер (проверки состояния технических устройств, замены составляющих технологической схемы, необходимости прекращения работ и т.д.). Такой подход в частности может быть использован для оценки риска возникновения опасных ситуаций при выпуске руды из обрушенных блоков.

На подземных рудниках, где применяют системы разработки с обрушением и выпуском руды под налегающими породами наиболее широко распространен самотечный способ выпуска со скреперной доставкой руды. В процессе выпуска скреперный ковш убирает часть рудного откоса, находящегося на почве доставочной выработки, освобождая путь для рудного потока, который самотёком перемещается на свободное место. При этом высота рудного потока в наиболее узком месте, у козырька выпускного отверстия, составляет 0,7-0,9 м. Незначительная высота рудного потока, определяющая размеры активного сечения выпускного отверстия, является основной причиной образования зависаний кусков руды, которые чрезвычайно опасны для горнорабочих, причем особенно опасна процедура ликвидации зависания. Основной метод: взрыв небольшого заряда ВВ в куполе кусков руды для его разрушения путём сотрясения. При этом взрывник вынужден при установке шеста с ВВ находиться непосредственно под куполом зависшей руды в выпускном отверстии.

В результате несоответствия размеров активного сечения выпускного отверстия и крупности отбиваемой руды образуется до 24 зависаний на 1000 т выпущенной руды, причём из них около 95 % состоят из кондиционной руды, которую можно дробить в современных подземных дробилках. В принципе на возможность увеличения размеров активного сечения выпускного отверстия и приведения его в соответствие с крупностью руды отбиваемой массовым взрывом, влияет способ выпуска руды и применяемое при этом оборудование. То есть, чем больше величина активного се-

чения выпускного отверстия по отношению к величине куска руды, тем меньше вероятность возникновения зависания, и соответственно меньше потенциальная опасность травмирования горнорабочего. Поэтому все технические решения, позволяющие увеличить высоту рудного потока, существенно снижают риск травмирования горнорабочих при выпуске. К таким техническим решениям относится применение питателей различных типов и других выпускных устройств. Однако возможность применения вышеуказанных выпускных устройств в большинстве случаев ограничено горнотехническими условиями, так как на малых и даже на средних мощностях применять тяжелые питатели, работающие в навале руды экономически нецелесообразно.

Опыт отработки запасов 11-го и 12-го горизонтов Урупского рудника (Карачаево-Черкесия) системами разработки с выпуском руды показал, что в среднем при существующей на руднике конструкции днищ блоков и параметрах буровзрывных работ, определяющих крупность кусков взорванного рудного массива, одно зависание образуется при выпуске примерно 30т руды. Если принять во внимание, что на Урупском руднике выпуск ведётся скреперными лебёдками 30ЛС-2С, то вероятность возникновения зависания при одном воздействии скреперного ковша на навал руды ( $P_1$ ) определится следующим образом:

$$P_1 = \frac{\gamma \cdot V_{с.к} \cdot K_n \cdot K_p^{-1}}{\gamma \cdot V_{с.л}},$$

Где  $\gamma$  – плотность руды в массиве, т/м<sup>3</sup>;  $V_{с.к}$  – объем скреперного ковша, м<sup>3</sup>;  $K_n$  – коэффициент наполнения ковша;  $K_p$  – коэффициент разрыхления рудной массы в ковше;  $V_{с.л}$  – объем отбиваемого слоя руды, приходящийся на одно выпускное отверстие.

При доверительной вероятности 0,90 вероятность возникновения 1-го зависания составит 0,05.

Количество руды, извлекаемой из одного выпускного отверстия, зависит в основном от мощности рудного тела и для условий Урупского рудника колеблется в пределах 1000-1400 т. В этом случае количество опасных ситуаций (условно событий А, определяемых количеством зависаний) до окончания процесса выпуска руды из одного выпускного отверстия будет составлять  $\approx 40$  (при 800-х воздействиях скреперного ковша на навал руды в выпускной выработке).

Таким образом риск возникновения опасных ситуаций при истечении руды из одного выпускного отверстия определится как вероятность того, что событие А наступит 40 раз в 800 испытаниях (под испытанием будем

подразумевать одно воздействие скреперного ковша на навал обрушенной руды, которое определяет элементарную дозу выпуска). При этом вероятность появления события А в каждом испытании равна 0,05.

Вышеизложенная задача может быть решена на основе применения локальной теоремы Лапласа следующим образом:

$$P_n(k) = \frac{1}{\sqrt{n \cdot p \cdot q}} \cdot \varphi(x),$$

причём  $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}}$  и  $x = \frac{k - n \cdot p}{\sqrt{n \cdot p \cdot q}},$

где  $n=800$  (количество испытаний, при которых может наступить событие А);  $k=40$  (количество событий А до прекращения выпуска руды);  $p = 0,05$  (вероятность появления события А в одном испытании, при выпуске элементарной дозы);  $q=0,95$  (вероятность не появления события А в одном испытании).

Найдём значение  $x$ :  $x = \frac{40 - 800 \cdot 0,05}{\sqrt{800 \cdot 0,05 \cdot 0,95}} = \frac{0}{\sqrt{38}} = 0.$

По таблице значений функции:  $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}}$  значение  $\varphi(0) = 0,3984.$

Искомая вероятность:  $P_{800}(40) = \frac{1}{\sqrt{38}} \cdot 0,3989 = 0,065.$

Таким образом, вышеуказанная величина позволяет оценить риск травмирования горнорабочих при выпуске руды из обрушенных блоков.

УДК 504.05:622

## ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

*Е.С. Верилова, Д.А. Ефимов*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Ущерб, возникающий вследствие отрицательного влияния горных работ на окружающую природную среду, может быть настолько значительным, что например, при открытом способе разработки только за счет снижения продуктивности земель он сопоставим по величине с затратами на добычу. При этом, вредное влияние технологических процессов добычи и переработки полезных ископаемых на недра, почву, воду, атмосферу, жи-

вотный мир и здоровье человека, сказывается не только на продуктивности и результатах работы в горной, но и в других отраслях промышленности (сельской, рыбной, лесной и др.). Проблема уменьшения ущерба окружающей среде от горных работ может быть решена на основе системного подхода, при котором в целом рассматриваются и увязываются процессы разведки, добычи и переработки руд и концентратов с охраной окружающей природной среды. Анализ деятельности горных предприятий, добывающих твердые полезные ископаемые подземным способом, показывает, что наиболее важной причиной неэффективной работы рудников и шахт, и огромного ущерба, наносимого ими окружающей природной среде, является низкая достоверность геологоразведочных данных о запасах. Даже на простых по строению угольных месторождениях, из-за неподтверждения величины запасов, производственная мощность большинства новых шахт составила 75-80 % от проектной, а себестоимость добычи оказалась в 1,5 раза больше проектной. На сложных рудных месторождениях величина запасов подтверждалась на 65-70 %, а содержание металлов в руде на 70-80 %, вследствие чего производственная мощность рудников достигла по рудной массе 65-70 % от проектной, а по конечной продукции лишь 45-50 %. В результате более чем вдвое перерасходовались капитальные средства и эксплуатационные затраты. Производительность труда на рудниках и шахтах оказывается в 1,5-2 раза ниже проектной. В результате разведку и разработку вели на неоправданно большом количестве месторождений с низкой производительностью труда и эффективностью капиталовложений, с высокой себестоимостью добычи. Соответственно числу разведываемых и эксплуатируемых месторождений нарушали огромное число природных объектов.

Число разрабатываемых месторождений и соответственно число нарушаемых природных объектов должно быть уменьшено за счет повышения достоверности геологоразведочных данных. При увеличении затрат на разведку угольных и рудных месторождений только в 1,5-2,5 раза можно довести запасы до категории А+В. Это позволит в 1,5-2 раза и больше сократить число разведываемых и разрабатываемых месторождений и, соответственно, число нарушаемых природных объектов. А увеличение затрат на разведку в несколько раз окупится только за счет снижения капитальных затрат на строительство горных предприятий и себестоимости добычи.

Благодаря более достоверному геологическому изучению месторождений полезных ископаемых вполне реально повысить уровень комплексности использования запасов недр на 30-40 %, а потери и разубоживание при добыче снизить в 1,5-2 раза, что также позволит в 1,5-2 раза умень-

шить число действующих горных предприятий и нарушаемых ими объектов окружающей природной среды.

В несколько раз уменьшить ущерб окружающей среде можно также, если сконцентрировать все геологоразведочные и горные работы на ограниченном числе разведываемых и разрабатываемых месторождений. Как показывает анализ, для этого имеются огромные возможности. Интенсивность горных работ может быть увеличена в 3-5 раз, что может способствовать сокращению числа горных предприятий в 1,5-2 раза. Известно, что в ряде стран при одинаковых горно-геологических и прочих равных условиях производственная мощность рудников и шахт в 3-5 раз больше, чем наших горных предприятий. На ограниченном количестве действующих горных предприятий будет возможным и целесообразным шире применять несколько более дорогостоящие природосберегающие технологии добычи и переработки полезных ископаемых и осуществлять природоохранные мероприятия. Хотя это и потребует значительных капиталовложений и эксплуатационных затрат. При современном состоянии экономики геологоразведочных организаций и горных предприятий они не смогут выполнить необходимые природоохранные мероприятия из-за отсутствия средств и недостаточной ценности разрабатываемых месторождений. Поэтому необходимо изменить систему финансирования природоохранных мероприятий.

Для стимулирования снижения ущерба окружающей среде и затрат на природоохранные мероприятия необходимо соответствующие суммы затрат на охрану природы включить в затраты на добычу и переработку. Без этого не может быть экономической заинтересованности геологоразведочных партий и горнодобывающих предприятий в более полном и комплексном использовании недр и в охране окружающей среды. Если на действующем предприятии нет запасов, обеспечивающих окупаемость всех затрат с учетом ущерба окружающей среде, но продукция этого предприятия стране или рынку необходима, то государство должно обеспечить дотацию этому предприятию на создание природоохранных мероприятий и перевод на ресурсосберегающую технологию добычи и переработки полезных ископаемых. Эта дотация частично или полностью может быть получена также за счет предприятий и отраслей, которые будут иметь определенный эффект от использования добываемых полезных ископаемых, например, ТЭЦ или заводов черной и цветной металлургии от использования высококалорийных углей, а также от снижения или предотвращения вредного влияния на окружающую среду (сельскохозяйственные, лесные, водные, рыбные и др.) в соответствии с величиной этого эффекта. Для всего этого



необходимы соответствующие изменения в законодательстве об использовании недр и других природных ресурсов. Необходимо рассматривать полноту использования недр, повышение качества добываемых полезных ископаемых и природоохранные мероприятия, как возможность некоторого повышения эффективности целого комплекса отраслей, в том числе горнодобывающих отраслей.

УДК 502.36

## СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОСФЕРА. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

*А.Е. Воробьев*

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

*Г.П. Метакса, Н.С. Буктуков, Г.Ж. Молдабаева*

Казахский Национальный технический университет, Алматы, Казахстан

Современная техносфера отличается интенсивным перераспределением твердого, жидкого и газообразного вещества на поверхности планеты. Массоперенос, исчисляемый миллиардами тонн горной массы, характеризуется неравномерностью извлечения и распределения. Проявленным результатом этой неравномерности являются сдвиги горных пород в районах добычи и техногенные землетрясения, изменение динамических параметров подземных и наземных взрывов, изменения климата и условий восстановления равновесного состояния.

Изменение динамического режима может послужить спусковым механизмом для проявления стихийных способов разрядки возникающих напряжений.

Указанные явления приводят к логической необходимости поиска путей управления равновесием разнородных фаз планеты. Знаний в этой области пока недостаточно, хотя уже появились первые работы о возможных способах снятия внутренних напряжений для снижения силы землетрясения в зонах активных разломов [1].

Цель нашей работы заключается в поиске закономерностей, характеризующих причинно-следственные взаимосвязи в явлениях интенсивного массопереноса.

Искомые законы должны сохранить основные принципы присущие каждой науке в своей области, и выявить общие черты, присущие целост-

ной системе. Наиболее общим для всех отраслей знаний является понятие скорости, в котором пространство и время связаны линейным соотношением. Затем следуют степенные соотношения, где квадрат скорости звука зависит от структуры и плотности среды распространения механического воздействия, в т.ч. теплового. Пространство и время характеризуют и космические взаимодействия, выраженные в третьем законе Кеплера. Нами показано, что этот же закон применим для анализа явлений массопереноса внутривселенского масштаба.

Кроме того, нами выявлен закон призматических взаимодействий, устанавливающий связь между причиной и следствием в реакциях «воздействие-отклик».

Первый этап исследования завершился построением матрицы массопереноса для четырех уровней рассмотрения в координатах «пространство-время», взятых через три порядка величин (табл. 1).

Последующие исследования позволили выявить системные связи для всех состояний вещества и механизмов взаимодействия (табл. 2,3).

Прикладным результатом работы является возможность прогнозирования частотных и критических циклов для каждой техногенной неоднородности или активного разлома.

Таблица 1

**Матрица, построенная в координатах «пространство-время»  
для всех видов массопереноса твердого вещества**

Частотный диапазон, (Гц) с <sup>-1</sup>				Спектр колебаний любых несплошностей 10 <sup>6</sup> -10 <sup>3</sup>
Уровни рассмотрения, м	Спектр колебаний электронов 10 <sup>12</sup> -10 <sup>15</sup>	Спектр колебаний точечных дефектов 10 <sup>12</sup> -10 <sup>9</sup>	Спектр колебаний линейных дефектов 10 <sup>9</sup> -10 <sup>6</sup>	
Электронный >10 <sup>-12</sup>	Контактная разность потенциалов	Самодиффузия	Поляризация	Электроакустическая эмиссия
Решеточный >10 <sup>-9</sup>	термоЭДС (теплопроводность)	Диффузия (концентрационный перенос)	Полиморфные превращения	Мартенситные превращения
Структурный >10 <sup>-6</sup>	Термомагнетизм	Внутризеренная деформация	Зернограничная деформация	Двойниковые
Масштаб реального образца >10 <sup>-3</sup>	Термо-электроупругость	Ньютоновское течение	Неньютоновское течение	Пьезо-эффект

**Матрица, построенная в координатах «пространство-время»  
для каждого состояния твердого вещества**

Частотный диапазон, (Гц) с <sup>-1</sup>	Спектр колебаний электронов 10 <sup>12</sup> -10 <sup>15</sup>	Спектр колебаний точечных дефектов 10 <sup>12</sup> -10 <sup>9</sup>	Спектр колебаний линейных дефектов 10 <sup>9</sup> -10 <sup>6</sup>	Спектр колебаний любых несплошностей 10 <sup>6</sup> -10 <sup>3</sup>
Уровни рассмотрения, м				
Электронный >10 <sup>-12</sup>	Проводящее состояние	Ионизированное	Упорядочение	Поляризованное
Решеточный >10 <sup>-9</sup>	Кристаллическое состояние	Растворенное (твердые растворы)	Полиморфное	Электростатическое
Структурный >10 <sup>-6</sup>	Аморфное состояние	Эвтектическое, механическая смесь фаз	Приповерхностное	Магнитостатическое
Масштаб реального образца >10 <sup>-3</sup>	Упругое состояние	Пластичное	Закаленное	Пьезокинетическое

Таблица 3

**Механизм взаимодействия на границе раздела фаз (3x3)**

Частотный диапазон, (Гц) с <sup>-1</sup>	Пленки твердых веществ 10 <sup>12</sup> -10 <sup>15</sup>	Пленки жидких веществ 10 <sup>12</sup> -10 <sup>9</sup>	Пленки органических соединений 10 <sup>9</sup> -10 <sup>6</sup>	Вид управляемого процесса
Уровни рассмотрения, м				
Электронный >10 <sup>-12</sup>	Упругая и неупругое рассеяние (экзоэмиссия)	Ионизация	Радиационно-химические реакции	Внутрифазовая неравновесность
Решеточный >10 <sup>-9</sup>	Фотопреобразование	Поверхностно-активные процессы	Структурирование, окисление, восстановление	Концентрационная неравновесность
Структурный >10 <sup>-6</sup>	Теплообразование	Сорбция	Полимеризация (синтез, деструкция)	Межфазовая неравновесность
Способ управления	Изменения условий контакта разнородных фаз	Резонансный	Емкостной	Способ кинетических, соответствий реакций воздействий и отклика

1. Айтматов И.Т. Геомеханические условия в зонах очагов горных ударов и техногенных землетрясений / Сб. «Современная концептуальные положения в механике горных пород». – Бишкек: Илим, 2002. – 8-33.
2. Месторождения нефти и газа Казахстана: Спр. // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды – Алматы, 1999. – 325 с.
3. Метакса Г.П., Сармурзина Р.Г. Особенности формирования системных связей в твердом веществе // КазгосИНТИ. – Сер. Химия, Министерство науки и новых технологий РК. – Алматы, 1993. – 21 с.
4. Красильников В.А. Звуковые и ультразвуковые волны в воздухе, воде и твердых телах. – М.: Физматгид, 1960. – 560 с.

УДК 577.4

## **ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ**

*Л.З. Ганичева, О.Н. Парамонова*

Ростовский государственный строительный университет

Одна из глобальных проблем Калмыкии - прогрессирующее опустынивание и деградация земель, возникшие в результате длительной, бессистемной эксплуатации природных ресурсов и охватившие в разной степени около 80% территории республики. Причем эта проблема имеет уже глобальный характер для России, так как более 20 регионов подвержены процессам опустынивания и засухи. В связи с важностью данной проблемы одним из главных направлений деятельности министерств как на региональном, так и на федеральном уровнях является работа по предотвращению данного процесса и восстановлению опустыненных земель.

Из-за существенных различий в природных условиях на территории республики образовалось множество разновидностей почв. Но основные из них: чернозёмы, каштановые, бурые. Также широко распространены солонцы, солончаки, лугово-каштановые почвы, развеваемые пески и др. Наибольшим плодородием отличаются чернозёмы и каштановые почвы. Чернозёмы расположены в Городовиковском районе. Мощность перегнойного горизонта в них составляет всего 65 см, а содержание гумуса колеблется от 3,5 до 7%. Значительную площадь занимают каштановые почвы. Они формируются в условиях засушливого климата, характеризуются незначительной мощностью гумусового горизонта (от 35 до 50 см) и небольшим содержанием гумуса (от 2 до 4%) [1].

Земельный фонд республики Калмыкия составляет 7473,1 тыс. га. В пользовании сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности находится 6253,9 тыс. га пашни, 102,0 тыс. га сенокосов, 5208,0 тыс. га пастбищ, а 548,0 тыс. га используются хозяйствами республики Дагестан и Астраханской области.

Продолжающееся нерациональное природопользование, в том числе сельскохозяйственное, при существенном сокращении мероприятий по охране и рациональному использованию почв и земельных ресурсов, ещё более усугубляет проявление процессов деградации земель. По структуре земельного фонда и развитию производства Калмыкия является аграрной республикой с высоким удельным весом земель сельскохозяйственного назначения (73,1%). В связи с этим наибольшую антропогенную нагрузку на земельные ресурсы оказывают сельскохозяйственные производители, развитие которых по экстенсивному затратному принципу природопользования привело к значительному разрушению естественных экосистем. Сельскохозяйственное производство в республике ведётся в крайне жёстких почвенно-климатических условиях и без проведения комплекса необходимых защитных мероприятий, что усиливает деградацию почв. К основным негативным процессам, снижающим качество почв, относятся водная и ветровая эрозия, дегумификация, засоленность, подтопление, переувлажнение, и другие. Засолению подвержено около 50% площади сельскохозяйственных угодий. Особенно высока доля засоленных сельхозугодий в полупустынной зоне – 57,3%. Практика показывает, что примерно в 70% случаев поля, подвергшиеся засолению, просто оставляют на произвол судьбы. После чего они превращаются в солончаки и становятся совершенно бесплодными [2].

В результате постоянной перегрузки пастбищ на лёгких низкоплодородных почвах в острозасушливых климатических условиях начал своё губительное движение процесс опустынивания земель. Развитие земледелия здесь возможно только на орошении. В настоящее время проблема опустынивания земель и экологической дестабилизации природных ландшафтов является одной из наиболее острых в Калмыкии. Процессу опустынивания, как экологическому бедствию, противопоставлен комплекс агрофитомелиоративных мер. Однако недостаточное финансирование не позволяет в полном объёме выполнять намеченные мероприятия [3].

На центральную зону республики приходится 75,7% пашни. Успешному развитию растениеводческой отрасли сельского хозяйства здесь препятствует, помимо недостаточного атмосферного увлажнения, значительное распространение солонцов в почвенных комплексах. Свыше 148 тыс. га,

или 21,3% пашни данной зоны расположено на землях с их преобладанием. Получение высоких стабильных урожаев на таких участках сопряжено со значительными финансовыми и материальными затратами на мелиоративное улучшение солонцов. По оценкам специалистов, в богарных условиях выращивание сельскохозяйственных культур на солонцах и сильносолонцеватых засоленных пастбищах убыточно. По почвенной классификации такие почвы относятся к пастбищным.

Пахотопригодные земли расположены преимущественно в западной зоне республики и представлены чернозёмами и каштановыми. Они занимают всего 3,5% её территории и практически все освоены. Серьёзной проблемой является сохранение их плодородия. Потери гумуса на чернозёмах составляют более 20%, на каштановых – до 30%, что способствует снижению продуктивности пашни и устойчивому нарушению экологического состояния почв. Основными причинами потерь гумуса являются: нарушение баланса между процессами гумификации и минерализации в сторону разложения гумусовых веществ; значительные ежегодные отчуждения соломы и других пожнивных остатков на фоне снижения доли зерновых, зернобобовых культур и многолетних трав в структуре посевных площадей; недостаточное внесение органических удобрений; эрозия почв. Согласно расчетам агрохимиков, в среднем по Калмыкии для бездефицитного баланса гумуса требуется вносить около 8 т органических удобрений (в перерасчете на подстилочный навоз) на 1 га пашни. Однако, начиная с 1991 г., в республике идёт процесс катастрофического снижения объёмов применения удобрений. За прошедшее двадцатилетие количество вносимой органики сократилось в 75 раз, применение минеральных удобрений – в 45 раз. Если в последующие годы дисбаланс элементов питания в почвах сохранится, то процесс агроистощения станет одним из основных типов деградации почв пашни [3].

Об усилении антропогенного давления на хрупкие экосистемы Калмыкии свидетельствует динамика наращивания численности скота под действием непродуманных административных решений во второй половине XX века. Так, до 1960 г. около 600 колодцев на линзах грунтовых вод и уровень продуктивности пастбищ позволяли содержать 1,8 млн. голов овец. Состояние экосистемы было сравнительно устойчивым. Дальнейшая динамика поголовья плюс 15% официально разрешенной индивидуальной численности, а ещё нелегальное поголовье способствовали 2-3 кратной перегрузке пастбищ. В результате произошла ответная реакция – по всем зонам республики продуктивность пастбищ снизилась в 2 раза. На Черных землях пришли в движение пески с увеличением площади в отдельные го-

ды на 40-50 тыс. га/год. Безусловно, большую лепту в этот процесс внесло также возделывание в этом регионе однолетних культур для создания страховых запасов кормов.

Оценка состояния естественных кормовых угодий республики показывает, что 23% площади пастбищ находятся в средней степени сбоя, 55% - в стадии сильного и очень сильного. Если в 1985 г. сильно и очень сильносбитые пастбища занимали 49% территории Калмыкии, то в 2010г. их площадь увеличилась до 55%. В настоящее время сбитые в разной степени пастбища составляют 78%. Наиболее сбиты пастбища в пустынной зоне – 87%, где наряду с полукустарничками большое распространение имеют эбелек и курай, которые являются индикаторами пастбищной депрессии [2].

Итак, значительная по площади территория Калмыкии создаёт ошибочное представление о неисчерпаемости и безграничности почвенных ресурсов. Фактически эти ресурсы сильно ограничены жесткими природно-климатическими условиями, доведены экстремальными антропогенными воздействиями до критического состояния и в ближайшем будущем не смогут самовосстановиться.

#### Литература

1. Каминов Ю. Степь, в которой мы живём // Известия Калмыкии. – 2001. – 5 июня.
2. Курепина Н. Истощённая земля похожа на больного человека // Экологическая газета. – 2005. – № 5.
3. Лачко О. Опустынивание – глобальная экологическая проблема // Известия Калмыкии. – 2000. – 6 июня.

УДК 502.7

## **АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЭК**

*Ю.В. Елецкая, Е.П. Лысова*

Ростовский государственный строительный университет

Предприятия ТЭК Ростовской области являются одними из значимых источников экологической опасности, особенно в части загрязнения атмосферы. Что касается экологического влияния предприятий комплекса на состояние водных ресурсов, то оно также существенно.

В Ростовской области имеет место ряд специфических экологических проблем, которые были связаны с закрытием шахт Восточного Донбасса.

Как отмечается в докладах областного комитета по охране окружающей среды, здесь экологические проблемы вызваны откачкой из горных выработок агрессивных шахтных вод, вентиляционными выбросами токсичных газов и пыли, образованием шахтных отвалов и другими причинами производственно-технологического характера. Несмотря на принимаемые меры, продолжает остро стоять вопрос очистки загрязненных шахтных вод и доведение ее качества до требований нормативных документов. Шахтная вода, попадая в малые реки региона, существенно увеличивает минерализацию Дона. Кроме того, загрязнению подвержены и подземные воды, которые непосредственно контактируют с техногенными водами. Масштабы и экологические последствия этих процессов приобрели особую значимость, так как площади их влияния зачастую находятся в хозяйственном использовании, а реки и грунтовые воды являются источниками питьевого водоснабжения населения региона.

При рассмотрении деятельности предприятий топливно-энергетического комплекса экологические риски начинают анализировать в последнюю очередь, когда основные решения уже приняты, а экономические оценки эффективности редко рассчитывают с учетом экологических ущербов от остаточных воздействий, которые неизбежны при эксплуатации большинства объектов. Выбор альтернативных вариантов чаще всего также осуществляется исходя из прямых экономических затрат.

Если рассматривать безопасность как существование в условиях приемлемого риска, то становится возможным количественно оценивать уровень безопасности и разрабатывать методы управления безопасностью, устанавливать тем или иным способом уровень приемлемости риска и вырабатывать меры по его обеспечению.

Под приемлемым риском понимается такой уровень риска, который был бы оправдан с точки зрения экономических, социальных или политических факторов, т. е. приемлемый риск – это риск, с которым общество в целом готово мириться ради получения определенных благ в результате своей деятельности.

Оценка экологического риска – это использование доступной информации и научно обоснованных прогнозов для оценки опасности воздействия вредных факторов окружающей среды и условий на здоровье человека.

Оценка риска включает в себя анализ частоты, анализ последствий и их сочетание.

Оценка экологических рисков проводится органами, осуществляющими контроль за обеспечением экологической безопасности опасных производственных объектов, для предприятий и организаций различных форм собственности.



Методы проведения анализа риска определяются выбранными критериями приемлемого риска. При выборе методов следует учитывать цели, задачи анализа, сложность рассматриваемых объектов, наличие необходимых данных и квалификацию привлекаемых для проведения анализа специалистов.

Приоритетными в использовании являются методические материалы (в частности РД 03-418-01), согласованные и утвержденные Ростехнадзором или иными федеральными органами исполнительной власти.

Понятие риска используется для измерения опасности и обычно относится к индивидууму или группе населения, имуществу или окружающей среде. Чтобы подчеркнуть, что речь идет об измеряемой величине, используют понятие степень (уровень) риска.

Процесс проведения анализа риска должен содержать последовательность следующих процедур:

- планирование и организация работ;
- идентификация опасностей;
- оценка риска;
- разработка рекомендаций по управлению риском.

Процесс анализа риска следует документировать.

Форма отчета с результатами анализа зависит от риска целей проведенного анализа риска. В отчет рекомендуется включать (если иное не определено нормативными правовыми документами, например, документами по оформлению деклараций промышленной безопасности, в частности, РД 03-14-2005):

Содержание отчета анализа риска:

- титульный лист;
- список исполнителей с указанием должностей, научных званий, организаций;
- аннотацию;
- содержание (оглавление);
- задачи и цели проведенного анализа риска;
- описание анализируемого объекта;
- методологию анализа, исходные предположения и ограничения, определяющие пределы анализа риска;
- описание используемых методов анализа, моделей аварийных процессов и обоснование их применения;
- исходные данные и их источники, в т. ч. данные по аварийности и надежности оборудования;
- результаты идентификации опасности;

- результаты оценки риска;
- анализ неопределенностей результатов оценки риска;
- обобщение оценок риска, в т. ч. с указанием наиболее «слабых мест»;
- рекомендации по уменьшению риска;
- заключение;
- перечень используемых источников информации.

Процесс анализа риска заканчивается разработкой рекомендаций.

Рекомендации могут признать существующий риск приемлемым или указывать меры по уменьшению риска.

Результаты оценки экологического риска могут быть использованы для:

- обеспечения экологически безопасной эксплуатации оборудования и объектов (особенно при экстремальных ситуациях);
- проведения сравнительной оценки экологической опасности сходных объектов;
- разработки материалов по оценке воздействия рассматриваемых объектов на ОС;
- проведения сертификации объектов в части выполнения экологических требований;
- выдачи разрешений на землеотвод, земле- и водопользование;
- получения и продления лицензий по видам деятельности;
- проведения экологического страхования и экологического аудита.

При оценке экологического риска рассматриваются сценарии развития наиболее тяжелых аварийных ситуаций, в результате которых может быть нанесен значительный ущерб окружающей среде.

Рассматривая воздействие предприятий ТЭК на атмосферу, растительный и животный мир, имеют в виду, прежде всего, выбросы тех веществ, для которых установлены ПДК в воздухе населенных мест. При сжигании природного газа это оксиды азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), оксид углерода ( $\text{CO}$ ) и бенз(а)пирен ( $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$ ), причем токсичность уходящих газов связана практически только с оксидами азота, так как концентрация бенз(а)пирена ничтожно мала. Образование оксида углерода при сжигании природного газа и мазута минимизируется путем рациональной организации топочного режима.

При нормальном функционировании промышленных объектов риск может быть обусловлен выбросом или утечкой вредных или опасных веществ, сбросами неочищенных стоков, захоронением опасных и высокотоксичных отходов (и пр.) в количествах, превышающих санитарно-гигиенические нормативы и оказывающих постоянное воздействие на здоровье населения и окружающую среду.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТРУДА НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

*В.М. Абабурин, Ю.В. Рыбанчук, В.С. Роза, Е.А. Сеимова,  
А.А. Миронова, Е.А. Юрташкина*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

С целью устранения недостатков в работе существующих сегодня на горных предприятиях систем управления безопасностью труда на кафедре «БЖД и ООС» разработана информационно-аналитическая СУБТ [1], функционирование которой позволяет:

- упорядочить и систематизировать процесс сбора и передачи информации о фактическом состоянии контролируемых объектов;
- создать возможность для анализа информации без существенных затрат времени с целью выявления наиболее опасных производственных факторов и объектов;
- оптимизировать процесс принятия управляющих решений за счет оценки эффективности предлагаемых профилактических мер на стадии их проектирования;
- определить тенденцию изменения состояния контролируемых объектов и выработать достаточно достоверный прогноз возможного уровня безопасности.

ИА СУБТ включает в себя упорядоченную организацию оценок, сбора и передачи информации о фактическом состоянии ТБ на участках шахты, систематизированное распределение результатов анализа между должностными лицами, контроль за исполнением принятых решений и оценку их эффективности.

Функционирование предлагаемой системы начинается с планомерного поиска опасности. С целью систематизации информации о состоянии контролируемых объектов разработаны специальные карточки оценки фактического состояния объектов.

При принятии решений по организации безопасной работы административно-управленческий персонал шахты систематически получает следующую информацию: интенсивность проявления ОПФ по группам контроля; риск выполнения производственных процессов на рассматриваемом объекте; перечень объектов, требующих оперативного вмешательства для приведения их в безопасное состояние; таблицы затрат эффективности профилактических мер.

Для практической реализации ИА СУБТ в условиях действующих шахт разработан комплекс программ "РИСК" [2]. Программа позволяет по данным о фактическом состоянии контролируемых объектов рассчитывать уровень риска и производить оценку эффективности и выбор превентивных мер для нормализации обстановки. При этом, с одной стороны, производится оперативное управление состоянием объектов контроля, а с другой – накопление информации для корректировки критериев оценки и долгосрочного прогноза уровня производственной опасности.

В комплекс данных программ входит:

### **1. Программа ввода исходных данных**

В ней определяется, в зависимости от решаемых задач, круг объектов контроля и их параметров, подлежащих анализу. Количество контролируемых объектов в одном расчете не ограничено и зависит лишь от величины дискового пространства.

Введение исходных данных в память ЭВМ производится поэтапно:

- при расчете уровня фактического риска;
- при определении остаточного риска;
- при оценке и выборе оптимальных профилактических мероприятий.

### **2. Программа расчета уровня фактического риска.**

Производится расчет относительной частоты травмирования, интенсивности проявления ОПФ на объектах контроля и величины возможного ущерба. Учитывая совокупное влияние 3-х последних критериев на уровень производственной опасности, рассчитываем фактический риск на объекте, технологической группе, производственном участке.

### **3. Программа расчета остаточного риска и оценки эффективности профилактических мероприятий.**

Она реализуется в два этапа. Сначала, исходя из максимальных значений фактического риска, определяется круг "объектов влияния" и рассчитываются остаточные риски с учетом показателей снижения риска соответствующих альтернативных профилактических мероприятий. Затем производится оценка эффективности отобранных мер путем расчета степени выгоды вложения средств по каждому направлению.

### **4. Программа управления.**

Устанавливает режим расчетов, производит корректировку программ в ходе расчетов, сужает или расширяет (в зависимости от решаемой задачи) круг ограничений, изменяет форму печати промежуточных и конечных результатов.

В частности, при необходимости получения информационного среза пользователь может по своему усмотрению изменять временной шаг получения информации и ее анализа.

### **5. Программа печати.**

По усмотрению пользователя информация о промежуточных и конечных результатах расчета может либо выдаваться на экран дисплея, либо на печатающее устройство ЭВМ. Основные результаты анализа печатаются в виде "Карточки оценки фактического состояния объектов", "Карточки расчета уровня риска", «Карточки профилактических мероприятий», "Карточки затрат-эффективности профмер по безопасности труда".

Практическое использование разработанного комплекса программ "РИСК" сократит трудоемкость расчетов основных показателей уровня безопасности труда, повысит темп движения информации и эффективность оперативного управления состоянием контролируемых объектов.

#### Литература

1. Фролов А.В., Забабурин В.М. Разработка научно-методических основ ИА СУБТ на угольных шахтах // Техносферная безопасность: наука, практика, образование: Матер. VII Всерос. Науч.-практ. конф. – Ростов н/Д: РГСУ, 2002. – С. 46-51.
2. Фролов А.В., Забабурин В.М. Программное обеспечение функционирования ИА СУБТ на угольной шахте / Безопасность и экология технологических процессов и производств: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Новочеркасск: ДГАУ, 2005. – С. 173-176.

УДК 622. 367

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ШАХТЕ**

*В.М. Забабурин, А.А. Миронова*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Значительный уровень риска возникновения травм и аварий на шахтах Восточного Донбасса свидетельствует о низкой эффективности функционирования систем управления безопасностью труда (СУБТ). Для решения этой проблемы, на наш взгляд, необходима разработка методологии управления безопасностью труда на горнодобывающих предприятиях, которая позволит получить корректную информацию о состоянии контролируемых объектов и определить общие закономерности формирования опасных событий с позиции системности.

Современная шахта как сложная эргатическая система, по нашему мнению, должна включать в себя, как неотъемлемую часть целого, управляющую подсистему мониторинга с функциями наблюдения, контроля, оценки, анализа и прогноза ее состояния.

Основная цель мониторинга состояния – предотвращение перехода элементов производственной системы из безопасного состояния в опасное исходя из принципов неразрушающего контроля [1]. Этот подход к управлению безопасностью труда не нов, но потенциал его полностью нераскрыт из-за отсутствия знаний о физике взаимодействия шахтных объектов и нарушения принципов комплиментарности.

В этой связи, для повышения эффективности мониторинга безопасности необходимо установить виды, источники и факторы воздействия в условиях шахты; изучить механизм и основные свойства взаимодействия шахтных систем; сформулировать условия, принципы и основные законы взаимодействия; исследовать генезис возможных последствий.

Основные требования к подсистеме мониторинга состояния:

– Функционирование осуществляется на основании принципов взаимодействия и неразрушающего контроля.

– В качестве методов анализа, оценки и прогнозирования состояния системы в основном использовать детерминированные, при недостатке информации о контролируемых объектах – вероятностные;

– Критерии оценки – физические, являющиеся функцией состояния системы.

– Приемлемость состояния устанавливается не только с учетом нормативно-правовых аспектов и требований НТД, но главное с учетом конкретных свойств самой системы и условий эксплуатации (характеристик внешней среды).

– Эффективность управления (функционирования подсистемы) должна определяться экономическими критериями и методами.

Основной постулат, лежащий в основе предлагаемой подсистемы мониторинга состоит в том, что изменение состояния системы есть результат ее обменных процессов с внешней средой. Исходя из этого, соотношение собственного энергopotенциала системы и внешних возмущающих потоков обуславливает состояние системы в дискретный момент времени, поведение ее на заданном интервале времени и уровень возможных последствий. Тогда *управление состоянием системы* есть управление воздействием с целью минимизации отрицательных последствий и его можно осуществлять путем расчета временных и динамических характеристик системы. Таковыми являются время реакции на внешние возмущения  $t_p$  и ско-

рость восстановления функциональности системы  $v_e$ . Оба показателя отражают способность рассматриваемой системы инициировать внутренние компенсирующие процессы, направленные на устранение в ней неравновесности, т.е. проводить релаксацию системы. Первый показатель может считаться критерием оценки эффективности оперативного управления, т.к. характеризует временной интервал приведения в норму элемента системы (или системы в целом) после воздействия на них потоков возмущения внешней среды. Второй – определяет относительную восстанавливаемость системы и может быть рассчитан по формуле:

$$v_e = \frac{\Delta\varphi}{\Sigma t_p}, \%/\text{час}$$

где  $\Delta\varphi$  – удельная функциональность элемента, %. Равна отношению фактической производительности системы, которая определяется по датчикам контроля, с помощью экспертной оценки, пробным включением или расчетом, к нормативной (обусловленной требованиями НТД);  $\Sigma t_p$  – общее время релаксации элемента, час.

Уровень функциональности системы в целом есть отношение ее функционала ( $\varphi$ ) к общему потенциалу ( $\Pi$ ) выраженное в процентах.

$$\Phi = \frac{\varphi}{\Pi} \cdot 100, \%$$

Функционал системы характеризует ее текущие возможности по выполнению основной функции. Потенциал – обусловлен предельными значениями заданного параметра и способностью выполнять функции в полном объеме.

Для повышения оперативности управления системой целесообразно проводить восстановление системы по параллельно-совмещенным схемам с учетом коэффициента релаксации, который характеризует относительную величину запаздывания реакции системы на воздействие возмущающих потоков внешней среды.

Внешнее проявление результатов управления состоянием системы неоднозначно и может заключаться в уходе от опасности, адаптации к опасности, влиянии на опасность, восстановлении функциональности после контакта с опасностью и проч. Эффективность всех этих способов, как и выбор оптимального для данных условий определяется разностью энергopotенциалов системы и внешней среды. При этом необходимая информация для обоснованного выбора может быть получена только с помощью подсистемы мониторинга состояния.

Таким образом, предлагаемая подсистема мониторинга безопасности призвана повысить эффективность СУБТ на угольных шахтах. Целевой

функцией такой СУБТ будет прогноз состояния контролируемых объектов [2], а основными задачами будут являться:

- Снижение производственной опасности до фонового уровня;
- Минимизация затрат и ущербов, обусловленных травмами, авариями и профзаболеваниями;
- Повышение эффективности труда;
- Реорганизация структуры и механизмов управления производством и т.д.

Предложенный методический подход позволит рассматривать управление безопасностью на горнодобывающих предприятиях как способ создания предпосылок появления детерминированных событий, путем отслеживания состояний и изучения поведения системы на временной оси.

#### Литература

1. Фролов А.В., Забабурин В.М. Энергетическая концепция обеспечения безопасности эргатических систем // Безопасность жизнедеятельности: Матер. Международ. науч.-метод. конф. к 100-летию ЮРГТУ (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007. – С. 75-81.
2. Фролов А.В., Забабурин В.М. Оценка и прогнозирование профессиональных рисков при ведении основных производственных процессов в шахтах Восточного Донбасса // Безопасность горных предприятий: Сб. науч. тр. по матер. симпозиума «Неделя горняка – 2007». – М.: Изд-во «Мир горной книги», 2007. – С. 97-108.

УДК 504.064.4:004.5

## **ФИЗИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ОПАСНОСТИ**

*В.М. Забабурин, Е.А. Юрташкина*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Статистические показатели аварийности и травматизма, которые используются в угольной отрасли, имеют ряд серьезных недостатков. В частности они не отражают объективных причин формирования и реализации опасных ситуаций. В связи с этим разработка более корректных и универсальных критериев оценки состояния производственных систем является актуальной задачей научно-практического плана.

На наш взгляд, показатель безопасности должен отвечать следующим требованиям:

- Иметь функциональную связь с условиями труда;
- Учитывать физическую природу опасных событий;
- Быть надежным и динамичным в эксплуатации;



– Обеспечивать возможность его использования в АСУ БТ.

Для выбора и обоснования целесообразности использования такого критерия приведем следующую цепь рассуждений.

Горнодобывающее предприятие представляет собой сложную эрготическую систему, структурные подразделения которой (подсистемы, элементы, связи...) взаимоувязаны единым энергетическим пространством. В нем постоянно действуют обменные взаимокомпенсирующие процессы поглощения-излучения энергии. Закономерным результатом этих процессов являются квазистационарные изменения состояний систем, которые происходят на фоне абсолютной стационарности суммарного энергетического потенциала пространства в целом. При этом, вследствие объективного действия законов сохранения и превращения энергии, произвольное случайное изменение состояния взаимодействующих систем невозможно. Они просто вынуждены следовать определенным траекториям, подчиняясь причинно-следственному характеру развития. Поэтому, наглядно отобразив различные состояния системы в координатах изменения ключевых параметров и выявив их динамику можно детерминировано определить ее положение в любой дискретный момент времени.

Решая эту задачу на практике, мы неизбежно сталкиваемся с проблемой, сущность которой состоит в обоснованном выборе параметров, которые объективно отражали бы состояние системы во времени и пространстве т.е. являлись бы функциями ее состояния. Учитывая, что в основе всех явлений природы лежит движение материи, формы этого движения различны и способны взаимопревращаться, а общей мерой всех форм движения является *энергия*, то можно сделать вывод о правомерности ее использования в качестве критерия оценки состояния системы. Действительно, внутренняя энергия (как и энтропия) системы являются функциями ее состояния, т.к. величина их изменения при переходе системы из одного состояния в другое не зависит ни от начального и конечного ее состояний, ни от способа (вида) переходных процессов. А раз так, то энтропия может быть представлена в виде разности значений некоторой функции координат и скоростей. При этом бесконечно малые изменения функций состояния представляют собой полные дифференциалы, которые позволяют дать всеобъемлющую характеристику состояния системы в данный дискретный момент времени.

Величина *энтропии* ( $dS$ ) как меры внутренней неупорядоченности сложной неравновесной системы может быть определена из следующего выражения:

$$dS = \frac{dQ}{T} + dS_p, \quad (1)$$

где  $dS$  – приращение энтропии системы;  $dQ/T$  – изменение теплоприращения системы при переходе ее из одного состояния в другое;  $dS_p$  – релаксация системы.

Особое внимание следует обратить на вторую составляющую выражения 1. Под *релаксацией* в этом случае понимается самопроизвольная реакция системы, выражающаяся в иницировании внутренних компенсирующих процессов, направленных на устранение возникшей неравновесности.

Общеизвестно, что функционирование любой системы вызывает изменение ее состояния. Такие изменения распространяются с конечными скоростями и потому не могут мгновенно охватывать всю систему. В результате система переходит в неравновесное состояние. Вот тут и проявляются релаксационные процессы как естественная защитная реакция среды их протекания, вектор действия которой всегда противоположен вектору распространения неравновесностей системы (перестройки поля).

Таким образом, любой процесс в системе сопровождается взаимодействием двух противоположных тенденций. С одной стороны он сам создает неравновесности, с другой – вызывает релаксационные процессы, направленные на устранение последствий внешних возмущений. В таких условиях устойчивость системы определяется соотношением скоростей образования и развития  $V_o$  и устранения  $V_y$  неравновесности. При их равенстве система устойчиво функционирует, в противном случае имеет место значительный рост энтропии и снижение функциональности системы.

По модулю  $V_o$  всегда превышает  $V_y$ , поэтому закономерно осуществляется переход системы из одного состояния в другое, причем энтропия каждого последующего состояния всегда больше энтропии предыдущего. Это важнейшее свойство эрготических систем, объясняет закономерное снижение их устойчивости с течением времени. Внешне это проявляется в виде повышения износа составных элементов системы, росте числа отказов, увеличении затрат на поддержание рабочего состояния и т.д.

Эффективность релаксации системы можно оценить *коэффициентом перестройки поля* ( $K_{n.n.}$ ):

$$K_{n.n.} = \frac{V_o}{V_y}, \quad (2)$$

С учетом формулы 2 возможны следующие варианты поведения системы:

- при  $K_{n.n.} \rightarrow \infty$  – уровень энтропии растет, система неустойчива;
- при  $K_{n.n.} \approx 1$ ,  $dS \rightarrow 0$  – процессы квазистационарны и квазиравновесны, система сохраняет устойчивость за счет управления;

– при  $K_{n.n.} \rightarrow 0$ ,  $dS = 0$  – идеальная равновесная система (теоретически возможный случай).

С позиции обеспечения безопасности на горнодобывающем предприятии второй вариант поведения является наиболее приемлимым (энтропия минимальна), поэтому корректно организованная эрготическая система должна обладать способностью к самоорганизации внутренних параметров и самовосстановлению рабочих функций при изменении внешних характеристик окружающей среды.

Таким образом, использование параметра энтропии в качестве показателя устойчивости эрготической системы позволяет:

- производить отслеживание ее дискретных состояний во времени;
- отражать объективные причины формирования и реализации опасных ситуаций;
- производить оценку приемлемости состояний с учетом специфических свойств самой системы и условий ее эксплуатации.

УДК 622.234.2

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ В ФИЛЬТРАЦИОННОМ КАНАЛЕ**

*Н.М. Качурин, И.Н. Зубаков,*  
Тульский государственный университет

Горно-геологическими факторами, определяющими значения физико-химических параметров, влияющих на устойчивость подземного горения угольного пласта, являются обводненность месторождения, тип угля и вмещающих пород, гипсометрия и глубина залегания угольного пласта, наличие карстовых нарушений. Максимальный КПД теплообменника при устойчивом горении угольного пласта обеспечивается если температура газообразных продуктов горения составляет 473-523 К, а расход 20000-50000 м<sup>3</sup>/ч. Для такого режима работы теплообменника необходимо прогреть угольный пласт на линии всасывающих скважин до температуры не менее 573 К. Устойчивое горение бурого угля происходит в фильтрационном канале и зависит от интенсивности фильтрационного потока воздуха, поступающего к огневому забою. Параметрами оптимизации газотеплогенератора являются расстояния между скважинами и рядами скважин; количество воздуха, подаваемого в нагнетательные скважины; перепад дав-

ления, развиваемый источниками тяги. Физико-химическими факторами, определяющими интенсивность физико-химических процессов горения угля являются проницаемость, трещиноватость и влажность угля и вмещающих пород; коэффициент диффузии кислорода; энергия активации, константа скорости окисления угля и тепловой эффект реакции кислорода с углем [1].

При фиксированном перепаде давления фильтрационный поток воздуха к огневому забою будет зависеть от проницаемости и трещиноватости угольного пласта, на которые существенное влияние оказывает влажность угля. Если плотность фильтрационного потока будет недостаточна, то процесс горения будет затухать. Горно-геологические условия Подмосквового бассейна позволяют эффективно использовать как технологию подземной газификации угля, так и технологию «Углегаз», на базе существующего оборудования.

Теоретические исследования, лабораторные и промышленные эксперименты показали, что технология комплексной постадийной отработки угольных месторождений «Углегаз», разработанная в Московском горном университете под руководством академика В.В. Ржевского, позволяет резко снизить нагрузки на окружающую среду по сравнению с традиционными способами угледобычи. Однако положительный экологический эффект достигается при устойчивом процессе подземного горения угольного пласта. Поэтому на стадии проектных решений необходимо иметь корректное математическое описание этого процесса, являющегося одним из основных в технологии «Углегаз».

Область горения угольного пласта, расположенную между рядом нагнетательных и вытяжных скважин можно разделить на следующие составные части – это зольный остаток; объем угольного пласта, реагирующий с кислородом воздуха; зона термической подготовки угольного пласта. Объем угля, контактирующий с зольным остатком, имеет наибольшую температуру в области горения. Учитывая, что линейный размер этой зоны на несколько порядков меньше расстояния между скважинами будем считать, что область горения состоит из двух полуплоскостей – зольного остатка и термически подготовленного угля, которые разделены линией огневого забоя.

В качестве физической модели процесса подземного сжигания угольного пласта принята модель, в соответствии с которой горение угля определяется интенсивностью трех различных процессов: химической реакции кислорода с углем на поверхности огневого забоя, сопровождающейся выделением тепла; конвективно-диффузионным переносом кислорода к огневому забою и отводом газообразных продуктов реакции.

Очевидно, что в общем процессе подземного горения угольного пласта лимитирующей стадией является тепломассоперенос в зоне химического реагирования. При определенном сочетании параметров тепломассообмена устанавливается состояние динамического равновесия, которое характеризуется постоянной скоростью химической реакции и горение протекает в устойчивом режиме.

В рамках этой физической модели справедливо следующее уравнение, теплового баланса:  $Q_x - Q_T - Q_{Г.П} = 0$ , где  $Q_x$  – количество тепла, выделяющегося в результате химической реакции;  $Q_T$  – количество тепла, уходящего из зоны химической реакции за счет теплопроводности;  $Q_{Г.П}$  – количество тепла, уносимого из зоны химической реакции газообразными продуктами горения. Количество тепла, выделяющегося в результате химической реакции, равно  $qw$ , где  $q$  – тепловой эффект физико-химического взаимодействия кислорода с углем, Дж/м<sup>3</sup>;  $w$  – скорость химической реакции, м<sup>3</sup>/с. Тепловой эффект взаимодействия кислорода с углем складывается из тепла процесса хемосорбции, которое при высоких температурах изменяется в интервале от 18 до 37 МДж/м<sup>3</sup> и в среднем составляет 28 МДж/м<sup>3</sup>, и тепла реакции окисления углерода угля кислородом воздуха, которое равно 10 МДж/м<sup>3</sup>. Поэтому этот параметр можно считать постоянным и в среднем равным 38 МДж/м<sup>3</sup>.

Математическое описание процесса подземного горения угольного пласта можно представить в следующем виде:

$$\rho_y C_y \frac{\partial T(x, t)}{\partial t} = \lambda_y \frac{\partial^2 T(x, t)}{\partial x^2} - \sum_{i=1}^2 \lambda_{\Pi i} \frac{\partial^2 T_i(x, y_i, t)}{\partial y_i^2} \Big|_{y_i=0} - \rho_y V C_y \frac{\partial T(x, t)}{\partial x}; \quad (1)$$

$$\frac{\rho_{\Pi i} C_{\Pi i}}{\lambda_{\Pi i}} \frac{\partial T_i(x, y_i, t)}{\partial t} = \frac{\partial^2 T_i(x, y_i, t)}{\partial y_i^2} = \frac{\partial^2 T_i(x, y_i, t)}{\partial y_i^2} + \frac{\partial^2 T(x, y_i, t)}{\partial x_i^2} \quad i = 1, 2; \quad (2)$$

$$T(x, 0) = T_i(x, y_i, 0) = T_0 = const; \quad (3)$$

$$T_i(x, 0, t) = T(x, t); \quad (4)$$

$$-\lambda_y \frac{\partial T(x, t)}{\partial x} = q K_0 l_{п.с} C(x, t) \exp \left[ -\frac{E}{RT(x, t)} \right], \quad (5)$$

где  $T(x, t)$  – температура угольного пласта, К;  $K_0$  – предэкспоненциальный множитель, 1/с;  $E$  – энергия активации, Дж/моль;  $R$  – универсальная

газовая постоянная, Дж/моль·К;  $\lambda_y$  – теплопроводность термически подготовленного угля, Вт/м·К;  $C_y$  – теплоемкость термически подготовленного угля, Дж/кг·К;  $\lambda_{\Pi i}$  – теплопроводность вмещающих пород (индекс  $i = 1$  относится к породам кровли,  $i = 2$  к породам почвы), Вт/м·К;  $T_i(x, y_i, t)$  – функция, описывающая поле температур во вмещающих породах, К;  $\rho_{\Pi}$  – плотность газообразных продуктов горения, кг/м;  $V$  – скорость фильтрации, м/с;  $C_{\Pi}$  – теплоемкость газообразных продуктов горения, Дж/кг·К.

Уравнения (1)-(2) описывают нестационарное поле температур угольного пласта и вмещающих пород соответственно. Математическая модель процесса, представленная уравнениями (1)-(2) и условиями (3)-(5) является теоретическим обобщением результатов физического моделирования и стендовых испытаний, проведенных сотрудниками МГГУ и ТулГУ. Полученная модель позволяет решить следующие практические задачи:

- определить расстояние между рядами нагнетательных и всасывающих скважин, которое обеспечит эффективную работу теплообменника;
- определить физические условия, обеспечивающие устойчивую реакцию горения;
- оценить химический состав газообразных продуктов подземного сжигания угольного пласта и мощность выбросов загрязнителей в водоносные горизонты.

#### Литература

1. Абрамкин Н.И., Сарычев В.И., Зубаков И.Н. Физико-химические основы и технологические принципы подземного сжигания углей для получения тепловой энергии: Отдельные статьи Горного информационно-аналитического бюллетеня. – М.: Издательство «Горная книга», 2009. – № 12. – 39 с.

УДК 614.7

### **АЭРОТЕХНОГЕННЫЙ РИСК ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВЫБРОСОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Л.Н. Костылева, О.В. Клетиков, И.А. Ендальцева, Е.П. Гнеушева*  
Воронежский государственный университет инженерных технологий

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от металлургического предприятия – это важнейший фактор воздействия производственной сферы на окружающую среду и здоровье населения.

Установлено, что ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (ОАО «НЛМК») занимает первое место среди промышленных предприятий г. Липецка по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Региональными исследованиями показано, что загрязнение воздушной среды является одним из приоритетных неблагоприятных факторов воздействующим на здоровье населения г. Липецка [1, 2, 4].

Анализ объема выбросов загрязняющих веществ проведен по материалам Управления Роспотребнадзора в Липецкой области и ОАО «НЛМК» за 2001-2010 г. В основу оценки риска для здоровья населения, проживающего в зоне воздействия неблагоприятных факторов металлургического производства, положены лабораторные данные стационарного поста наблюдения ГУ «Липецкий областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» за 2006-2010 г.

Для количественной оценки канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения применены методы, приведенные в руководстве Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [3].

Оценка объема выбросов от стационарных источников в г. Липецке показала, что за последние 10 лет объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух снизился на 24,2% за счет реализации природоохранных мероприятий на предприятиях: выбросы загрязняющих веществ в 2001 году составляли 370,4 тыс.т., а в 2010 году – 280,7 тыс.т. Структура выбросов в атмосферный воздух подразделяется следующим образом: на долю газообразных и жидких приходится 98%, твердых – 2%. Из числа загрязняющих веществ в структуре выбросов преобладают летучие органические соединения (ЛОС) – 84,44%, оксид углерода – 13,82%, диоксид серы – 0,90% и диоксид азота – 0,81%.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха г. Липецка является ОАО «НЛМК». От ОАО «НЛМК» по последним данным поступило 279,059 тыс. т в год загрязняющих веществ, что составляет 94,5% от всех выбросов предприятий г. Липецка. Объем газообразных выбросов комбината ОАО «НЛМК» можно рассматривать в зависимости от вида структурных подразделений предприятия. Наибольшее влияние на загрязнение атмосферного воздуха оказывают следующие структурные подразделения: агломерационное производство (АГП), конвертерное производство (КЦ-1, КЦ-2), доменное производство (ДЦ-1, ДЦ-2), коксохимическое производство (КХП) и теплоэлектроцентраль (ТЭЦ). На их долю приходится более 94 % валовых выбросов комбината ОАО «НЛМК».

Основными веществами, систематически контролируемые на стационарном посту в зоне воздействия выбросов от источников загрязнения атмосферного воздуха ОАО «НЛМК», являются взвешенные вещества, азота диоксид, сероводород, углерода оксид, фенол, бенз(а)пирен, серы диоксид. Нами были рассчитаны средние за год концентрации загрязняющих веществ, которые использованы в оценке риска для здоровья населения.

По результатам оценки неканцерогенного риска для здоровья установлено, что неприемлемый уровень риска ( $HQ > 1$ ) в различные годы отмечается по взвешенным веществам (1,36 – 2,40), сероводороду (1,00 – 1,20), бенз(а)пирену (2,00 – 2,16) (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристики неканцерогенного риска здоровью населения, обусловленного воздействием химических загрязнителей атмосферного воздуха (стационарный пост наблюдения в зоне воздействия выбросов ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат»)**

Названия веществ	Коэффициенты опасности (HQ)					
	2006	2007	2008	2009	2010	Среднее Значение
Азот (IV) оксид	1,00	0,05	0,75	0,50	0,25	0,51
Взвешенные вещества*	1,36	1,80	2,40	1,80	2,13	1,90
Сероводород	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,04
Углерод оксид	0,30	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Фенол	0,65	0,50	0,67	0,83	0,50	0,63
Бенз(а)пирен	2,00	2,16	0	0	2,00	1,23
Сера диоксид	0,11	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12
	Индексы опасности (HI)					
HI органы дыхания	4,32	3,49	4,94	4,25	4,00	4,20
HI кровь	1,30	0,38	1,08	0,83	0,58	0,84
HI ЦНС	0,95	0,83	1,00	1,17	0,83	0,96

В условиях комбинированного воздействия риск развития неблагоприятных эффектов на критические органы (или системы) характеризует суммарный индекс опасности (HI). Наиболее высокие его значения получены по риску развития болезней органов дыхания ( $HI = 3,49 \div 4,94$ ), а пре-



вышающие приемлемый уровень ( $HI > 1$ ) - по болезням крови и центральной нервной системы.

Из числа контролируемых веществ к канцерогенам относится бенз(а)пирен. Оценка индивидуального канцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного его воздействием, показала, что его величина в различные годы составляет от  $6,58 \cdot 10^{-7}$  до  $5,14 \cdot 10^{-7}$ . Такой уровень канцерогенного риска не вызывает опасения (величина целевого риска для условий населенных мест в России составляет  $10^{-5} \div 10^{-6}$ ).

Следует отметить, что в последние десятилетия ОАО «НЛМК» активно внедряет новые технологии и проводит природоохранную политику. В июне 2010 г. Новолипецкий металлургический комбинат признан лауреатом Национальной экологической премии, учрежденной фондом им. В.И. Вернадского и Государственной Думой Федерального собрания Российской Федерации при поддержке Совета Федерации Федерального собрания Российской Федерации и Правительства РФ. Снижение показателей воздействия на окружающую среду напрямую связано с постоянно растущим объемом природоохранных инвестиций ОАО «НЛМК»: уровень ежегодного финансирования экологических программ вырос почти в 30 раз: со 130 млн. руб. в 2000 году до 4,137 млрд. руб. в 2010 году.

С 2001 по 2010 год ОАО «НЛМК» увеличил производство стали на 13%, чугуна на 20%, агломерата на 17%. При этом объем валовых выбросов в атмосферный воздух с 2001 по 2010 год сокращен на 21,9% с 355,7 до 277,7 тыс. т/год. В 2010 году достигнуто дополнительное снижение валовых выбросов к уровню 2009 года на 1,36 тыс. тонн или на 2,9 кг на тонну стали.

#### Литература

1. Доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в г. Липецке за 2009 г.» – Липецк: Управление Роспотребнадзора по Липецкой области, 2010. – 46 с.
2. Потапов А.И., Устюшин Б.В., Гильденскиольд Р.С., Винокур И.Л., Савельев С.И. Разработка комплексной системы гигиенической безопасности в зоне влияния металлургического комбината // Факторы риска и здоровье населения в регионах России / Под ред. акад. РАМН А.И. Потапова. – Вып. 13. – Липецк, 2004. – С. 36-39.
3. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 – 04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
4. Савельев С.И., Бабанин С.Н., Карасева Л.Н., Голованова Е.А. Региональные подходы к совершенствованию социально-гигиенического мониторинга // Социально-гигиенический мониторинг: методология, региональные особенности, управленческие решения / Под ред. акад. РАМН Ю.А. Рахманина. – М., 2003. – С. 338-340.

## ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Л.Н. Костылева, О.В. Клепиков, В.И. Денисенко, И.М. Кучина*  
Воронежский государственный университет инженерных технологий

**Целью исследования** являлась оптимизация мониторинга среды обитания промышленного города с учетом сезонности загрязнения.

В качестве объекта исследования выбран г. Воронеж, являющийся типичным для России индустриально-развитым центром, в котором проживает около 920 тыс. жителей на площади 590,4 тыс. кв. км.

Эколого-гигиеническая оценка качества среды обитания (атмосферного воздуха, и питьевой воды) проведена на основе действующих нормативных документов с использованием комплексных характеристик и фоновых данных системы социально-гигиенического мониторинга за 2006-2010 годы.

Основными загрязнителями городской воздушной среды по объему выбросов являются окислы азота (на долю которых приходится 26,7% от общего объема выбросов), оксид углерода (20,2%), сернистый ангидрид 13,5%, пыль (15%). Суммарный объем выбросов поллютантов от автотранспорта по данным за 2006-2010 г. превышает выбросы от стационарных источников в 7–12 раз.

Анализ данных систематического мониторинга уровня загрязнения воздуха позволил выделить 3 типа сезонной динамики загрязнения атмосферного воздуха по преобладающему виду городской застройки:

- 1) селитебно-промышленный (максимум загрязнения – летний сезон, минимум – зимний),
- 2) селитебно-транспортный (максимум загрязнения – осенний сезон, минимум – зимний),
- 3) селитебно-рекреационный (максимум загрязнения – весенне-летний сезоны, минимум – осенний).

Наиболее информативными для характеристики сезонного загрязнения атмосферного воздуха являются концентрации диоксида серы, диоксида азота и формальдегида, поскольку они вносят определяющий вклад в максимальное загрязнение городского воздуха в летний период: парциальные, т.е. приведенные к одному классу опасности, индексы загрязнения по этим веществам превышают 1 ( $I_{п} > 1$ ).

В целом регистрируется увеличение суммарного индекса загрязнения (ИЗА) в транспортной зоне, затем – в промышленной, а самая благоприят-

ная ситуация наблюдается в общественно-деловом центре и особенно – в жилительно-рекреационных районах города, где годовые индексы загрязнения соответственно в 1,3 – 1,5 и 2,0 – 2,2 раза ниже, чем в промышленной и транспортной зонах.

Фактические данные свидетельствуют, что с сезонным ростом температуры воздуха запыленность и загазованность воздуха возрастает по большинству ингредиентов, причем сезонный диапазон колебаний между летом и зимой достигает 20 %.

Дополнительно учитывая данные по уровню загрязнения атмосферного воздуха при маршрутных исследованиях, в том числе и по жалобам населения, а также применяя метод ГИС-интерполирования с сеткой квадратов с шагом 1 км, были рассчитаны сезонные показатели риска для здоровья населения, обусловленного загрязнением воздушной среды, которые свидетельствуют о наиболее высоком неканцерогенном риске в летний период. Приоритетными веществами, вносящими наибольший вклад в величину неканцерогенного риска являются диоксид серы, диоксид азота, формальдегид, пыль, оксид углерода ( $HQ > 1$ ).

Наиболее высокие уровни канцерогенного риска в летне-осенние сезоны обусловлены присутствием в атмосферном воздухе бенз(а)пирена, формальдегида, сажи в жилительно-транспортных микрорайонах, достигая предельно допустимого уровня (индивидуальный риск в течение всей жизни более  $1 \cdot 10^{-6}$ , но менее  $1 \cdot 10^{-4}$ ), что требует постоянного контроля.

В отличие от загрязнения атмосферного воздуха по результатам исследования источников питьевого водоснабжения и качества питьевой воды установлено, что достоверных отличий определяемых показателей в сезонном аспекте не выявлено. Это связано с тем, что в системе водоснабжения города используются только подземные источники. Вместе с тем, общетоксический неканцерогенный риск здоровью, обусловленный качеством питьевой воды ( $HQ > 1$ ) отмечается для детского населения по бору ( $HQ = 1,33$ ) и нитратам ( $HQ = 1,89$ ) в пригородных поселках, входящих в черту городского округа. Критическими органами и системами в соответствии с Руководством по оценке риска при поступлении нитратов пероральным путем является кровь и сердечно-сосудистая система, при поступлении бора – репродуктивные нарушения, нарушения функционирования желудочно-кишечного тракта.

Проведенные исследования позволили разработать и внедрить мероприятия по оптимизации системы мониторинга окружающей среды с учетом сезонной динамики уровня её загрязнения, а именно:

1) в связи с тем, что максимум загрязнения атмосферного воздуха приходится на летний период, снижение загрязнения отмечается в переходные сезоны (осень, весна), целесообразно перераспределить отбор проб воздуха, увеличив их число в летний, наиболее опасный для влияния на состояние здоровья период. При этом, акцент исследований должен быть сделан на наиболее информативные сезонные загрязнители атмосферного воздуха к которым, по результатам работы отнесены диоксид азота, диоксид серы и формальдегид – вещества наиболее чувствительные к сезонным колебаниям рассеивающей способности атмосферы и отражающие существенный вклад в загрязнение воздушного бассейна выбросов от автотранспорта и предприятий теплоэнергетики;

2) поскольку по результатам исследования источников питьевого водоснабжения и качества питьевой воды установлено, что достоверных отличий определяемых показателей не выявлено, количество исследований следует распределить равномерно по сезонам года.

В качестве управленческих решений для обеспечения благоприятной жизнедеятельности в городе предложены конкретные мероприятия по генеральному плану, благоустройству и санитарному режиму города, а именно:

1) модернизация транспортных сетей города и пригородной зоны с увеличением их пропускной способности, качества дорожного покрытия, средней скорости движения транспортных средств за счет строительства надземных и подземных магистралей;

2) более высокое озеленение внутригородского пространства с внедрением в состав посадок газоустойчивых зеленых насаждений и созданием «экологического каркаса» и другие.

Основными приоритетами региональной стратегии обеспечения гигиенической безопасности среды обитания промышленного города являются снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха (прежде всего диоксидом серы, диоксидом азота и формальдегидом), питьевой воды (железом, марганцем, нитратами, бором в пригородных поселках), а также реализация архитектурно-планировочных решений и транспортной организации территории в рамках генерального плана города с учетом решения санитарно-гигиенических вопросов.

Таким образом, основой системы мероприятий по снижению риска и профилактике заболеваемости населения является дифференцированный, поэтапный подход, включающий снижение воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды на основе проведения их динамического мониторинга и оценки состояния здоровья населения.

## ЭВРИСТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПРИРОДНОЙ ЭВРИСТИКИ

*В.А. Крошнева, Т.А. Кондюрина, А.А. Крошнев*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск  
Новочеркасская государственная мелиоративная академия

Обращаясь к методам творчества природы нельзя не заметить, что при создании биологических конструкций она прибегает к ограниченному числу природных технологий конструирования органических систем, способов и аэро-гидробиологических эффектов. Можно сказать, что все это являются ничем иным ничем иным, как способами единого метода природной эвристики, являющейся одним из замечательных средств природного творчества.

В ходе эволюции природа не создавала абсолютно новые биоконструкций с целью преодоления запретов, накладываемых различными сочетаниями обстоятельств, а совершенствовала подходящие биопрототипы посредством незначительного числа типовых операций: изгиба, сжатия, растяжения, разделения, складывания, образования шероховатостей, колебания, диффундирования, перемешивания, скрещивания, изолирования, прокалывания, транспирации, завивания, выпячивания, разбухания, обесцвечивания, соударения, дробления, ввинчивания, вклеивания, процеживания, осаднения, вибрирования, экранирования, сплетения, пульсирования, присасывания, облучения, слияния, склеивания, затемнения, освещения, рыхления, нагревания, охлаждения, закупоривания, отверждения, размножения, сплющивания, нагнетания, нанесения покрытий, образования дырок и т.д.

При различном сочетании друг с другом инженерные закономерности включают в себя морфофизиологические принципы эволюционных новообразований в развитии органов и структур, а также функций живых организмов в соответствии с необходимостью обеспечения требуемой полезности путем формирования должных генокодов по законам эволюционного развития органических систем. Качественное изменение функций заключается в том, что в жизнедеятельности того или иного организма одинаковые органы проявляют возложенные на них функции с большей или меньшей степенью интенсивности, например, функция бега выражена сильнее у одних видов млекопитающих и слабее у других.

Наряду с определяющими признаками конструирования, в органической природе являются другие различные способы преобразования элементов биоконструкций: среди них усиление и ослабление главной функ-

ции; полимеризация органов и структур, при которой происходит увеличение числа однородных элементов; уменьшение числа функций в целях специализации; расширение числа функций. Последнее можно проиллюстрировать на принципе проявления добавочных функций жабр у моллюсков по транспортировке частиц пищи с током воды к ротовому отверстию, наряду с сохранением функции дыхания. Замещение функций и органов действует в случае потери одного из органов, когда его функция перекладывается на другой орган. Смена функции достигается реализацией принципа компенсации, редукции. При этом изменения в ходе эволюции осуществлялись также преобразованием форм биоконструкций, ориентации в пространстве, исключения, замены материалов, использования резервов, комбинирования, добавления и исключения и т.п.

**Приемы эвристической аналогии.** Содержатся практически во всех группах эвристических приемов реализации игровой ситуации – «Прототип – синтезированное техническое решение». Ими скомплектованы группы приемов переноса решений из другой области, приемы преобразования формы, приемы введения и использования новых деталей, узлов, материалов и т.п. Логико-гносеологическая природа аналогии и ее эвристическая функция изучены недостаточно. Процесс аналогизирования подчинен мысленному определению свойств создаваемого технического объекта. Результат творческого поиска сводится к установлению аналогов и выбору удачного прототипа с последующим перенесением информации от прототипа в новый контекст и преобразование свойств составляющих его элементов.

**Приемы эвристической инверсии.** Известно, что оригинальные, необычные, неожиданные идеи захватывают ум изобретателя только тогда, когда он абстрагируется от уже сложившегося слоя мыслей, преодолевает инерцию мышления, не считается с традиционными представлениями. По этой причине приемы поиска изобретательских задач, направленные на обнаружение неожиданных новых путей, часто лежат в противоположном направлении от дорог рутины, истоптанных тропинок и путей продвижения всезнающих эрудитов. Смысл эвристической инверсии – это поиск именно в направлениях противоположных традиционным.

**Приемы эвристического расчленения и редукции.** Применение эвристического расчленения и редукции в поиске решения изобретательских задач основывается на аналитическом мышлении человека, расчленении предметов и явлений на части с выделением причинных связей. Расчленение предметов и явлений может осуществляться как в действительности, так и мысленно.

Рассматривая растения как биологические конструкции, следует отметить, что устроены многие из них таким образом, чтобы выдержать различного рода механические воздействия без каких бы то ни было следов разрушения. Чтобы сохранять свою форму, или иными словами проектное положение, оно должно обладать необходимым запасом прочности. Кроме того, проектное положение растения зависит от его физиологических особенностей и поэтому оно располагает свои «конструктивные элементы» – листья – таким образом, чтобы они были расположены в порядке, исключающем затемнение друг друга. Ко всему этому необходимо отметить удивительные особенности растений: они находятся все время в изменении; это придает им как биоконструкциям такую сложность, что по сравнению с ними инженерные конструкции являются просто грубыми приближенными моделями.

Растительные конструкции и их элементы (корень, ствол, плоды) обладают достаточной прочностью и устойчивой формой, будучи составленными из тонкостенных клеток, которые позволяют всей биоконструкции в целом выдерживать значительные внешние сопротивления. При этом явление тургесценции растений является одним из приемов аэрогидростатического метода творчества природы, которая, являясь гениальным конструктором, умело использует его при создании множества удивительных биоконструкций растительного и животного происхождения (помидор, виноград, зерна гранат, глаз, стебель и т.д.), а также поддерживает физиологические процессы, механизм которых обеспечивает автоматическое регулирование формы в соответствии с изменением характера нагрузок.

Перечислим содержательную часть информационного массива способов и биологических эффектов природного эвристического конструирования (табл.1).

Таблица 1

### **Способы и биологические эффекты природного эвристического конструирования**

Шифр способа	Назначение способа
1	2
МС1	Способ солидарности функционирования материалов
МС2	Способ перераспределения и ослабления моментов сил
МС3	Способ структуризации
МС4	Способ растянутых структур

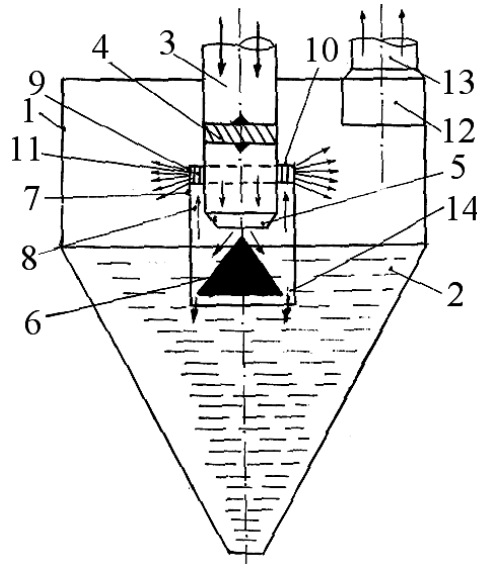
1	2
МС5	Способ адаптивной перестройки
МС6	Способ двойного контроля функций
МС7	Способ отчуждения среды
МС8	Способ повышенного совершенства
МС9	Способ консервирования
МС10	Способ качественного скачка
МС11	Способ регенерации
МС12	Способ симбиотехнического конструирования
МС13	Способ диффузного комплекса
МС14	Способ скрещивания
МС15	Способ формирования оболочек
МС16	Способ функционирования гидробиологических форм
МС17	Способ формообразования гидробиологических конструкций
МС18	Способ образования покрытий
МС19	Способ локализации и концентрации функций
МС20	Способ звездной системы
МС21	Способ вживания в среду
МС22	Способ ужесточения среды
МС23	Способ концентрации и нейтрализации напряжений
МС24	Способ образования поверхностей фактуры тканей
МС25	Способ редукции
МС26	Способ расширенной специализации
МС27	Способ интеграции и дифференциации
МС28	Способ положительного и отрицательного фототропизма

Одним словом, среди инженерных закономерностей природного конструирования, выделенных авторами настоящей работы, можно встретить практически все приемы технической эвристики, усилив тем самым возможности творческой деятельности инженера. Это подтверждается практически полезными результатами эвристического конструирования технических систем природоохранного назначения, полученными различными авторами. В том числе автором настоящей работы Крошневой В.А. (см. рис.1. патент RU 2305002 С2 ВО 1D 47/02).

Пылегазоуловитель, включающий корпус с промывочной жидкостью, подводящий газопровод, ускоритель газового потока, потокопринимающий экран, дополнительный промыватель, камеру промывки газа дополнительного промывателя, и трубу выхлопа промытого газа в атмосферу, отличающийся тем, что пылегазоуловитель снабжен закручивающим аппа-



ратом, размещенным внутри подводящего газопровода, а потокопринимающий экран, выполнен в виде конуса с окружностью в своем основании, подвешенный к ускорителю потока соосно, при этом пылегазоуловитель снабжен щелевым пластинчатым распылителем промывочной жидкости цилиндрической формы, размещенным на верхних кромках цилиндрического корпуса дополнительного промывателя.



**Рис. 1. Пылегазоуловитель (патент RU 2305002 С2 ВО 1D 47/02)**

**Формула изобретения**

В отличительной части формулы использовались эвристические природные принципы закручивания потока, изменение цилиндрической формы на конусную, образование щелей, распыление легли в основу охраноспособного технического решения.

УДК 504.55

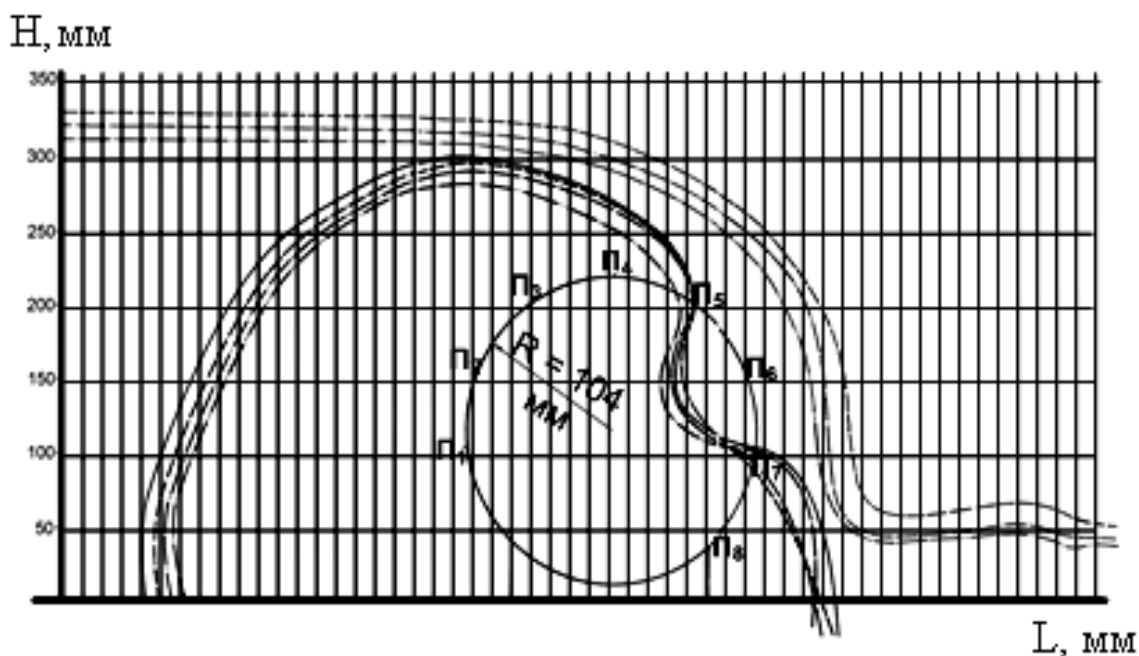
**ТОРОИДАЛЬНЫЕ ЗАТВОРЫ В ПРАКТИКЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*В.А. Крошнева, Т.А. Кондюрина, А.В. Крошнев*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск  
Новочеркасская мелиоративная академия

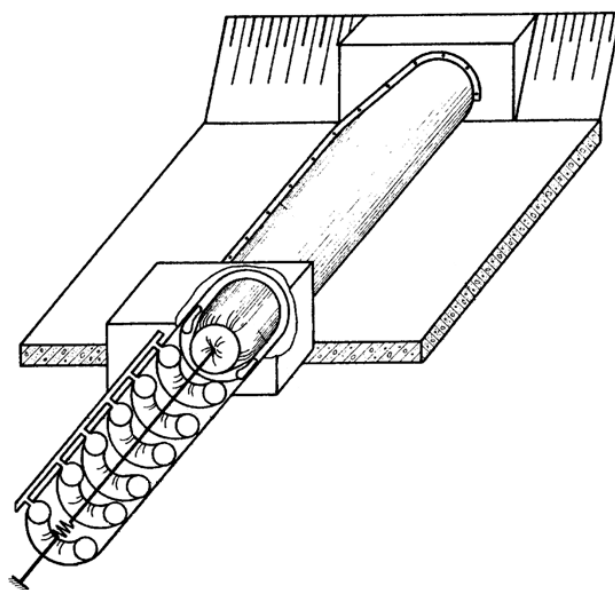
На кафедре «Безопасность жизнедеятельности и охрана окружающей среды» предлагается к практическому применению различные торовые регулирующие сооружения для всевозможных водохозяйственных водоох-

ранных целей и рационального водопользования. В гидравлическом отношении торовые цилиндрические оболочки близки к трансформируемым гибким поверхностям, жестким цилиндрическим водосливным оболочкам (вальцовый затвор). Исследуемая модель и результаты гидравлических исследований представлена на рис. 1



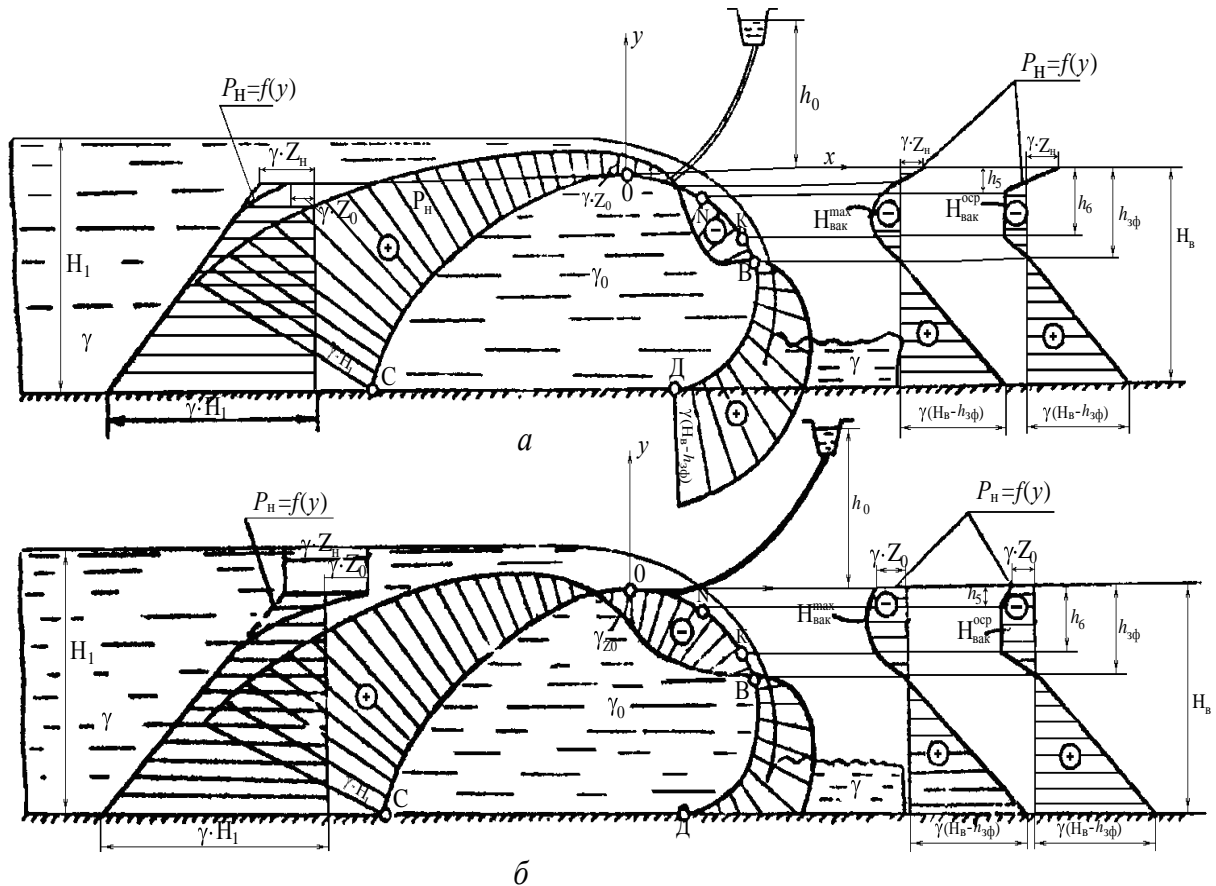
**Рис. 1. Водосливной цилиндрический тор при высоком внутреннем давлении**

Одна из базовый модификаций такого решения представлена на рис. 2.



**Рис. 2. Горизонтально перемещающийся цилиндрический торовый затвор**

Для проектирования подобных конструкций могут быть приняты подходы к расчету гибких водосливных поверхностей (рис. 3)



**Рис. 3. Расчетные схемы гибкого регулирующего сооружения замкнутого типа, совмещенные с эпюрами распределения осредненного гидродинамического давления  $P_n=f(y)$  по поверхности оболочки:**

- а) – случай образования зоны пониженного давления на участке низовой грани водослива; б) – случай образования зоны пониженного давления с захватом участка верховой грани водослива.

Целью расчета гибких облегченных гидросооружений эколого-мелиоративных систем является определение силовых и геометрических характеристик гибкой оболочки (поперечного очертания водосливного профиля, максимальных растягивающих напряжений), характеризующих напряженно-деформированное состояние конструкции во взаимосвязи с гидравлическими характеристиками, являющимися исходными данными для расчета.

Для подобных конструкций разработана автоматизированная система их расчета, структурная схема прикладного программного обеспечения представлена на рис. 4

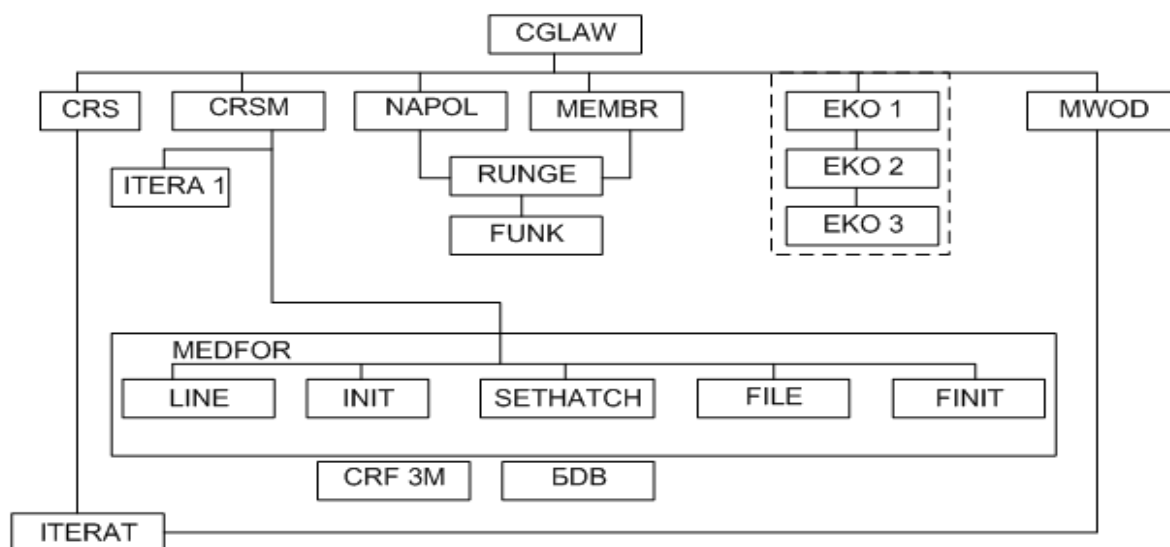


Рис. 4. Структурная схема прикладного программного обеспечения

Практическое применение предлагаемых конструкций из современных гибких мягких, комбинированных материалов сообщает принципы управления водотоками, которые находятся в соответствии с требованиями экологии водоохраны, рационального водопользования.

#### Литература

1. Крошнев В.А., Крошнева А.В., Кондюрина Т.А. Модульный принцип создания природогабармоничных инженерных решений с экологически приемлемыми принципами функционирования // Современная техника и технологии в медицине, биологии и экологии: Материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочепкасск, 16 ноября 2007 г. / Юж-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ. – С. 10-14.
2. Крошнев А.В., Крошнева В.А., Шереметова Е.А., Кондюрина Т.А. Тортовые технологии в гидротехнике, эластичная гидромеханика Современная техника и технологии в медицине, биологии и экологии: Материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочепкасск, 17 ноября 2008 г. / Юж-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ. – С. 11-14.

УДК 577.4

## ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА

*Л.А. Лисутина, С.О. Корягин*

Ростовский государственный строительный университет

Реструктуризация угольной отрасли России, начатая в 1994 году, была вызвана необходимостью перехода к рыночной экономике. К этому времени производственный потенциал отрасли включал, в основном, морально и

физически устаревший шахтный фонд, а наиболее убыточные шахты отрабатывали некондиционные запасы угля в тяжелых горно-геологических условиях. Реструктуризация преследовала 3 основные цели:

- Прекращение государственного финансирования угольной отрасли;
- Формирование частных конкурентоспособных угольных компаний и ликвидация нерентабельных шахт;
- Социальное и экологическое оздоровление угледобывающих регионов.

В 1994 году в Ростовской области действовало 59 шахт, на текущий момент осталось только 12 действующих шахт, принадлежащих частным компаниям. Из них рентабельными считаются 7 шахт, остальные 5 шахт находятся в критическом состоянии. Добыча угля сократилась с 15,9 млн. тонн в 1994 году до 7,1 млн. тонн в 2010 году.

Сроки завершения процесса реструктуризации удлинялись по мере понимания масштабов проблем, возникших в процессе ее осуществления. В соответствии с приказом Министерства промышленности и энергетики от 27 июля 2006г. № 177, реструктуризацию угольной промышленности России предполагалось завершить в период с 2006 по 2010 г.г.

Анализ современного состояния окружающей среды Восточного Донбасса и его динамики позволяет выразить сомнения в возможности завершения реструктуризации в связи с невыполнением одной из важнейших ее целей – экологического оздоровления Восточного Донбасса.

На начало 2010 года в процессе ликвидации находится 47 шахт, из которых 43 шахты ликвидируются путем затопления, 4 шахты способом «сухой консервации». Полностью затоплено 34 шахты, находятся в стадии затопления 9 шахт.

Вопреки ожиданиям, ликвидация нерентабельных шахт не привела к улучшению состояния окружающей среды. В процессе реструктуризации возникли новые непредвиденные экологические проблемы. Произошло значительное ухудшение экологического состояния 3-х основных компонентов окружающей среды: воды, земли и воздуха.

Так большой вред водоемам Ростовской области наносит сброс шахтных вод. Общий объем шахтных вод, поступающих в естественные водные объекты области составляет 30653 тыс. куб. м /год, из них проходит очистку на ОС 24020,3 тыс. куб. м /год, откачивается водоотливными комплексами и сбрасывается в реки, балки или просто на рельеф без очистки 3566,7 тыс. куб. м /год, самопроизвольный выход шахтных вод составляет 3066,7 тыс. куб. м /год.

Шахтные воды характеризуются аномально высоким содержанием сульфатов (12-259 ПДК), железа (3-3370 ПДК), марганца (до 64 ПДК), магния, алюминия, меди, стронция. Все эти опасные вещества попадают в

реки, колодцы, водозаборы питьевых подземных вод. За 2010 год в реки Восточного Донбасса поступило более 37 млн. м<sup>3</sup> шахтных вод. Вместе с ними поступило 186,8 тыс. тонн загрязняющих веществ, где 789 тонн составляет железо. Повышенные концентрации загрязняющих веществ отрицательно влияют на здоровье человека. Железо вызывает заболевания кожи и слизистых оболочек. Марганец поражает центральную нервную систему, почки, легкие, печень. Медь вызывает поражение печени, почек, желудочно-кишечного тракта. Сульфаты вызывают заболевания пищеварительной системы и камнеобразование.

Выявлены 3 основные проявления негативного влияния ликвидации шахт на состояние земельных ресурсов: подтопление, провалы и обширные области проседания земной поверхности, деградация сельскохозяйственных земель (засоление, заболачивание, загрязнение тяжелыми металлами).

**Подтопление:** долгие годы водоотливы действующих шахт приводили к понижению естественного уровня подземных вод, что приводило к осушению больших территорий. При закрытии шахт методом «мокрой консервации» (полного затопления) начался обратный процесс, Площадь подтопления с 2003 по 2010 год увеличилась в 64 раза (с 0,35 га до 20,58 га). В зоне подтопления находится около 80 домовладений.

**Провалы и проседание земной поверхности:** контроль за геодинамическими процессами, осуществляется на 18 станциях, расположенных на территории общей площадью 304,2га. Здесь наблюдается устойчивая тенденция к увеличению интенсивности процессов провалообразования с течением времени. Так по сравнению с 2003 годом в 2010 году количество провалов земной поверхности увеличилось в 5,4 раза. Центром мониторинга ведутся работы по ликвидации образовавшихся провалов на земной поверхности. С 2003 года было ликвидировано более 250 провалов общим объемом более 100,0 тыс.м<sup>3</sup>.

**Горящие породные отвалы:** на территории Восточного Донбасса расположено более 400 породных отвалов, 202 принадлежат ликвидируемым в процессе реструктуризации шахтам. В породных отвалах угольных шахт содержится значительное количество угля (от 5 до 20%), пирита (до 10%), серы (от 5% и более). По результатам температурной съемки на 01.01.2010г. из 162-х обследованных отвалов - 44 горящих. С 1м<sup>2</sup> поверхности горящего породного отвала в атмосферный воздух выделяется до 180 м<sup>3</sup>/ч продуктов горения содержащих оксиды углерода, диоксид серы, сероводорода оксиды азота.

**Выделяющиеся шахтные газы:** в настоящее время ведется контроль за состоянием 216 угрожаемых и 75 опасных по газовыделению зон на общей площади 4,7 тыс. га. В этих зонах расположено более 9 тыс. жилых

и административно-хозяйственных зданий. В ходе контроля газодинамической обстановки на селитебной территории с 2001 по 2008г. количество опасных зон увеличилось в 6,8 раз.

### **Мероприятия по ликвидации негативного воздействия**

Для устранения перечисленных последствий был проведен комплекс мероприятий по улучшению экологической обстановки, предусмотренных в 47 проектах ликвидации угледобывающих предприятий Ростовской области. Этот комплекс включает: строительство очистных сооружений шахтных вод и водоотливных комплексов; рекультивацию нарушенных земель; ликвидацию провалов земной поверхности; тушение и рекультивацию породных отвалов; расчистку рек; контроль за выделением шахтных газов; комплексный мониторинг социально-экологических последствий ликвидации шахт и др.

Однако, несмотря на приложенные усилия, достижение конечного результата – оздоровления экологической обстановки не произошло. Основная причина заключается в том, что возникшие экологические проблемы оказались существенно более сложными, масштабными и комплексными, чем это представлялось при планировании мероприятий по реструктуризации угольной промышленности.

В итоге можно сказать, что следствиями этой основной причины являются:

- Недостаточная эффективность мероприятий, выполняемых в процессе реструктуризации.
- Наличие широкого спектра проблем, решение которых не было предусмотрено в процессе реструктуризации, но влияющих на экологическую обстановку.

УДК 628.166

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ БИОЦИДНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

*Н.В. Ляшенко, В.В. Денисов, Б.А. Нагнибеда, А.В. Денисова*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск  
Новочеркасская мелиоративная академия

При рассмотрении вопросов надёжности и безопасности систем водоснабжения особое внимание уделяется технологии обеззараживания воды.

Выбор средства для обеззараживания определяется с учётом двух аспектов: с одной стороны, обеспечение нормативного качества очищенной воды и остаточного бактерицидного эффекта, с другой – обеспечение безопасности при транспортировке, использовании и хранении средства обеззараживания на территории водоочистой станции [1]. Очень важно при разработке таких технологий просчитывать возможные, отдалённые последствия от их реализации, они не должны нести в себе потенциальную угрозу крупномасштабной катастрофы.

В этом аспекте системы водоподготовки, использующие традиционный дезинфектант – жидкий хлор, являются потенциальными источниками чрезвычайных ситуаций (ЧС). Тяжёлыми последствиями для местного населения сопровождаются и разрушения железнодорожных и автоцистерн с хлором в пути следования. Известно также, что в процессе функционирования указанных систем в атмосферу поступают относительно большие количества (до 4 % от общего количества) газообразного хлора [2].

В последнее время в системах питьевого водоснабжения приоритетным является применение другого хлорсодержащего дезинфектанта – гипохлорита натрия (ГХН), что повышает безопасность технологии биоцидной обработки воды, так как концентрированный ГХН имеет 3 класс опасности, а низкоконцентрированный – 4 класс, в отличие от газообразного хлора, который относится ко 2 классу опасности [3]. При этом возможные аварийные ситуации на объектах, использующих высококонцентрированный ГХН, носят локальный характер и не выходят за пределы производственного помещения.

В работе [4] нами обосновывается, что конкурентоспособность электролитически полученного ГХН и перспективы его широкомасштабного распространения (взамен привозного жидкого хлора) в основном определяются стоимостью поваренной соли, расходами на электроэнергию и подготовку воды для рабочего солевого раствора. Значительные инвестиции в строительство электролизных станций и высокие эксплуатационные затраты, особенно при постоянном повышении тарифов на электроэнергию, сырьё и материалы (прежде всего, соль, воду, кислоту), тормозят уход от классической, но экологически крайне опасной, хлорной технологии.

По нашему мнению, внедрение гипохлоритной технологии в меньшие сроки с одновременным снижением экономических затрат и учётом экологических требований возможно при создании в рамках субъекта Федерации предприятия по производству концентрированного (более 15 %) раствора гипохлорита натрия с одновременной организацией сети распределительных терминалов для поставки ГХН потребителям. На территории терминала предлагается доводить раствор ГХН для отдалённых или крупных



потребителей до концентрации 10 %, оптимальной для хранения, а для относительно мелких потребителей или расположенных от терминала на расстоянии, позволяющем делать доставку дезинфектанта экономически оправданной, – до концентрации 0,8–1,0 % [5].

На основании проведенных нами расчётов [4,6], внедрение предложенной схемы экономически обосновано на АЭС или угольной ТЭС, что связано с относительно низкой стоимостью электроэнергии, а также возможностью использования внутренних резервов энергогенерирующего предприятия. Данное предложение является экономически привлекательным и для самого производителя, так как выпускаемая продукция может быть не только товаром, обладающим постоянным спросом, но и использоваться для собственных нужд предприятия. Рекомендуемая нами технология предусматривает получение на первой стадии 0,8–1,0 %-ного ГХН с последующим концентрированием до 12,5–15 % методом выпаривания или вымораживания. При этом конденсат водяного пара может использоваться для получения электролита, а образующийся в процессе электролиза водород – в качестве источника тепловой энергии.

Выполненные нами эксперименты и обработка полученных результатов позволили разработать на базе угольной электростанций технологическую схему производства дезинфектантов трёх видов [6 – 9]: водного раствора гипохлорита натрия; раствора бактерицида – бактериостатика ( $\text{Cu}^{2+}$ ), который зарекомендовал себя в профилактике развития сине-зелёных водорослей; комплексного бактерицидного препарата, содержащего, помимо основного ГХН, ионы меди (II), которые усиливают его бактерицидные и продлевают бактериостатические свойства. Достоинством предложенной технологии является практическая безотходность и возможность ресурсо- и энергосбережения.

Разработанная технологическая схема, основанная на производстве необходимого количества ГХН (в виде концентрированного раствора) на угольной электростанции с последующим распределением его в оптимальной концентрации через сеть терминалов, позволит ускорить переход систем питьевого водоснабжения на гипохлорит натрия. В результате реализации указанной схемы в целом снижаются энергозатраты, расходы сырья и материалов, оптимизируется численность обслуживающего персонала, улучшаются условия труда и повышается экологическая безопасность объектов водоснабжения.

#### Литература

1. Пупырев Е.И. Современные технологии водоподготовки как фактор обеспечения надёжности централизованных систем водоснабжения в России. / Е.И. Пупырев // Водоснабжение и санитарная техника. – 2006. – №1. – Ч. 1. – С. 10-18.

2. Гутенёв В.В. Эколого-экономические аспекты замены жидкого хлора на гипохлорит натрия в системах химико-биоцидной очистки воды [Текст] / В.В. Гутенёв, И.А. Денисова, Н.В. Ляшенко, В.В. Денисов // Мелиорация антропогенных ландшафтов: межвуз. сборник науч. тр. / Новочерк. гос. мелиорат. акад.; И.Н. Лозановская [гл. ред.] и др. – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ, 2007. – Т.26: Современные проблемы водопользования, гидрологии и гидротехники. – С. 21-29.
3. Григорьев, А.Б. Сравнительная оценка высоко- и низкоконцентрированного гипохлорита натрия для дезинфекции питьевых вод / А.Б. Григорьев, Р. Расе // Водоснабжение и сантехника. – 2006. – № 10. – С. 42-46.
4. Денисов В.В. Региональная электростанция и система питьевого водоснабжения: союз ради процесса / В. В. Денисов, Л.Н. Фесенко, А.В. Денисова С. А. Москаленко, Н.В. Ляшенко, Б.А. Нагнибеда, М.А. Стрежкова, Н.Н. Паненко // Экология урбанизированных территорий. – 2010. – № 4. – С. 57-63.
5. Ляшенко Н.В. Возможность замены привозного жидкого хлора на гипохлорит натрия в системах водоснабжения / Н.В. Ляшенко, Б.А. Нагнибеда, А.В. Денисова, В.В. Денисов // Безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 6. – С. 24-27.
6. Ляшенко Н.В. Повышение технико-экономической и экологической безопасности технологий биоцидной обработки воды хлорсодержащими препаратами: дисс... канд. техн. наук. – Новочеркасск, 2009. – 142 с.
7. Денисова И.А. Технология получения и применения гипохлорита натрия и ионов серебра (меди) для бактерицидной обработки воды / И.А. Денисова, В.В. Гутенёв, А.И. Ажгиревич // Экологические системы и приборы. – 2005. - № 7. – С. 9-11.
8. Ляшенко Н.В. Повышение экологической безопасности и технико-экономической эффективности применения дезинфектантов в системах очистки воды / Н.В. Ляшенко, А.И. Ажгиревич, И.А. Денисова // Безопасность жизнедеятельности. – 2007. – № 10 (82). – С. 28-34.
9. Денисова, И.А. Методология, ресурсы и технологии природосберегающей диверсификации предприятий угольной энергетики: дисс... д-ра техн. наук. – С.-Петербург, 2008. – 404 с.

УДК 556.114:546.72

## **ОБ ОДНОМ ИЗ ПРОСТЫХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД**

*Р.Х. Мусин, Р.З. Мусина, З.Г. Файзрахманова*

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Проблема качественного состояния окружающей среды является одной из важнейших мировых проблем последних десятилетий. Неуклонная деградация её основных компонентов и ресурсный кризис могут привести в ближайшем будущем к крупным конфликтам, при этом основным их источником может явиться нехватка пресной воды. В последнее время в результате интенсивного антропогенного воздействия заметно изменился химический состав не только поверхностных, но и подземных вод. В природных водах часто обнаруживаются сверхпредельные концентрации та-

ких высокотоксичных компонентов как свинец, хром, ртуть, кадмий, цинк и др. Если повышенные содержания в подземных водах (ПВ) этих тяжелых металлов обычно фиксируются в пределах и окрестностях крупных городских и промышленных центров, и горнорудных районов, то обогащение вод такими высококларковыми компонентами, как железо и марганец, проявляется очень широко и без техногенного вмешательства. Так, повышенной железистостью характеризуются ПВ верхней части гидрогеологического разреза во многих районах Якутии и Дальнего Востока, Кольского полуострова, Алтая и Урала, центральных и северных областей Европейской части России, а также Украины, Белоруссии и Казахстана. В связи с этим, вопросы разработки и совершенствования технологии обезжелезивания природных вод являются чрезвычайно актуальными. Главными источниками соединений железа в природных водах являются процессы растворения, выщелачивания и гидролиза горных пород. Значительные количества железа поступают и со сточными водами промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Данный компонент реагирует с минеральными и органическими веществами, образуя сложный комплекс соединений, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях. В воде систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (ХПВ) железо может присутствовать также вследствие применения на станциях очистки железосодержащих коагулянтов, либо из-за коррозии металлических водопроводных труб. Уже при концентрациях железа выше 0,3 мг/л вода приобретает характерный металлический привкус, и она вызывает появление ржавых потеков на сантехнике и пятен на белье. При содержании железа выше 1 мг/л вода становится мутной, окрашивается в желто-бурый цвет. Такая вода практически непригодна как для технического, так и для питьевого использования. Кроме этого, длительное потребление воды с повышенными концентрациями железа приводит к разрушению клеток печени, что связано с накоплением в ней гемосидерина. Железо в ПВ обычно находится в форме бикарбоната закисного железа  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  и в виде комплексных органических соединений, при этом ПВ в основном характеризуются рН и Eh условиями, при которых основная часть железа находится в растворенном состоянии (двухвалентной форме) и не выпадает в осадок.

Основными методами обезжелезивания являются – упрощенная аэрация и фильтрование; аэрация и фильтрование после окисления закисного железа; коагуляция, отстаивание и фильтрование; известкование, отстаивание и фильтрование; хлорирование и коагуляция или хлорирование и известкование с последующим фильтрованием. Цель работы – оценка

эффективности первого из указанных методов, который является наиболее простым и наименее затратным. Исследования по обезжелезиванию вод проводились на двух объектах. В первом случае, аэрированию и фильтрации подвергались межпластовые воды пермских отложений, используемые для ХПВ г. Агидель Республики Башкортостан. Эти воды характеризуются варьирующим ионным составом и минерализацией, и отличаются сверхпредельными концентрациями железа и марганца, соответственно – до 4,5 и 1,2 мг/л. Экспериментальные работы, проводившиеся в полевых условиях, включали: на первом этапе – фильтрацию проб подземных вод через песчаный фильтр, на втором – двойную аэрацию с последующей фильтрацией через песчаный фильтр. Фильтровая установка представляла собой 2 пластиковые трубки длиной по 150 см и внутренним диаметром 41 мм, закрепленные на штативе. Фильтр в нижней части был загружен гравием – 30 см, а в верхней – 70 см слоем мелкозернистого кварц-полевошпатового песка. Для аэрации воды использовались два дюралюминиевых сосуда, в которых были просверлены отверстия диаметром 0,5 мм. Первый сосуд был установлен на высоте 175 см от земли, второй – непосредственно под первым, на высоте 100 см. Аэрированная вода собиралась в пластиковую посуду объемом 5 дм<sup>3</sup>. После аэрации вода, насыщенная кислородом, оставлялась в покое на 45 минут для завершения процесса перехода  $Fe^{2+}$  в  $Fe^{3+}$  и его гидролиза. Через 45 минут она пропусклась через песчаный фильтр. Результаты опыта по обоим использованным методам положительные. При использовании песчаного фильтра без предварительной аэрации воды концентрации железа в ней снизились с 2,7-3,8 до 0,15-0,35 мг/л, марганца с 0,95-1,95 до 0,2-0,6 мг/л; а при аэрировании фильтруемой воды содержания железа уменьшились до 0,1-0,25 мг/л, марганца до 0,005-0,15 мг/л. Концентрационные вариации железа и марганца в фильтрате определялись, в первую очередь, колебаниями содержаний этих компонентов в исходной воде. Эксперимент продолжался 4 суток, при этом через песчаный фильтр было пропущено 50 литров исходной воды. Ярко выраженных трендов изменения концентраций тяжелых металлов в фильтрованной воде и уменьшения водопроницаемости фильтра отмечено не было. Вторым объектом лабораторного исследования эффективности песчаных фильтров для обезжелезивания послужило изучение фильтрации искусственно подготовленной воды хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатного магниево-кальциевого состава с минерализацией 0,5-0,6 г/л; рН – 2,5-3; концентрацией железа – 1,2-2,5 мг/л. Данная вода, обладавшая буроватым цветом, подобна отдельным гидрогеохимическим типам болотных и рудничных

вод. Обезжелезивание проводилось без предварительного аэрирования воды. Исходная вода подавалась с напорного бачка, песчаный фильтр представлял собой полипропиленовую трубу диаметром 110 мм и длиной 326 мм, заполненную мелко-среднезернистым полимиктовым песком. Высота песчаного фильтра – 165 мм, объем использованного песка – 1,8 дм<sup>3</sup>, его общая пористость – 32 %. В каждом литре профильтрованной воды определялись – содержания железа, рН и минерализация; параллельно эти же параметры фиксировались и в исходной воде. Через каждые десять литров фильтрованная вода подвергалась химическому анализу с определением 16 параметров её состава. Эксперименты проводились в двух режимах нестационарной фильтрации – первоначально с максимальным вертикальным напорным градиентом 0,65; а потом с градиентом 1,7. При первом режиме было получено 19,5 литров фильтрованной воды, а втором – 15,5 л. В первом случае фильтрованная вода была бесцветной и прозрачной, концентрации железа в ней – 0,02-0,12 мг/л. При этом четко проявился положительный тренд изменения этих содержаний (их увеличение по мере фильтрации), а также произошло снижение фильтрационной способности песков с 2,4 до 1,22 м/сут. (песчаный фильтр довольно эффективно осаждаёт практически все компоненты минерализации, которая снижается, относительно минерализации исходной воды, на 40-120 мг/л, при этом рН фильтрованной воды – 5,3-7,0). При втором режиме фильтрации (с более высоким значением напорного градиента) фильтрованная вода довольно быстро стала приобретать желтоватый оттенок, а концентрации железа в ней практически линейно возрастали от 0,1 до 0,3 мг/л. Последнее значение, являющееся предельно-допустимой концентрацией для питьевых вод, было получено уже на 35 литре фильтрата (15-й литр фильтрованной воды при повышенном напорном градиенте). Таким образом: избыточные концентрации железа (и марганца) в воде можно устранить путем её фильтрации через песчаный фильтр, при этом эффективность очистки резко возрастает при проведении предварительного аэрирования воды; при использовании лишь метода фильтрации величина напорного градиента не должна превышать 1; при использовании фильтров с мелко-среднезернистым песчаным наполнителем массой до 2 кг и фильтрации воды с минерализацией ~ 500 мг/л и концентрацией железа ~ 2 мг/л через фильтр теоретически можно пропустить (до полного заполнения его порового пространства) ~10 м<sup>3</sup> воды, но скорость снижения коэффициента фильтрации песков может достигать 0,04 м/сут\*л.

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ

*О.Н. Парамонова, Л.З. Ганичева*

Ростовский государственный строительный университет

Ежегодно в России образуется 3,4 млрд. т отходов, в том числе 2,6 млрд. т – промышленные отходы, 700 млн. т – жидкие отходы птицеводства и животноводства, 35-40 млн. т – твердые бытовые отходы (ТБО), 30 млн. т – осадки очистных сооружений. И эти цифры неуклонно возрастают. Создание все большего количества полигонов и свалок – не лучший выход. Поэтому, на наш взгляд, необходимо искать новые подходы рационального использования и ликвидации ТБО, промышленных и других отходов, используя опыт, уже накопленный другими странами.

Как видно, одним из видов образующихся ежегодно отходов являются ТБО. Разнообразие их состава, свойств, а также способов обращения с ними определили наш интерес к данному вопросу.

Основными этапами обращения с ТБО в России являются следующие:

- сбор образовавшихся и накопленных ТБО;
- транспортирование;
- переработка (предполагает различные способы, включая сортировку);
- захоронение.

Каждый из этапов имеет свои экологические и экономические особенности реализации.

Проблема экологической опасности затрагивает все стадии обращения с ТБО, начиная с их появления, сбора и транспортировки и заканчивая подготовкой к использованию утильных компонентов и уничтожением или захоронением неиспользуемых фракций.

Экологический аспект появления ТБО заключается в том, что в России отсутствует отдельный сбор и сортировка ТБО по фракциям на местах. В результате собранный мусор может содержать токсичные соединения, тяжелые металлы, патогенные микроорганизмы и т.п., что в дальнейшем препятствует эффективной реализации различных способов переработки ТБО для получения вторичных видов сырья и ресурсов.

Помимо этого спектр негативного влияния отходов на компоненты окружающей среды включает эстетически непривлекательный вид, неприятный запах и т.п. мест сбора ТБО.

При транспортировке отходов не всегда учитывается необходимость минимизации прогона автотранспорта, который сам является интенсивным

источником загрязнения атмосферы, не проводится контроль токсичности выхлопных газов и нерегулярно проверяется техническое состояние транспортных средств, задействованных на перевозке отходов. Также при транспортировке имеет место проблема потерь мусора из-за высоконагруженных мусоровозов, что создает дополнительное загрязнение окружающей среды. Поэтому проблема создания мусороперегрузочных станций и использования высоконагруженных мусоровозов имеет значение не только с точки зрения экономии горючего, но и с экологической точки зрения.

Экологическая составляющая переработки отходов сводится к тому, что любой метод переработки призван уменьшить количество ТБО, направляемых на захоронение. Однако из известных в мировой практике более 20 методов обезвреживания и утилизации ТБО большинство методов не нашли сколько-нибудь значительного распространения в связи с их технологической сложностью и сравнительно высокой себестоимостью переработки ТБО. Помимо этого наиболее применяемые методы утилизации ТБО (сжигание, компостирование) также не всегда являются экологически оправданными. В процессе сжигания значительно загрязняется атмосфера, если не надлежащим образом организована система очистки воздуха, и почва, так как образующуюся при сжигании зола, содержащую токсичные компоненты, нужно правильным образом утилизировать. Образующийся в результате биотермического компостирования компост является ценным органическим удобрением, используемым в сельском и садовом хозяйстве. Однако для его получения необходима тщательная сортировка ТБО, их обезвреживание и т.п., что требует установки дополнительного комплекта специального оборудования на заводах производящих и реализующих компост.

Сложившаяся во многих странах система обезвреживания ТБО основана на захоронении подавляющего большинства отходов на полигонах и неорганизованных свалках. В этом случае в качестве экологических проблем можно выделить: изъятие ценных земель, нарушение природного ландшафта, загрязнение почвы, поверхностных и грунтовых вод, атмосферного воздуха, потеря ценных веществ, содержащихся в ТБО, и др.

Кроме влияния на окружающую среду, в процессе управления отходами есть много экономических вопросов. При управлении и переработке отходов образуются существенные расходы, которые появляются как перед, так и после работы объектов переработки отходов.

Расходы управления отходами образуются из:

- начальных капитальных выплат для приобретения земли;
- постройки зданий для обработки отходов и приобретения оборудования;
- расходов по сбору отходов, транспорта (автомашины, горючее, логистика) и расходов по захоронению;

- расходов по управлению отходами, которые связаны с закрытием полигонов, а также потенциальных выплат по очистке и приведению в порядок окружающей среды, после того, как полигон уже бездействует.

Согласно [2], выделяют три главные “непосредственные” выплаты:

- стартовые выплаты (содержат начальные инвестиции и расходы для начинания управления отходами);

- оперативные выплаты (содержат повседневные расходы по выполнению работ);

- расходы по закрытию (содержат расходы, когда объект обработки отходов нужно закрыть, а также расходы, которые связаны с пенсиями работников или компенсациями здоровья после закрытия объекта обработки отходов).

Помимо перечисленных выплат существуют:

- дополнительные расходы (расходы по рекультивации для закрытых свалок);

- условные расходы (расходы, которые могут появиться или не появиться в какой-то период времени в будущем, например, непредвиденные расходы по очистке, непредвиденные потери, которые появились у людей (из-за нарушений здоровья) от объектов обработки отходов);

- расходы на защиту окружающей среды (необходимы для санации деградированной окружающей среды, которые трудно высчитать и которые не возвращаются);

- социальные расходы (необходимы, чтобы компенсировать неблагоприятные изменения для людей, их имущества и благосостояния, которое нельзя компенсировать легально).

Эти и другие виды расходов можно предусмотреть, однако они будут не очень точны. Поэтому общие расходы по управлению отходами трудно оценить.

Таким образом, в процессе планирования деятельности в области обращения с отходами нужно взвесить влияние их воздействий на окружающую среду во время всего жизненного цикла, учитывая также местные обстоятельства, и спрогнозировать экономическую составляющую управления ТБО.

#### Литература

1. МДС 13 – 8.2000 Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации.
2. Черп О.М., Виниченко В.Н. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход. – М.: Эколайн, Ecologia, 1996
3. Приваленко В.В., Кузнецов И.Н., Демченко С.Г. Эколого-геохимический мониторинг на полигонах ТКО г. Ростова-на-Дону. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. – 297 с. Илл.:75



УДК 622.023

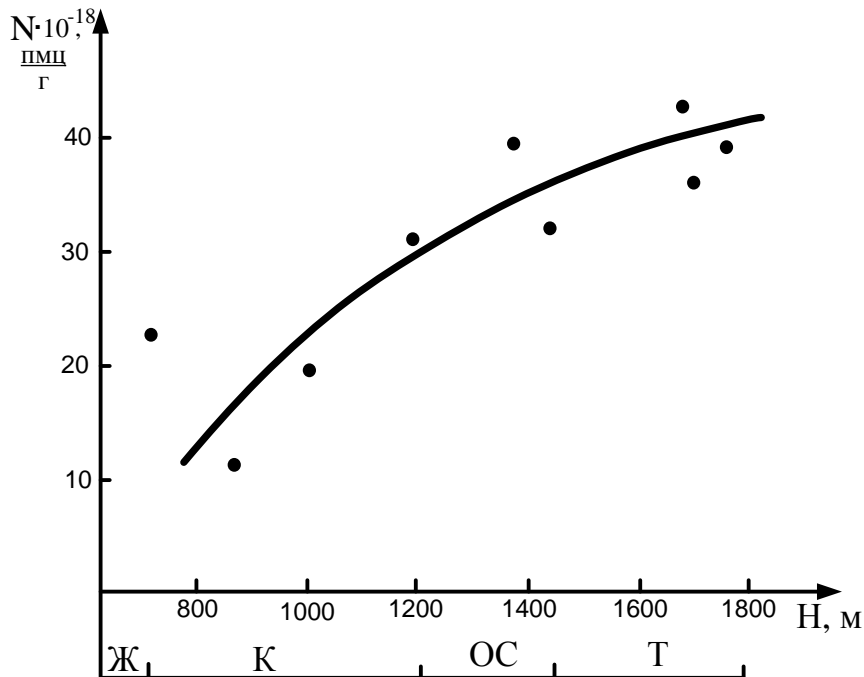
## ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ ПЛАСТОВ НА СТРУКТУРУ И ВЫБРОСООПАСНЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕЙ

*Т.Ф. Пересунько, А.А. Радина, А.А. Подгорная, Е.О. Доценко, О.В. Яленко*  
Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Ранее проведенными исследованиями установлено, что одним из факторов, определяющих предрасположенность угольных пластов к проявлению выбросоопасности, является молекулярная структура углей. В качестве показателя, характеризующего такую зависимость, предложена концентрация парамагнитных центров (ПМЦ) в углях. Эта характеристика является наиболее чувствительной при внешнем воздействии на структуру угля.

Авторами настоящей работы исследован характер изменения концентрации ПМЦ углей с увеличением глубины залегания шахтопластов. Было исследовано более 1,5 тысячи образцов углей из мест пересечения шахтопластов геологоразведочными скважинами на участках разведок более 20 шахт Донбасса.

Для исследования общих закономерностей изменения значений парамагнитных характеристик по стратиграфической глубине выбрана скважина Щ-1027 (рис. 1).



**Рис. 1.** Изменение концентрации парамагнитных центров в углях по стратиграфической глубине залегания пластов (скважина Щ-1027)

Установлено, что по мере увеличения глубины залегания пласта наблюдается закономерное (по правилу Хильта) изменение степени метаморфизма углей от марки К (глубины от 400 до 1200 м), ОС (глубины 1200–1400 м) до марки Т (глубины 1400–1800 м). С ростом глубины наблюдается также увеличение концентрации ПМЦ до средних значений для соответствующих марок углей.

Наряду с исследованием характера изменений концентрации ПМЦ по стратиграфической глубине скважины Щ-1027, проведен также анализ этого показателя для углей отдельных групп метаморфизма. Все исследованные пластопересечения разделены на четыре группы:

I – угли марок ГЖ и Ж,

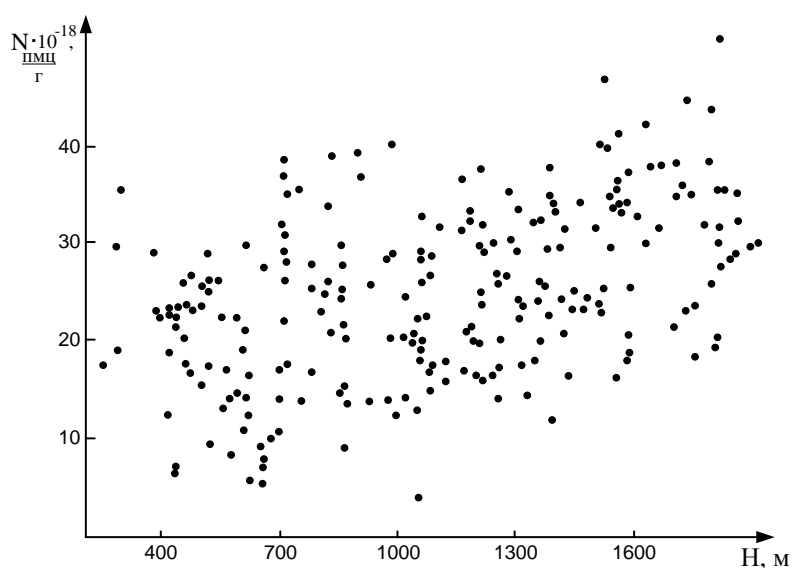
II – угли марки К;

III – угли марки ОС и

IV – угли марки Т.

Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что концентрация парамагнитных центров углей марок ГЖ и Ж, ОС и Т не зависит от глубины залегания пластов. При этом остается постоянной и доля пластопересечений, где концентрация ПМЦ превышает критическое значение (для углей марки ГЖ и Ж – 64–65 %, марки ОС – 45–50%, марки Т – 25 %).

Другая зависимость наблюдается для шахтопересечений пластов углей марки К: с ростом глубины залегания угольных пластов концентрация ПМЦ устойчиво возрастает. Увеличивается также и число пластопересечений со значениями концентрации ПМЦ выше критической (от 50 % на глубинах до 800 м до 80 % на глубинах от 800 до 1700 м) (рис. 2)



**Рис. 2. Изменение концентрации парамагнитных центров в углях марки К по мере увеличения глубины залегания пластов**

Наблюдаемые различия в характере изменения парамагнитных характеристик углей различной степени метаморфизма с глубиной залегания пластов связаны с различиями в их молекулярном и надмолекулярном строении.

Высокой прочностью характеризуется также структура высокометаморфизованных углей.

Что касается углей средней стадии метаморфизма (марка К), то их структура характеризуется слабыми межмолекулярными связями из-за меньшего числа кислородных мостиков. Рост горного давления и температуры с увеличением глубины залегания пластов способствуют разрыву химических связей, в боковых алифатических группах, что подтверждается ростом концентрации парамагнитных центров. Неуклонный рост концентрации ПМЦ углей марки К с глубиной можно объяснить постепенным разрывом химических связей с разной энергией активации.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Изменение парамагнитных характеристик углей по стратиграфической глубине соответствует закономерности изменения их в ряду метаморфизма.

2. Концентрация парамагнитных центров в углях марки К с увеличением глубины залегания пластов растет, что связано с разрывом химических связей при деструкции боковых алифатических цепей и поворотом углеродных слоев под действием давления и температуры.

3. Выбросоопасность пластов углей марки К возрастает с увеличением глубины их залегания.

УДК 622.274.4

## **ДОБЫЧА РУДЫ ЗАХОДКАМИ С УВЕЛИЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРИ СЛОЕВОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ НА РУДНИКЕ «АЙХАЛ»**

*А.Н. Петров*

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова

Отработка запасов трубки «Айхал», осуществляется слоевой системой разработки с закладкой твердеющими смесями и нисходящим порядком выемки слоев. Отбойка руды ведется с применением комбайнов АМ-75 (MR 300) и КП-21. Доставка руды производится с применением погрузоч-

но-доставочных машин с дизельным приводом и емкостью ковша  $4,7\text{ м}^3$ . Ширина заходок составляет 5,0 м, высота 4,5 м с ориентировкой их вкрест простирания рудного тела, при этом средняя длина заходок составляет 35-40м.

При расположении заходок вкрест простирания средняя длина заходок составляет всего 35-40 м, а количество их на слое достигает 60 штук. Такое количество коротких заходок приводит к значительным удельным объемам непроизводительных работ, таких как перегон и подготовка комбайна к работе в новой заходке, процесс засечки комбайна в каждой заходке, настройка вентиляции, монтаж закладочных трубопроводов, сооружение закладочных перемычек. Большое количество закладочных перемычек приводит к росту трудозатрат на единицу добываемой руды и расхода материалов. Повышается цикличность процесса закладки и тем самым снижается эффективность работы закладочного комплекса, происходит перерасход высокомарочных составов закладочных смесей (короткую заходку проще заложить смесью одной марки, чем подавать разные составы в небольших количествах). Поскольку отработка очистных заходок осуществляется только из одного рудного штрека, необходимо нести дополнительные трудовые и материальные затраты на обеспечение устойчивого его состояния в течение длительного периода отработки заходок.

С целью исключения вышеуказанных недостатков проектной схемы отработки месторождения «Айхал», по рекомендациям разработанным УРАН ИПКОН в 2010 г. проведены опытно-промышленные работы по отработке в слоях №5 и №6 выемочной единицы №2 эксплуатационного блока №1 очистных заходок (лент) с увеличенной до 8м шириной и ориентированных по простиранию рудного тела, при этом средняя длина заходки составляет 75-80м. По итогам испытаний было обеспечено увеличение коэффициента использования очистного комплекса с 0,55 до 0,66; снижение себестоимости добычи руды.

Отработка заходки производилась в две стадии. На первой стадии отработывалась часть очистной заходки шириной 5,0м и высотой 4,5м на всю длину. На второй стадии отработывалась оставшаяся боковая часть заходки шириной 3,0 м.

Производительность достигаемая комплексом при отработке заходок с параметрами  $4,5 \times 8\text{ м}$  на 14% выше производительности при отработке заходками с параметрами  $5 \times 4,5\text{ м}$ , что объясняется ростом скорости отработки комбайном расширяемой части заходки с улучшением показателей по производительности комбайна на 2-ой стадии отработки заходки. Вместе с тем, необходимо отметить, что конструктивные особенности комбайна (технология «резания») не рассчитаны на отработку массива при нали-

чии дополнительной обнаженной плоскости по всей высоте. В этом случае происходит неравномерная нагрузка на исполнительный орган комбайна с неравномерным износом зубьев режущей головки. Наблюдался фактор «отталкивания» исполнительного органа комбайна в сторону обнажения, вследствие чего происходит «ступенчатое» оформление борта выработки.

С целью дальнейшего повышения эффективности слоевой системы разработки с нисходящим порядком выемки слоев, было решено провести опытно-промышленные работы по отработке очистных заходок с параметрами  $Ш \times В = 8,0 \times 8,0$  м и применением буровзрывных работ на стадиях расширения разрезного штрека в заходке и отработке почвоуступа.

Первые испытания буровзрывного способа отбойки руды проведены в 1 квартале 2011 г. на участке длиной около 20 м. Бурение шпуров и взрывание осуществлялось сериями; в качестве первой серии было пробурено и взорвано 3 ряда шпуров по 14 шпуров в ряду (всего 42 шт.).

После проведения взрывных работ обследованием установлено, что на участке взрывной отбойки руды (20 м), в борту выработки (практически на всю высоту), произошло появление значительного количества техногенных трещин и раскрытие до 0,5-5 мм имеющихся геологических трещин. По трещинам отдельности (ориентированных под углом 30-45° к борту выработки) с «зеркалами» скольжения, происходило сползание и выпадение отдельных кусков руды.

По результатам применения буровзрывного способа отбойки руды в заходке, по результатам ОПР можно сделать предварительные выводы, которые сводятся к следующему:

1. Учитывая отрицательное влияние взрывных работ на состояние вертикальных обнажений, расширение в заходке разрезного штрека до 8,0 м буровзрывными работами не производить.

2. Отработку заходок целесообразнее производить комбинированным способом: запасы первой стадии (проходка разрезного штрека шириной 6,0 м) отрабатывать комбайном, запасы второй стадии (отработка почвоуступа высотой до 4,0 м) – буровзрывным способом с применением самоходной буровой техники.

3. При отработке СВРТ очистные работы сконцентрированы на ограниченной площади и начинает сказываться негативное воздействие взрывных работ на состояние закладочных перемычек в смежной(-ых) заходке (-ах). Снизить влияние возможно за счет уменьшения частоты взрываний, т.е. за один взрыв взрывать значительно большее количество шпуров.

4. Работа комбайна при отработке запасов второй стадии в очистных заходках сопряжена с неравномерными нагрузками на исполнительный ор-

ган комбайна и не рекомендуется к дальнейшему применению. Дальнейшее совершенствование слоевой системы на руднике «Айхал» должно идти в направлении выполаживания угла наклона слоев до 1-2°, увеличения параметров очистного пространства заходок и применения комбинированного способа отработки заходок (комбайн + БВР). Внедрение технологии отработки заходок увеличенной высоты должно сопровождаться обязательным приобретением рудником «Айхал» кровлеоборочной техники.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках комплексного проекта № 2010-21801-001 по созданию высокотехнологичного производства, выполняемого с участием российского высшего учебного заведения*

УДК 614.715:534:620.1/2

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПО АКУСТИЧЕСКИМ СИГНАЛАМ**

*А.И. Пуресев, В.А. Летихова, М.Ю. Сербиновский, А.Г. Чефериди*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Новочеркасский машиностроительный колледж (ГБОУ СПО РО)

Технологический институт Южного федерального университета в г. Таганроге (ТГИ ЮФУ)

Стандартные нормы экологических состояний окружающей среды (аэрозольных, гидрозольных и твердотельных систем) выдвигают все более жесткие требования оперативного и конструктивного подхода оценки ее загрязненности, непрерывной регистрации состояния и анализа динамики развития во времени для кумулятивного содержания вредных веществ. Особое значение для специфики слежения за состоянием наиболее важных в жизненном отношении наблюдаемых объектов имеют те способы контроля и регистрации текущих режимов, которые позволяют, не разрушая исследуемые системы, вести выборочные наблюдения или непрерывную регистрацию состояния, по которому легко задействовать обратную связь с целью управления процессами регистрацией жизненно важных предприятий таких как горнодобывающих и перерабатывающих. К таким методам следует отнести акустическую диагностику объектов, основанную либо на анализе излучения звуковых сигналов от исследуемых систем, либо на рассеянии внешних тестовых сигналов звеньев системы.

Акустическая диагностика характерна тем, что она позволяет, не разрушая элементы диагностируемой экологической системы, заглянуть вовнутрь, оценить текущее состояние по ряду важных в санитарном отношении параметров. Эти параметры оценки экологического состояния при акустической диагностике осуществляются по амплитудно-частотным характеристикам системы. Текущая информация собирается в виде временной последовательности отчетов САЭ (сигналов акустической эмиссии).

Обобщенную физическую модель экологических систем можно представить как область евклидова пространства, заполненного некоторой твердой, жидкой или газообразной средой, в которую погружены и распределены по некоторому статистическому закону материальные частицы с различными физико-химическими свойствами, массами  $m_1, m_2, \dots, m_n$ , образующими упруго-вязкую систему с  $k$ -степенями свободы. При вынужденном перемещении или под воздействием зондирующих импульсов (вибровозбуждении) материальным частицам  $m_i$  сообщается (или поглощается) некоторая часть энергии, при этом упруго-вязкая материальная система приходит в вынужденное колебательное движение, вследствие которого возникает силовая ответная реакция системы в виде сигнала акустической эмиссии. Акустический сигнал в виде временной последовательности импульсов, регистрируемых датчиками, преобразуется в цифровой спектр из основных и высших гармоник. Высшие гармоники кратны основной частоте и значительно выделяются из шумового поля. Высшие гармоники спектра несут более полную информацию об амплитудно-частотных параметрах эко-системы и позволяют ее идентифицировать по экологическому состоянию. При движении аэрозольных или гидрозольных систем взаимодействие компонентов диагностируемой среды генерирует при массопереносе САЭ и математическое описание сводится к нахождению ортогональных алгебраических или тригонометрических полиномов

$$Y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 \dots + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_4 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + \\ + b_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + b_{14} \cdot x_1 \cdot x_4 \dots + + b_{23} \cdot x_2 \cdot x_3 + b_{24} \cdot x_2 \cdot x_4 + \\ + b_{34} \cdot x_2 \cdot x_4 \dots + b_{11} \cdot x_1^2 + b_{22} \cdot x_2^2 + b_{33} \cdot x_3^2 + b_{44} \cdot x_4^2 \dots;$$

$$Y = b_0 + b_1 \cdot \sin \omega t + b_2 \cdot \sin 2\omega t + b_3 \cdot \sin 3\omega t \dots + \\ + c_1 \cdot \cos \omega t + \dots c_1 \cdot \cos 2\omega t.$$

После определения векторов коэффициентов  $b_i$  и  $c_i$  их оценивают по значимости. Для этого вычисляют среднее квадратичное отклонение коэффициентов. Далее для каждого коэффициента  $b_\xi$  вычисляют значения критерия Стъдента (Госсета)

$$t_0 = \frac{|b_0|}{S_{b_0}}; \quad t_1 = \frac{|b_1|}{S_{b_1}}; \dots t_\xi = \frac{|b_\xi|}{S_{b_\xi}}; \dots t_{15} = \frac{|b_{15}|}{S_{b_{15}}}.$$

Те коэффициенты, для которых  $t_\xi < t_p$  ( $f = N(n-1)$ ) должны быть отброшены как незначимые. В этих формулах  $p$  – уровень значимости (обычно берут  $p = 0,05$ );  $t_p(f)$  – табличное значение  $t$  критерия Стьюдента для уровня значимости  $p$  с  $f$  степенями свободы.

При возбуждении твердотельных эко-систем с помощью импульсных возбудителей упрощенное математическое представление виброакустического сигнала имеет вид:

$$x(t) = X_0 + \sum_{k=1}^n X_n \cos 2\pi \cdot n \cdot f_1 \cdot t + b_n \sin 2\pi \cdot n \cdot f_1 \cdot t;$$

$$x(t) = X_0 + \sum_{k=1}^n X_n \cdot \cos (2\pi \cdot n \cdot f_1 \cdot t - \varphi_0) \quad \text{где } k = 1, 2, 3 \dots n,$$

где  $X_n$  и  $\varphi_k$  – амплитуды и фаза  $k$ -ой гармоники;  $f_1$  – основная частота САЭ, возникающая за счет изменения формы и структуры диагностируемого элемента системы. Хотя модели являются только первым приближением в описании сложного колебательного процесса виброакустической эмиссии, но их уже можно применять в экологических задачах при косвенных оценках наличия и концентрации тех элементов, которые определяют экологическое состояние диагностируемых объектов.

Математическое представление той или иной эко-системы сводится к задачам аппроксимации (приближения функции), т.е. в виде комбинации простых ортогональных функций либо упорядоченной системы усложняющихся функций  $f_1(t), f_2(t), \dots, f_n(t)$ . Точность представления заданного колебания  $u(t)$  и отыскания аппроксимирующих функции  $f_n(t)$  является интерполяционной задачей и находятся в виде комбинаций заданных линейно независимых ортогональных функций.

Отыскание аппроксимирующей функции по отчетам сводится к нахождению интерполяционного полинома Фурье, переходящего в пределе в ряд Фурье [1] периодического сигнала АЭ. Анализ и дешифровка сигнала акустической эмиссии выполняется дискретным быстрым преобразованием Фурье. Каждая фракция анализируемой системы образует сигнал, состоящий из импульсного подспектра. Чтобы применить при обработке подспектров принцип суперпозиции, линеаризуют аналоговые частотные характеристики подспектров с помощью весовых коэффициентов. Весовые коэффициенты определяются независимо друг от друга по результатам



эксперимента. После того, как амплитудно-частотный состав подспектров выявлен, применяют математический аппарат обработки, проводя серию опытов с системами, диагностируемые свойства которых известны. По их амплитудно-частотным параметрам производится разбиение пространства признаков на классы диагностируемых типов или используя банк данных.

Определение экологического состояния исследуемой конкретной системы по собственным амплитудам и частотам спектра производится определением их местоположения в пространстве признаков или путем сравнения с банком данных.

Методика идентификации при контроле экологического состояния системы по нормализованным классам включает два этапа:

1. запись на магнитном носителе фонограмм акустического сигнала анализируемой системы в натуральных (полевых) условиях;
2. камеральная обработка фонограмм с помощью аналоговых и цифровых приборных средств и компьютерного анализа.

Выполнение первого этапа включает распределение акустического зондирующего поля по всем морфологическим структурам анализируемых объектов; на втором этапе предусматривается преобразование акустического сигнала в аналого-цифровой спектр Фурье. По программе распознавания образов производится разделение пространства признаков на классы. Далее определяются принадлежности анализируемых систем к соответствующим классам объектов.

#### Литература

1. Пат. 2105302 РФ, G01N29/14 Способ определения концентрации твердой фазы пылегазового потока / В.П. Журавлев, Г.С. Учитель, О.А. Торопов, В.В. Муханов, А.И. Пуресев, Е.А. Малых, В.А. Лепихова. – 96107578/25 (22) – Заявл. 18.04.96; Опубл. 20.02.98, Бюл. № 5.

УДК 504.064.3:628.54

## **АСПЕКТЫ КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕСПЫЛИВАЮЩИХ И ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*А.И. Пуресев, В.А. Лепихова*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Для правильной эксплуатации и управления обеспыливающими установками, пылеулавливающими устройствами необходим регулярный кон-

троль содержания пыли в различных технологических условиях. В этом комплексе условий анализ дисперсного состава пыли имеет особое значение. Промышленная пыль является одним из основных загрязнителей атмосферы и производственных помещений, что ухудшает экологическую обстановку и угрожает здоровью человека и биосферы.

Знание дисперсного состава позволяет судить о степени ее опасности в санитарно – гигиеническом отношении, способности образовывать взрывоопасные смеси с воздухом, влиять на ход технологических процессов и т.д.

Эффективность действующих пылеочистных устройств нельзя объективно оценить без характеристики дисперсности промышленных пылей. Существующие методы определения дисперсного состава достаточно сложны и не обеспечивают непрерывного слежения. При этом только на основе достаточно достоверных и тщательно выполненных анализов дисперсного состава исходной, уловленной или вынесенной пыли можно определить пофракционные степени очистки воздуха от пыли.

Существующие методы контроля дисперсного состава пыли характеризуются большими затратами времени и трудоемкостью, они не позволяют создать систему оперативного и непрерывного измерения и слежения в реальном масштабе времени. Большинство современных методов дисперсного анализа пыли включает предварительное выделение пыли из газовой среды и последующее ее разделение на фракции.

Развитие современных технических и вычислительных средств позволяет решать вопрос о разработке новых методик и средств дисперсного анализа по созданию систем непрерывного контроля за пылевым потоком.

Теоретические и экспериментальные исследования с использованием методов математического моделирования позволяют избавиться от взаимной зависимости некоторых параметров, оценить погрешность измерения и провести диагностику дисперсного состава движущегося пылегазового потока в трубопроводах.

Разработка новых способов и средств непрерывного дисперсного анализа пылевых потоков является чрезвычайно важной и актуальной проблемой современности.

Одним из перспективных направлений является определение дисперсного состава пыли в воздушном потоке по сигналам акустической эмиссии (АЭ) с выделением подспектров Фурье, содержащих информацию о пофракционной концентрации пылегазовых потоков.

Академиком Котельниковым В.А. была доказана теорема утверждающая, что всякий сигнал может быть представлен дискретным набором его отсчетов через равные промежутки времени без всякой потери ин-

формации при условии, что частота отсчетов не менее чем вдвое превышает максимальную частоту анализируемого звукового сигнала. Этому условию соответствуют разложения (АС) в ряд Фурье с помощью интегральных преобразований Фурье-Лапласа, по полиномам Чебышева, Бесселя и т.д. [1]. Представление сигнала в виде ортогональных полиномов Чебышева обеспечивает наивысшую точность разложения ограниченного сигнала АЭ на составляющие и гарантирует быструю равномерную сходимость рядов. Обработка по Чебышеву пока не реализуется в режиме реального времени.

Для пылеметрии с точки зрения доступности и практического приложения рационально разлагать сигналы АЭ на компоненты с помощью интегрального преобразования Лапласа. Разложение АС на компоненты с помощью интегрального преобразования Фурье-Лапласа [2] весьма перспективно в области пылеметрии.

При использовании математической модели определения пофракционных концентраций на основе интегрального преобразования Фурье-Лапласа требуемая точность аппроксимации случайного процесса пылепереноса достигается сохранением достаточного количества значимых тембровых гармоник в полученном экспериментально спектре Фурье. В изображающем пространстве содержится информация о физическом смысле источников элементарных осцилляций, которые идентифицируются с элементарными ударными актами генерации колебаний элементов измерительной системы передаваемых цепочкой (частица – пограничный слой – стенка – пылепровод – датчик). Таким образом, преобразование Лапласа позволяет раскрыть физический механизм возникновения гармоник частотных подспектров. Что приводит к двум практически равноценным математическим моделям анализа дисперсного состава пылевой смеси в виде полинома Фурье в виде энергетического спектра (первая модель) или амплитудно-фазового спектра (вторая возможная модель).

Использование преобразования Фурье дает возможность точного описания и вычисления частотно-амплитудных соотношений на ЭВМ, путем обработки сигнала быстрым дискретным преобразованием Фурье в режиме реального времени. Это позволяет компьютеру успевать непрерывно следить за состоянием случайного процесса генерации сигналов АЭ и их интерпретации в виде суммарного дискретного спектра пылевого облака отображающего мгновенную концентрацию в нем фракционных компонентов пылевой смеси.

Учитывая особенности обработки сигнала акустической эмиссии на ЭВМ и допуская, что сигнал поступающий на обработку может содержать в общем случае дискретные разрывные, но (периодические) составляющие

и континуальные участки ядра, перепишем оба математических преобразования для обработки сигнала ЭВМ в форме прямого и обратного дискретного преобразования Фурье:

$$F(n) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} f(k) \cdot e^{-2\pi j \cdot nk / N}, \quad (n = 0, 1, \dots, N-1);$$

$$f(k) = \sum_{n=0}^{N-1} F(n) \cdot e^{2\pi j \cdot nk / N}, \quad (k = 0, 1, \dots, N-1); \quad j = \sqrt{-1},$$

где  $F(n)$  – вещественная функция целого дискретного параметра,  $n$ -й коэффициент дискретного преобразования Фурье (ДПФ);  $f(k)$  – выборка из временного ряда, состоящего из  $N$  отсчетов. В следствии finитности спектра,  $k$  – дискретное время.

Использование методов диагностики и обработки АС по предложенным математическим моделям с одной основной низкочастотной гармоникой малоэффективно. Это связано с тем, что АС от частиц пылевого потока перекрывается технологическим шумом оборудования, инструментальными шумами и т. д. Для устранения этих недостатков целесообразно использовать высшие тембровые гармоники, где мало помех, по сравнению с диапазоном основных гармоник при регистрации спектра АС. Высшие гармоники акустического сигнала обеспечивают большую разрешающую способность измерительного тракта. Так, например, если первая основная частотная гармоника для несущей газовой среды отличается всего на  $\Delta$  от основной гармоники для твердой фазы потока

$$f_n = f_{\tilde{a}} + \Delta,$$

то высшие гармоники всегда кратные основной гармонике, отличаются уже на  $k \times \Delta$  т.е.  $f_{\tilde{a} + \Delta} \cdot k = f_{\tilde{a}} \cdot k + \Delta \cdot k$ ,

где  $k$  – коэффициенты кратности тембровых гармоник;  $f_{\tilde{a}}$  – осредненная частота для чистой газовой среды;  $f_n$  – частота звучания твердой пылевой фазы. Таким образом, высшие гармоники спектра несут более подробную информацию об амплитудно-частотных параметрах пылегазового потока и позволяют различать сигналы АЭ по уровням мощности дисперсных составляющих, от чистой газовой среды.

#### Литература

1. Бендат Дж., Пирсол А. Измерения и анализ случайных процессов / Пер. с англ. – М.: Мир, 1974. – 463 с.
2. Деч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа / Пер. с нем. – М.: Наука, 1965. – 287 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ОПАСНОСТИ ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЯ НА ШАХТАХ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА**

*В.К. Семененко, В.М. Гончарова, Т.Е. Дорохова,  
В.И. Ткачева, Я.О. Сабирова*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Повышение безопасности труда на шахтах этого региона является актуальной научно-технической задачей. Для ее решения целесообразно в первую очередь, на наш взгляд, выявить и конкретизировать места сосредоточения и виды источников опасности.

Анализ технологических схем очистной выемки маломощных пластов в условиях шахт Восточного Донбасса показал, что чаще всего добыча угля ведется с использованием узкозахватных комбайнов с рамы скребкового конвейера по челноковой схеме (49,8%). При данной схеме очистной выемки одним из основных источников опасности является узкозахватный комбайн, требующий в процессе работы увеличения площади обнажения кровли и бесстоечного пространства, в том числе и на участках с повышенным горным давлением. Кроме того установлено, что наибольшее число случаев травмирования работающих в исследуемых условиях происходит во время крепления и управления кровлей в очистной выработке, а также, при выполнении концевых операций (до 46,3 %).

Комплекс источников опасности весьма специфичен и присущ только для данной технологии очистных работ (работы по креплению и управлению кровлей в нишах, на сопряжениях, в зоне посадки, в бесстоечном пространстве за комбайном; производственные операции по передвижке приводов лавного и штрекового оборудования, по выкладке костров и бутоклетей на сопряжениях и бермах очистного забоя; процесс выемки угля, оформления забоя и зачистки лавы в бесстоечных зонах за комбайном, в зоне между грудью забоя и первым рядом стоек крепи.

При отработке исследуемых угольных пластов комплексно-механизированными лавами (46,5%) источники производственной опасности и места их сосредоточения также специфичны и зависят от состава технологических операций, последовательности и способов их выполнения, длительности нахождения работающих в потенциально опасных зонах и т.д. Для более качественного анализа этого вопроса, на наш взгляд, следует прибегнуть к дифференцированному рассмотрению распределения случаев травматизма с разделением очистного пространства на зоны, размеры которых обусловлены конструктивными особенностями механизиро-

ванных комплексов: зона I – призабойное пространство от угольного забоя до переднего ряда стоек крепи, зона II – очистное пространство от переднего ряда стоек крепи до задней кромки секции крепи.

Зона I характеризуется низкой надежностью крепления призабойного пространства, концентрацией движущихся машин и их частей, сосредоточением большинства рабочих сменного звена (кроме струговых лав), применением ручного труда.

В зоне II несчастные случаи возникают в основном при передвижке секций крепи и их ремонте из-за низкого значения коэффициента затяжки кровли ( $k_3 = 0,55$ ).

Большое распространение (28,1%) при отработке пологих пластов Восточного Донбасса получили технологические схемы очистной выемки с применением стругов и индивидуальной крепи. Специфика струговой выемки угля значительно отличается от комбайновой, а это активизирует несколько иные виды производственной опасности.

Анализ практического опыта эксплуатации струга позволяет резюмировать следующее: наиболее опасен струг в статическом положении. Подавляющая часть травм происходит в момент планово-предупредительного ремонта, когда рабочие осуществляют профилактический осмотр струговой установки. В значительной степени этот факт объясняется длительным временем присутствия рабочих в незакрепленной зоне лавы в непосредственной близости от груди забоя. Участок кровли, примыкающий к обнаженной поверхности пласта, характеризуется нестабильной величиной горного давления, поэтому опасность обрушения пород кровли и отслоение угля от груди забоя весьма велики.

Кроме того, стесненность рабочего пространства в момент технического обслуживания струга ограничивает работающих в маневренности, усложняет рабочий процесс, делает его более трудоемким, а следовательно и более опасным. В связи с этим происходит травмирование рабочих инструментами и оборудованием.

В отличие от узкозахватной выемки угля, где предусмотрена механизированная зачистка лавы, при струговой технологии эта производственная операция осуществляется вручную. На наш взгляд, этим, в основном, объясняется увеличение в 2 раза уровня травматизма при зачистке в струговых лавах по сравнению с комбайновыми. Основным травмирующим фактором при этом являются обрушающиеся куски угля и породы. На каждого ГРОЗ приходится "пай" длиной до 20 метров, который, кроме зачистки, еще нужно закрепить, обобрав при этом висящие породы кровли. Если все эти рабочие операции втиснуть в жесткие временные рамки, приба-

вив к ним естественные трудности, связанные с условиями труда (малая мощность, повышенная обводненность, температура и влажность, сложная пылевая обстановка и т.п.), станет понятным, почему на долю этих процессов приходится до 51,4 % всех травм.

Подводя итог проведенному анализу условий труда и источников опасности в исследуемых очистных забоях, следует отметить значительное число единиц используемого горного оборудования, низкий уровень его надежности, конструктивные недостатки отдельных узлов и механизмов, сложные и постоянно изменяющиеся горно-геологические параметры разработки угольных пластов. Кроме того, ситуация осложняется стесненностью рабочей зоны и затрудненностью применения средств комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

В этой связи вопросы обеспечения безопасности труда при добыче угля в условиях шахт Восточного Донбасса встают с особой остротой и требуют оперативного решения.

#### Литература

1. Семененко В.К., Забабурин В.М. Исследование влияния производственных факторов на уровень производственного травматизма в очистных забоях шахт // Безопасность жизнедеятельности в угольной промышленности: Тез. докл. российской научн. – практ. конф. – Кемерово. – 2004. – С. 62-68.
2. Забабурин В.М. Исследование уровня риска в очистных забоях угольных шахт Восточного Донбасса// Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. техн. науки. – 2003. – С. 155-158.
3. Фролов А.В., Семененко В.К., Забабурин В.М. Дифференцированный подход при анализе опасностей и его практическая реализация на шахтах Восточного Донбасса/ Проблемы геологии, полезных ископаемых и экологии Юга России и Кавказа : Материалы III Международной науч. конф. – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2002. – С.43-49.

УДК 504.06

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНОГО ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Л.А. Резник, В.А. Гаврикова, Е.В. Пантелеева, М.А. Борисова, Ю.Г. Гнедина*  
Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Экологические проблемы Юга России, представленного как территориями индустриальных городов, так и рекреационного назначения, остаются актуальными и требуют эффективных научно-практических решений по безопасности окружающей среды. Научно-исследовательские и экспе-

риментальные работы, выполненные кафедрой БЖД и ООС ЮРГТУ(НПИ) по экологическому направлению, позволили накопить большой теоретический материал и практический опыт и применить его для комплексного решения эколого-гигиенических вопросов не только отдельных предприятий, но также городов Юга России и Южного региона в целом. По нашему мнению достоверное исследование и последовательное улучшение экологической ситуации Южного региона возможно при реализации единой системы экологического мониторинга и безопасности окружающей среды

Для повышения оперативности анализа и обоснованности принятия управленческих решений нами разработана на базе интеграционного подхода концепция и структура информационно-аналитической системы социального эколого-гигиенического мониторинга и безопасности окружающей среды. Основное назначение этой системы – это комплексный анализ воздействия антропогенных загрязнений на воздушную среду, определение эколого-токсического риска возникновения заболеваний населения в зависимости от качества воздушной среды, повышение эффективности атмосфероохранных мероприятий и предотвращение или снижение экологического ущерба.

Информационно-аналитическая система социального эколого-гигиенического мониторинга и безопасности окружающей среды имеет трехуровневую структуру сбора и обработки информации. Интеграционный подход реализуется на каждом из трех уровней информационно-аналитической системы мониторинга и безопасности окружающей среды. На первом уровне (предприятие) формируются данные о состоянии параметров окружающей среды и при этом используется информация как экспериментального, так и расчетного мониторинга. Затем выполняются расчеты по определению загрязнения атмосферы различными веществами конкретным предприятием. При этом реализуется интеграционный подход в выборе одной или нескольких унифицированных программ расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА), например, Эколог-город, Zone и др. Полученные данные передаются электронными носителями на второй уровень (город, район, зона) и являются базой для расчета суммарного и комплексного показателей загрязнения окружающей среды. Информация об уровнях заболеваемости и загрязнениях окружающей воздушной среды обрабатывается, и в зависимости от величин суммарного и комплексного показателей оценивается напряженность экологической ситуации и рассчитывается изменение общей заболеваемости населения и уровня заболеваемости по нозоформам. На третьем уровне анализируется информация второго



уровня и эффективность существующих природоохранных мероприятий и принимаются управляющие решения.

В целом многоуровневая система мониторинга и безопасности окружающей среды представляет собой комплекс банка данных, оболочек, осуществляющих диалог с пользователем, математических моделей и программного обеспечения для расчета, оценки и прогнозирования уровней загрязнения воздушной среды и экологообусловленной заболеваемости, а также рекомендацией по её оздоровлению, с использованием предлагаемой методики выбора наиболее эффективных систем обезвреживания выбросов в атмосферу.

Интеграция нескольких математических моделей и пакетов вычислительных программ, дает возможность получать информацию об уровнях загрязнения в локальном и региональном масштабе, а также при необходимости одновременно учитывать мезо-метеорологические характеристики атмосферы, орографию местности, трансформацию примесей и другие параметры.

Кроме существующих унифицированных программ расчета загрязнения атмосферы для оценки антропогенных загрязнений городов Юга России при меняющихся климатических параметрах в мезометеорологическом слое атмосферы и неоднородностях рельефа местности нами разработан и используется пакет вычислительных программ «VITECON». Расчеты с помощью этого интегрированного программного комплекса позволяют выявить наиболее загрязненные территории и прогнозировать в них более высокие уровни экологообусловленной заболеваемости.

Апробация предлагаемой информационно-аналитической системы социального эколого-гигиенического мониторинга показала возможность сравнительной оценки территорий Юга России по уровню антропогенных загрязнений и риску их влияния на заболеваемость населения, а также эффективности атмосферозащитных мероприятий.

Анализ оценки риска влияния загрязнений атмосферы на заболеваемость населения показал, что за данный временной интервал сильный уровень по суммарному показателю наблюдался для г. Новочеркаска, в г. Ростове он изменялся от сильного до умеренного, а в г. Таганроге – от умеренного до слабого. В зависимости от загрязнения атмосферы изменяется и динамика общей заболеваемости, её уровень и число обусловленных случаев на 1000 населения.

Для оценки доли экологообусловленной заболеваемости в городах Юга России выполнялись расчеты предиктивного, ранжированного и атрибутивного риска.

Превышение концентраций приоритетных химических веществ в атмосфере (бенз(а)пирен, формальдегид, сероводород, диоксид азота и др.) выше ПДК в 2-4 раза свидетельствует о повышенном предиктивном и ранжированном риске заболевания населения, что характерно прежде всего для г. Новочеркаска. Расчеты атрибутивного риска с учетом комплексного показателя загрязнений атмосферы указывают на связь загрязнения атмосферы с экологообусловленной заболеваемостью.

Для принятия управляющих решений по улучшению качества атмосферы в программный комплекс включен банк данных о средствах защиты атмосферы и даются рекомендации об эффективности их применения.

Для снижения экологического риска заболевания населения и улучшения качества атмосферы городов Юга России в ЮРГТУ(НПИ) разработаны технические проекты на изготовление комплекса новых аэродинамических пылегазопромывателей, проведены их испытания, которые свидетельствуют о повышении пылегазоулавливающей эффективности в 8 раз.

Реализация разработанной информационно-аналитической системы позволит осуществлять оперативный мониторинг воздушной среды в локальном и региональном масштабе, прогнозировать возможные уровни риска влияния загрязнений атмосферы на заболеваемость населения, оценивать эффективность атмосфероохранных мероприятий и при принятии соответствующих управляющих решений снижать экологический ущерб.

УДК 622.833/.838

## **АЛГОРИТМ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОЙ ПОДРАБОТКИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

*В.И. Сарычев, С.С. Жуков*

Тульский государственный университет

Одной из серьезных проблем при разработке угольных месторождений на современном этапе эксплуатации горных предприятий является максимальное вовлечение в отработку подготовленных запасов шахтных полей. Особого внимания заслуживает возможность отработки запасов, залегающих под промышленными, гражданскими, инженерными и природными объектами на поверхности, выемка которых регламентируется жесткими требованиями [1]. Параметры разработки этих запасов должны быть увязаны с предельными характеристиками смещений и деформаций днев-

ной поверхности. Существующая методика расчета сдвижений и деформаций земной поверхности не позволяют корректно оценивать их на малых интервалах мульды сдвижения. Устранение данного недостатка стало возможным после получения универсальных уравнений относительных осадок, наклонов и кривизны [2] при использовании существующих эмпирических массивов данных для различных бассейнов страны [1]:

$$S(x) = \exp\left(A_N \left(\frac{x}{L}\right)^3 + B_N \left(\frac{x}{L}\right)^2\right); \quad (1)$$

$$i = \exp\left(\left(A_N \left(\frac{x}{L}\right)^3 + B_N \left(\frac{x}{L}\right)^2\right)\left(3A_N \frac{x^2}{L^3} + 2B_N \frac{x}{L^2}\right)\right); \quad (2)$$

$$K = \exp\left(\left(A_N \left(\frac{x}{L}\right)^3 + B_N \left(\frac{x}{L}\right)^2\right) \times \left(9A_N^2 \frac{x^4}{L^6} + 12A_N B_N \frac{x^3}{L^5} + 4B_N^2 \frac{x^2}{L^4} + 6A_N \frac{x}{L^3} + 2B_N \frac{1}{L^2}\right)\right). \quad (3)$$

В уравнениях (1)-(3):  $L$  и  $x$  – длина полумульды и текущая координата (расстояние от точки максимального оседания до рассматриваемой точки в пределах данной полумульды);  $A_N$  и  $B_N$  – эмпирические коэффициенты [2], зависящие от коэффициента подработанности  $N$  и представляющие из себя полиномы второй степени с коэффициентами регрессии, характерными для различных бассейнов страны.

Уравнения (1)-(3) позволяют находить деформации земной поверхности в обширном диапазоне горно-геологических и горнотехнических условий, учитывая угол падения, мощность и глубину залегания угольного пласта, размеры выработанных пространств. Уравнения являются базовыми для алгоритма обоснования параметров безопасной подработки земной поверхности и инженерных сооружений.

Общими исходными данными при реализации алгоритма являются:

- технологические характеристики угольного пласта – угол падения, мощность, глубина залегания угольного пласта;

- геомеханические характеристики подрабатываемого массива горных пород – граничные углы, угол максимального оседания (при неполной подработке), углы полных сдвижений (при полной подработке), относительная величина максимального оседания;

- параметры систем разработки – длина выработанного пространства, размеры целиков, размеры очистных забоев;

– технологические свойства закладочного массива – коэффициент неполноты закладки и коэффициент усадки закладочного массива (при использовании систем разработки с закладкой выработанных пространств).

На основании исходных данных для соответствующих бассейнов и месторождений определяются пространственные размеры мульды сдвижения и рассчитываются коэффициенты подработанности  $N_1$  и  $N_2$ .

Алгоритм обоснования параметров систем разработки по критерию «безопасная подработка» заключается в выполнении приведенной ниже последовательности действий.

Без учета вынимаемой мощности пласта, в соответствии с исходными данными по формулам (1)-(3) рассчитываются относительные оседания  $\eta_{от}$ , наклоны  $i_{от}$  и кривизна  $K_{от}$  земной поверхности в пределах мульды сдвижения. Из полученного массива выбираются максимальные значения относительных оседания  $\eta_{от,макс}$ , наклона  $i_{от,макс}$  и кривизны  $K_{от,макс}$ .

Далее производится анализ соотношений:

$$\eta_{от,макс} n_{\eta} m \leq \eta_{доп}; i_{от,макс} n_i m \leq i_{доп}; K_{от,макс} n_K m \leq K_{доп}, \quad (4)$$

где  $m$  – вынимаемая мощность угольного пласта;  $n_{\eta}$ ,  $n_i$  и  $n_K$  – коэффициенты запаса;  $\eta_{доп}$ ,  $i_{доп}$  и  $K_{доп}$  – допустимые деформации земной поверхности для определенного типа подрабатываемого объекта.

Выполнение данных условий означает возможность безопасной подработки земной поверхности системой разработки при управлении горным давлением полным обрушением. Регулировать выполнение условий неравенств (4) возможно только лишь параметром  $m$ . Для этого определяется условная («требуемая») вынимаемая мощность угольного пласта, при которой обеспечивается безопасная подработка:

$$m_{\eta,усл} = \frac{\eta_{доп}}{\eta_{от,макс} n_{\eta}}; m_{i,усл} = \frac{i_{доп}}{i_{от,макс} n_i}; m_{K,усл} = \frac{K_{доп}}{K_{от,макс} n_K}. \quad (5)$$

Данная «требуемая» мощность регламентирует эффективную вынимаемую мощность пласта, т.е.:

$$m_{эф} = m_{\eta,усл} \text{ или } m_{эф} = m_{i,усл}, \text{ или } m_{эф} = m_{K,усл}. \quad (6)$$

С другой стороны, эффективная вынимаемая мощность определяется на основании вынимаемой мощности, параметров закладки и полноты выемки [1]:

$$m_{эф} = m \left( k_n + k_y - k_n k_y \right) K_{извл}, \quad (7)$$

где  $k_n$  – коэффициент неполноты закладки;  $k_y$  – коэффициент усадки закладочного массива;  $K_{извл}$  – коэффициент извлечения угля.

Из уравнения (7) видно, что регулируемые параметрами в данной формуле являются  $K_{\text{извл}}$  и  $k_{\text{н}}$ , которые полностью характеризуют как принятую систему разработки, так и способ закладки выработанных пространств. При использовании одного из существующих видов закладки (гидравлическую, пневматическую, механическую, пакетированную) и основываясь на эффективной мощности пласта, определяется коэффициент извлечения полезного ископаемого:

$$K_{\text{извл}} = \frac{m_{\text{эф}}}{m(k_{\text{н}} + k_{\text{у}} - k_{\text{н}}k_{\text{у}})}. \quad (8)$$

С учетом (5) имеем:

$$K_{\text{извл}} = \frac{\eta_{\text{доп}}}{\eta_{\text{от, макс}} n_{\eta}} \frac{1}{m(k_{\text{н}} + k_{\text{у}} - k_{\text{н}}k_{\text{у}})}; \quad (9)$$

$$K_{\text{извл}} = \frac{i_{\text{доп}}}{i_{\text{от, макс}} n_i} \frac{1}{m(k_{\text{н}} + k_{\text{у}} - k_{\text{н}}k_{\text{у}})}; \quad (10)$$

$$K_{\text{извл}} = \frac{K_{\text{доп}}}{K_{\text{от, макс}} n_K} \frac{1}{m(k_{\text{н}} + k_{\text{у}} - k_{\text{н}}k_{\text{у}})}. \quad (11)$$

Из трех количественных показателей коэффициента извлечения (9)-(11) выбирается его наименьшее значение. По рассчитанному коэффициенту извлечения и «требуемой» мощности определяются размеры междукамерных целиков, целиков между заходками и число заходов (при использовании системы разработки короткими забоями), количественные параметры закладки выработанных пространств, способ управления горным давлением (полная закладка; неполная закладка и обрушение; неполная закладка, целики и частичное обрушение и т.д.)

Таким образом, предложенный алгоритм обеспечивает формирование массива параметров для конкретного варианта системы разработки, обеспечивающего отработку под охраняемым объектом по критерию «безопасная подработка».

#### Литература

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях/ Министерство угольной промышленности СССР. – М.: Недра, 1981. – 288 с.
2. Сарычев В.И., Жуков С.С. К вопросу создания универсальной расчетной модели сдвижений и деформаций земной поверхности при подземной разработке пологих и наклонных угольных пластов // Известия ТулГУ. Естественные науки. Вып.3. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. – С. 282-289.

## ОЦЕНКА НАГРУЖЕНИЯ АНКЕРНОЙ КРЕПИ В КОРОТКИХ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ

*В.И. Сарычев, С.И. Шестаков*

Тульский государственный университет

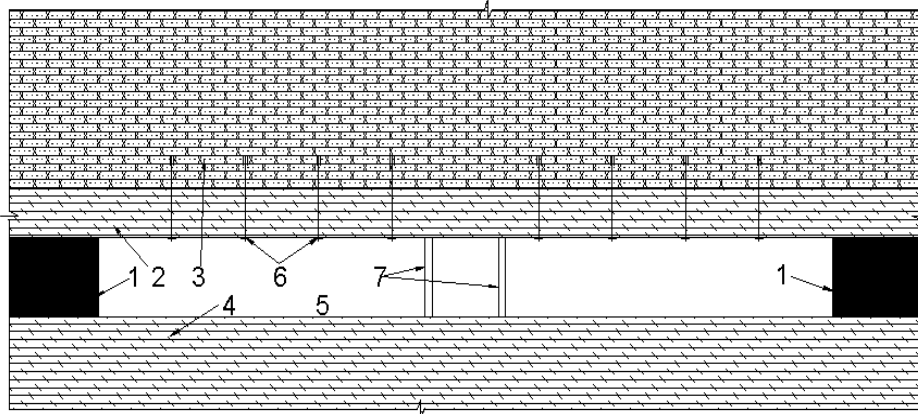
Горно-геологический прогноз условий залегания угольных пластов и экономическая оценка состояния угледобычи показывают, что в перспективе применение традиционных технологий, а также способов и средств управления горным давлением не обеспечат необходимой полноты извлечения запасов в пределах подготовленных шахтных полей. Резерв интенсификации лежит в комплексном использовании различных технологий ведения очистных работ с применением усовершенствованных средств выемки и управления кровлей. Особенно актуальным является решение проблемы отработки ограниченных запасов, формирующихся в пределах шахтных полей после их отработки по схеме «шахта-лава».

Наиболее адаптивными для решения таких задач являются технологии, основанные на системах разработки короткими забоями, полосами, короткими лавами. В ряде работ [1,2] авторами была предложена технология блочной отработки ограниченных запасов, сущность которой сводится к следующему: после оконтуривания ограниченных запасов их отработка осуществляется блоками (полосами) при перемещении очистного забоя от одной границы к другой, а между блоками оставляются неизвлекаемые целики угля. Ширина блока между целиками обосновывается устойчивостью основной кровли. Подготовка блока к выемке производится путем проведения в его центральной части рассечки (печи), что обеспечит как транспортирование полезного ископаемого, так и проветривание блока. Такая система предполагает полное исключение из очистного забоя дорогостоящей механизированной крепи: поддержание кровли обеспечивается анкерной крепью замкового типа при предварительной установке в центральной части блока (для крепления рассечки) прямоугольной рамной или рамно-анкерной крепи (рис. 1)

Для обоснования параметров комбинированного крепления выработанного пространства авторами была разработана расчетная модель, базирующаяся на концепции стержневой аппроксимации непосредственной кровли, анкерной и рамной крепи, реальные характеристики которых в модели отражаются жесткостью на изгиб и сжатие.

На данном этапе разработки расчетной модели задача решается: в упругой постановке; в режиме совместности деформаций непосредственной

кровли и крепи; без учета раздавливания краевой части угольного целика; при представлении основной кровли в качестве породы-моста, воспринимающей нагрузку от собственного веса и веса вышележащих пород без деформирования; исходя из расслоения непосредственной и основной кровли и пренебрегая горизонтальными деформациями пород. Основным расчетным аппаратом является метод начальных параметров.



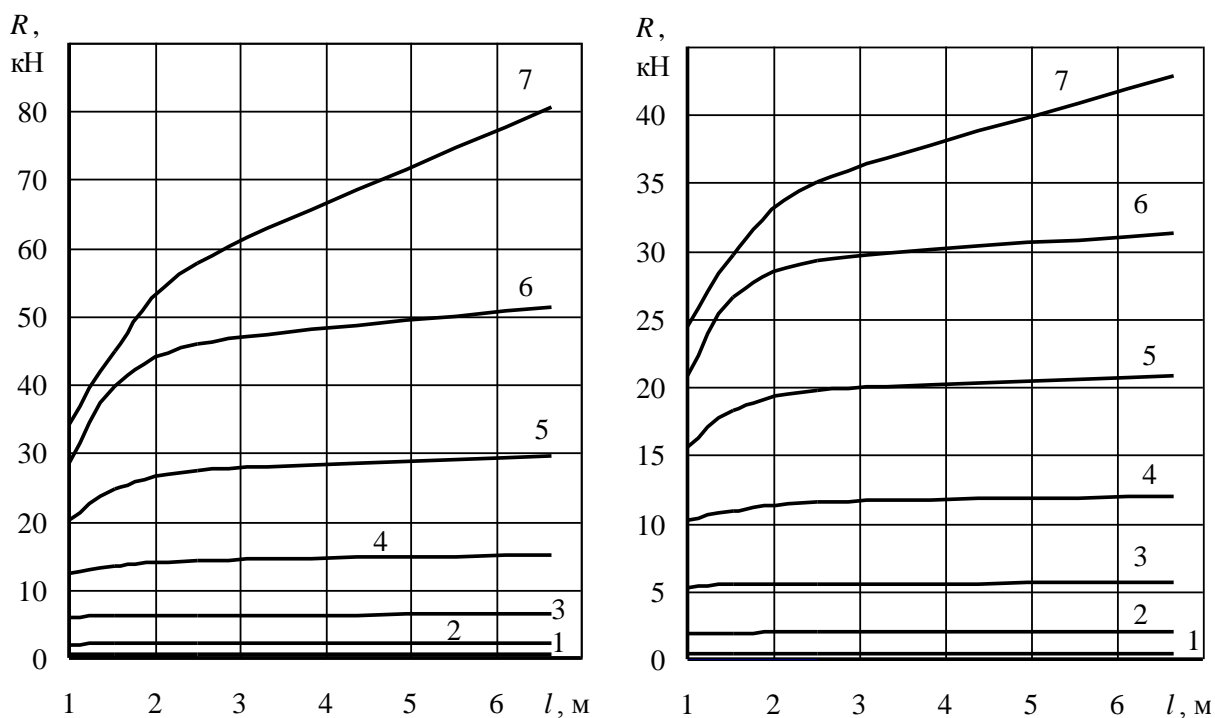
**Рис. 1. Принципиальная схема крепления выработанного пространства при блочной технологии отработки угольных пластов:**  
**1 – междублочный угольный целик; 2 – непосредственная кровля; 3 – основная кровля; 4 – почва; 5 – выработанное пространство; 6 – анкерная крепь; 7 – стоечная крепь**

Математическая модель представляет из себя систему матричных уравнений, первое из которых отражает условия равновесия, а второе и третье – условия взаимодействия непосредственной кровли с анкерами и с рамной крепью соответственно (подробный вывод системы представлен в работе [2]):

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{R}_n \cong \left( \prod_{i=1}^n \mathbf{F}_i \right) \mathbf{R}_0 \cong \sum_{i=1}^n \left( \prod_{p=i}^n \mathbf{F}_p \right) \mathbf{F}_i^{-1} \left\{ \Phi_i^A \mathbf{R}^A \right\} \left\{ \mathbf{P}_i^{\text{CT}} \mathbf{R}^{\text{CT}} \right\} \left\{ \mathbf{H}_i \mathbf{R} \right\} \\ \mathbf{F}_p \left( \mathbf{F}_p^{-1} \prod_{i=1}^p \mathbf{F}_i \right) \mathbf{R}_0 \cong \sum_{i=1}^{p-1} \mathbf{F}_p \left( \mathbf{F}_p^{-1} \left( \prod_{j=i}^p \mathbf{F}_j \right) \mathbf{F}_i^{-1} \right) \times \\ \quad \times \left\{ \Phi_i^A \mathbf{R}^A \right\} \left\{ \mathbf{P}_i^{\text{CT}} \mathbf{R}^{\text{CT}} \right\} \left\{ \mathbf{H}_i \mathbf{R} \right\} \left\{ \mathbf{F}_p \mathbf{H}_i \mathbf{R} \right\} \left\{ \mathbf{K}_p^A \mathbf{R}_p^A \right\} \\ \mathbf{F}_p \left( \mathbf{F}_p^{-1} \prod_{i=1}^p \mathbf{F}_i \right) \mathbf{R}_0 \cong \sum_{i=1}^{p-1} \mathbf{F}_p \left( \mathbf{F}_p^{-1} \left( \prod_{j=i}^p \mathbf{F}_j \right) \mathbf{F}_i^{-1} \right) \times \\ \quad \times \left\{ \Phi_i^A \mathbf{R}^A \right\} \left\{ \mathbf{P}_i^{\text{CT}} \mathbf{R}^{\text{CT}} \right\} \left\{ \mathbf{H}_i \mathbf{R} \right\} \left\{ \mathbf{F}_p \mathbf{H}_i \mathbf{R} \right\} \left\{ \mathbf{K}_p^{\text{CT}} \mathbf{R}_p^{\text{CT}} \right\} \end{array} \right.$$

В представленной модели:  $R_0$  и  $R_n$  – векторы силовых и кинематических факторов в начальном и конечном сечении непосредственной кровли;  $R^A$  и  $R^{Ст}$  – векторы неизвестных реакции (усилий) в анкерах и стойках;  $R$  – вектор внешних сил, определяемых для непосредственной кровли от собственного веса. Результатом является расчет неизвестных усилий в крепи, силовых и кинематических факторов в начальном сечении и напряженно-деформированного состояния непосредственной кровли.

Математическая модель была реализована в виде методики и пакета прикладных программ, которые позволили провести ряд пилотных исследований геомеханической системы «комбинированная крепь – слоистый массив пород». На рис. 2 представлены зависимости изменения усилий в анкерной крепи при различных пролетах выработанного пространства, мощности непосредственной кровли 1,75 м и при двух вариантах крепления.



**Рис. 2. Зависимости максимальных усилий в анкерах от шага их установки при креплении выработанного пространства анкерной (а) и комбинированной (б) крепью с длиной очистного забоя: 1 – 10 м; 2 – 15 м; 3 – 20 м; 4 – 25 м; 5 – 30 м; 6 – 35 м; 7 – 40 м.**

Анализ полученных результатов показывает, что (с учетом ограничений, наложенных на расчетную схему) установка дополнительных стоек в центральной части выработанного пространства существенно влияет на усилия в анкерной крепи только при пролете, большем 30 м. При этом, уже



при пролете 45 м усилия в анкерах падают почти двукратно и не достигают предельных (по несущей способности) значений.

Проведенные исследования подтвердили работоспособность разработанной математической модели, методического и программного сопровождения.

#### Литература

1. Шестаков С.И. Блочная технология обработки пологих и наклонных угольных пластов в пределах оконтуренного выемочного столба // III-я магистерская конференция: Тезисы докладов. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. – С. 75-76.
2. Сарычев В.И., Шестаков С.И. Расчетная модель геомеханической системы «комбинированная крепь – слоистый массив пород» // Известия ТулГУ. Естественные науки. Вып.3. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. – С. 272-281.

УДК 699,844

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ШУМА ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Г.В. Тарасов*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

При проектировании зданий с размещенным в нем инженерным оборудованием, как правило, разрабатываются мероприятия по снижению именно воздушного шума, но довольно часто воздействия вибраций на строительные конструкции является основной причиной распространения шума от оборудования по зданию.

Нами были проведены исследования уровней шума и вибрации в индивидуальном тепловом пункте (ИТП), расположенной в цокольном этаже здания выполненного из объемных блоков. Исследования были проведены с целью определения основных направлений борьбы с шумом инженерного оборудования.

На момент проведения исследования ИТП был введен в действие и работал на полную мощность. В помещении ИТП находилось следующее оборудование: подогреватель пластинчатый системы отопления  $F=35,14 \text{ м}^2$ ; подогреватель пластинчатый системы ГВС  $F=20,44 \text{ м}^2$ ; расширительный бак мембранного типа  $V=600\text{л}$ ; КИП и пульт управления. Насосы располагались в другом помещении, под лестничной клеткой.

Выполненные Нами исследования вибраций на поверхностях ограждающих конструкций показали, что они в несколько раз превышают строительные нормы.

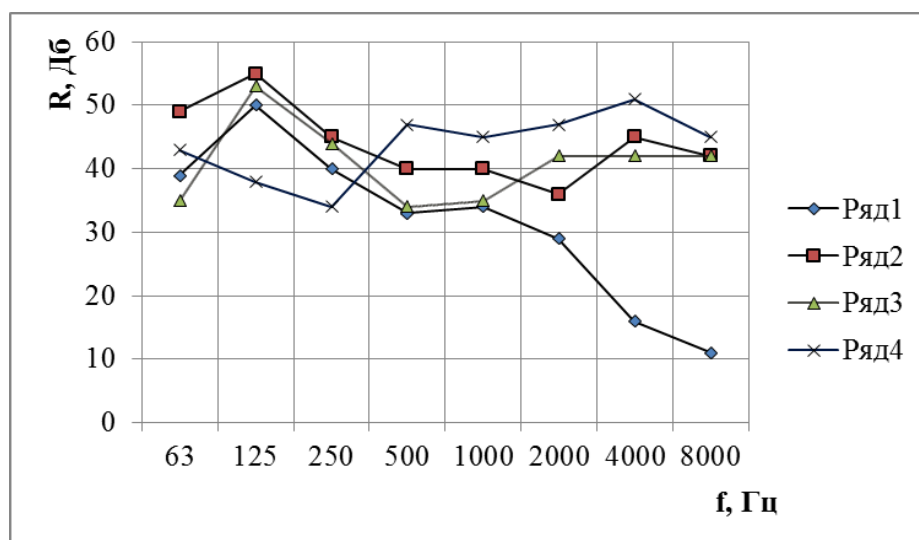
Полученные результаты позволяют сделать заключение, что звук, проникает в смежное с ИТП помещение по структуре материала вследствие воздействия вибраций труб и опор под оборудование при соприкосновении с ограждающими конструкциями. Конструктивное решение объемного блока обеспечивает жесткую связь между бетонными стенами и перекрытием, поэтому применение минеральной ваты на поверхности потолка в помещении ИТП не дало ожидаемого снижения шума.

На первом этапе исследования нами был выполнен анализ изменения уровня шума в зависимости от режима работы насосов.

Группы насосов производства Германии «Wilo» выполняют следующие функции: К1 – циркуляционные насосы системы отопления; К2 – циркуляционно-повысительные насосы системы горячего водоснабжения (ГВС); К3 – циркуляционные насосы системы горячего водоснабжения (ГВС).

При работе в штатном режиме насосы работают в следующем режиме: К 1 – циркуляционный насос системы отопления работает на мощности  $P_w^I - 960$ , К 2 – циркуляционно-повысительный насос системы ГВС работает на мощности  $P_w^I - 1600$ , К 3 – два циркуляционных насоса системы горячего водоснабжения ГВС работают одновременно на мощности  $P_w^I - 160$ .

Уровень воздушного шума измерялся в помещении ИТП при различном режиме работы насосов, результаты представлены на рис. 1.



**Рис. 1. Изменение уровня звукового давления в помещении №1 ИТП**

**при изменении режима работы циркуляционно – повысительного насоса.**

Ряд 1 – фоновое значение, насосы выключены; Ряд 2 – насосы работают в штатном режиме, циркуляционно-повысительный насос системы ГВС работает на мощности  $P_w^I=1600$ ; Ряд 3 – циркуляционно-повысительный насос системы ГВС выключен, остальные насосы работают в штатном режиме; Ряд 4 – мощность циркуляционно-повысительного насоса системы ГВС  $P_w^I=1290$ , остальные насосы работают в штатном режиме

Полученные результаты показывают, что изменение мощности циркуляционно-повысительного насоса системы ГВС, с максимальной на среднюю, приводит к изменению распределений уровней звукового давления по частотам, и позволяет снизить уровень шума от потока воды в трубах  $L_{\text{Аэв}}$  на 2 дБА, а максимальное значение  $L_{\text{Амакс}}$  на 4 дБА.

В целом работа системы ГВС обеспечивается работой одного циркуляционно-повысительного насоса работающего на максимальной мощности 1600 и двух циркуляционных насосов ГВС на обратной подаче воды, которые работают на  $(160+160=320)$  мощности 320.

Такое различие в мощности одновременно работающих в системе насосов может приводить к резкому ускорению движения вода на участке ведущем к теплообменнику, а следовательно и созданию воздушного шума в помещении ИТП.

Нами было предложено изменить мощность насосов в комплекте на следующую: К 1 – циркуляционный насос системы отопления работает на мощности  $P_w^I - 960$ , К 2 – циркуляционно-повысительный насос системы ГВС работает на мощности  $P_w^I - 650$ , К 3 – два циркуляционных насоса системы горячего водоснабжения ГВС работают одновременно на мощности  $P_w^I - 320$ , суммарная мощность 640.

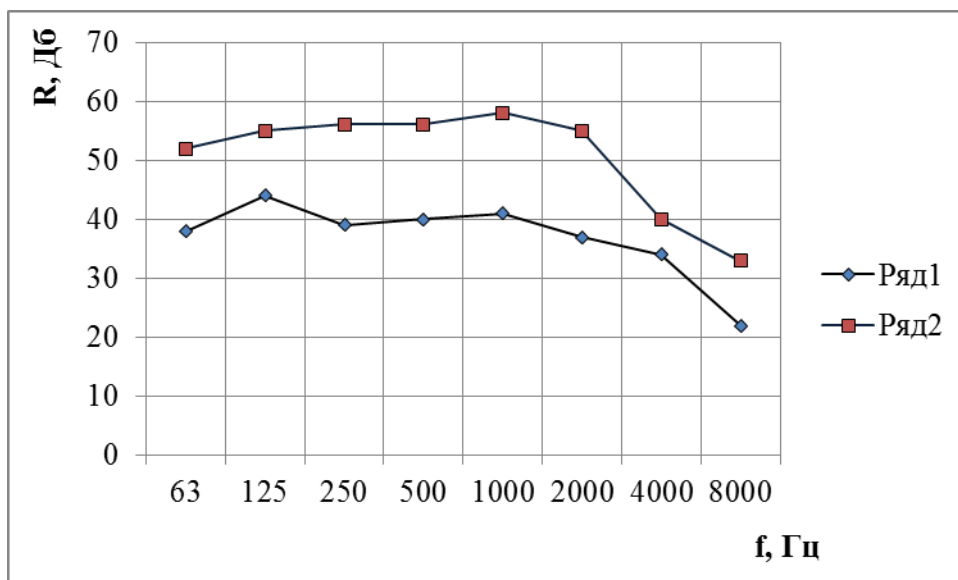
Измерения уровня звука в тепловом пункте здания аналогичного исследуемому по объемно-планировочному и конструктивному параметрам показали, что при таком сочетании мощностей уровень шума намного ниже измеренного в предыдущем здании, хотя в помещении теплового пункта находилось все оборудование, включая насосы. Результаты представлены на рис. 2.

Полученные результат позволяют сказать, что изменением сочетания мощности насосов можно существенно снизить воздушный шум от движения воды по трубам.

Дальнейшая работа была направлена на устранение передачи вибраций на строительные ограждающие конструкции. Нами был разработан проект рекомендаций по снижению шума в помещении ИТП и ограничению его распространения в смежные помещения. Суть рекомендаций состояла в снижении вибраций, передаваемых на строительные конструкции пластинчатыми подогревателями системы отопления, а также трубами.

После выполнения разработанных рекомендаций была проведена серия измерений уровней шума в помещении расположенном над ИТП.

По результатам выполненных измерений можно сделано заключение, что комплекс проведенных мероприятий по снижению вибраций источника шума обеспечил уменьшение воздушного шума в смежном помещении на 10 дБА. Максимальные уровни звука, после проведения работ по устранению вибрации, снизился на 6 дБА.



**Рис. 2. Уровни звукового давления в помещениях ИТП двух аналогичных зданий при разном сочетании мощностей насосов.**

Ряд 1 – уровни звукового давления при работе циркуляционно-повысительного насоса на мощности  $P_w^I = 650$ , и двух циркуляционных насосов ГВС на обратке, мощностью  $P_w^I$  по 320; Ряд 2 – уровни звукового давления при работе циркуляционно-повысительного насоса на мощности  $P_w^I = 1600$ , и двух циркуляционных насосов ГВС на обратке, мощностью  $P_w^I$  по 160.

Выполненная научно-исследовательская работа позволила обеспечить требуемое снижение воздушного шума, создаваемого в здании инженерным оборудованием.

#### Литература

1. СНиП – 23-03-2003 Защита от шума [Текст]. – М., 2004. – 31 с.
2. ГОСТ 27296-87 Защита от шума в строительстве. Звукоизоляция ограждающих конструкций. Методы измерения [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1987.

УДК 504.4:624.004.12:628.32

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

*С.С. Тимофеева, С.С. Тимофеев*

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Экологическая биотехнология – одна из важнейших областей развития и прикладного применения биотехнологии, направленная на решение природоохранных задач специфическими биотехнологическими методами, сочетающая химические, биологические, инженерные знания. Экобиотех-

нология изучает, разрабатывает и применяет такие уже достаточно развитые технологии и методы, как биологическая очистка сточных вод (в аэротенках, на биофильтрах), переработка органических отходов, биологическая дезодорация газов, а также сравнительно новые, применяемые для очистки загрязненных вод и почв – биоремедиация, в основе которых лежит применение фитоценозов.

Анализ научно-технической информации и собственные исследования показали, что интродукция в биологические пруды высшей водной растительности позволяет использовать дополнительный механизм очистки, свойственный сообществам гидрофитов (Тимофеева, 1985-2005).

Водные растения являются не только механическим фильтром, но и за счет стеблей способствуют повышению плотности бактериального населения, которое участвует в процессе разложения загрязняющих веществ.

Снижение концентрации загрязняющих веществ (общего азота, тяжелых металлов и т.д.) колеблется в широком диапазоне и зависит от многих факторов: времени года, густоты и видового состава растений, площади сооружения, нагрузки и скорости движения потока и др.

К сожалению, в большинстве литературных источников не приводятся сведения о видовом составе растений и площади покрытия ими акватории сооружений, об исходных концентрациях, о режимах эксплуатации и влиянии внешних факторов (температуры воды и воздуха, разбавления атмосферными осадками, наличие экстремальных нагрузок и т.д.). Это затрудняет сопоставление эффективности использования различных видов растений в зависимости от перечисленных факторов, определяющих разработку технологии эксплуатации сооружений данного типа применительно к различным климатическим зонам.

Тимофеевой С.С. в течение 30 лет ведутся исследования по разработке и внедрению гидрботанических технологий обезвреживания сточных вод применительно к условиям сурового климата Восточной Сибири. Подобраны виды водных растений, способные выполнять очистительные функции при низких температурах.

Объектом настоящего исследования являлись буровые сточные воды и ливневые сточные воды с территорий нефтебаз.

Установлено, что процесс удаления загрязнителей подчиняется формально-кинетическому уравнению первого порядка и константа скорости элиминирования исследуемых веществ существенно превышает константу скорости физико-химических превращений. Константы скорости деструкции в присутствии гидрофитов в среднем 30-40 раз превышают значение констант физико-химических превращений (табл. 1).

Из исследованных растений наибольшей деструктивной активностью обладает водное растение элодея канадская и мох сфагнум, именно для них приведены сравнительные данные по константам скорости деструкции основных компонентов буровых сточных вод.

Таблица 1

**Константы скорости деструкции компонентов буровых сточных вод и нефтепродуктов ( $\text{сут}^{-1}$ ) при исходной концентрации 25 мг/л, фитомассе 10 г/л)**

Соединение	Без растений	Элодея канадская	Хара ломкая	Мох сфагнум
Талловое масло	0,046	0,85	0,46	1,23
Баритол	0,077	0,56	0,84	0,8
Смесь алкиламинов	0,037	0,36	0,31	0,78
Бутиловый ксантогенат	0,35	2,15	2,82	3,14
Бутиловый аэрофлот	0,095	0,36	1,56	1,21
Вспениватель Т-80	0,068	0,12	0,30	0,97
Нефтепродукты	0,065	0,67	0,54	1,98
Октан	0,009	0,54	0,25	0,65
Додекан	0,008	0,25	0,23	0,56
Бензол	0,005	0,21	0,21	0,45
орто-Ксилол	0,006	0,16	0,12	0,32
Нафталин	0,009	0,12	0,09	0,12
Бенз(а)пирен	0,0002	0,07	0,07	0,09

Ферментативная природа детоксикации подтверждается удовлетворительным спрямлением экспериментальных данных в координатах Лайнуивера – Берка.

Экспериментально установлено, что с увеличением фитомассы водных растений скорость элиминирования ксенобиотиков возрастает и эта зависимость линейная для области исследуемых концентраций. Расчет начальных скоростей биодеструкции бензола показал, что с увеличением фитомассы скорость возрастает. Эти зависимости описываются линейными уравнениями

$$\text{для элодеи канадской } V = 0,10M + 28,6 \quad r = 0,96,$$

$$\text{для мха сфагнума } V = 0,20M + 20,8 \quad r = 0,85$$

Нами установлено, что наибольшая степень очистки из 9 видов гидрофитов достигается при использовании элодеи канадской и мха сфагнума. Растения по деструктивной активности располагаются в ряд мох сфагнум – элодея канадская-хара ломкая – осока - рдест пронзеннолистный - рдест длиннейший – ряска – другие. Именно мох и элодея должны быть использованы в гидрботанических сооружениях.

В результате биохимических исследований установлено, что для этих растений характерен высокий уровень оксидаз, и в первую очередь пероксидазы. При введении перекиси водорода константа скорости деструкции возрастает, что указывает на участие в процессе окислительных ферментов, в первую очередь пероксидаз.

Оптимальные условия очистки можно определить, используя метод математического планирования эксперимента, именно крутого восхождения. В качестве параметра оптимизации выбрана степень очистки, определяемая как отношение остаточного содержания нефтепродуктов в растворе к исходному, выраженное в процентах. Варьируемые параметры использовались: концентрация загрязнителей ( $X_1$ ) 1-30 мг/л, фитомасса ( $X_2$ ) 1-10 г/л, температура ( $X_3$ ) 1-20 °С, рН ( $X_4$ ) 6-10, время контакта ( $X_5$ ) 2-7 суток. Эксперименты проводили по плану ДФЭ 2<sup>5</sup>-2.

В табл.2 приведены найденные оптимальные условия, при которых достигается 98-99% степень очистки от исследуемых реагентов.

Таблица 2

**Оптимальные условия деструкции исследуемых реагентов  
мхом сфагнумом**

Реагент	Концентрация, мг/л	Фитомасса, г/л	Температура, °С	рН	Время очистки, сутки
Талловое масло	8,5	2,5	19,0	6,5	5,5
Баритол	10,5	3,5	5-10	7,2	5,6
Нефтепродукты	15,5	5	10-15	6,7	3-5
Смесь алкиламинов (АНП-2)	7,3	5	7-10	6,2	3-5

Как видно из приведенных данных, значение рН и температуры соответствуют природным параметрам для летнего периода года. Колебания температуры и рН не могут резко изменить процесс очистки, который в основном определяется природой реагента, его концентрацией и фитомассой гидрофитов.

Зависимости степени очистки ( $y$ ) от концентрации реагентов ( $x_1$ ), фитомассы ( $x_2$ ), времени очистки ( $x_3$ ) описываются адекватными уравнениями:

для таллового масла

$$y = 31,26 + 594 x_1 - 7,08x_2 - 6,23x_3$$

для баритола

$$y = 31,00 - 14,50 x_1 - 12,61 x_2 - 3,84x_3 - 3,5 x_1 x_2 - 4,03x_1 x_3 + 7,21x_2x_3$$

для нефтепродуктов

$$y = 67,43 - 6,24 x_1 - 1,9 x_2 - 5,6x_3 + 2,4 x_1x_3$$

В заключении следует отметить, что используя адекватные математические модели можно рассчитать очистные сооружения с посадками элодеи канадской или болота с мхом - сфагнумом и оптимальный режим работы.

УДК 614.8

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ СИСТЕМЫ НЕФТЕПРОДУКТООБЕСПЕЧЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

*С.С. Тимофеева*

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Ежегодное увеличение автотранспорта сопровождается дополнительной нагрузкой на природную среду: отчуждаются территории под строительство дорог, в атмосферу ежедневно попадает большое количество оксидов азота, серы, углеводородов, альдегидов, и других токсичных веществ и канцерогенов. Поверхностные и подземные воды загрязняются веществами, используемыми для обслуживания автомобилей (поверхностно активные моющие средства, масла, бензины), образуются свалки из покрышек, и выведенных из эксплуатации автомобилей. Негативное воздействие вызвано, прежде всего, постоянно растущим парком личного автотранспорта, а также использованием неисправного в качестве маршрутных средств. Так в 2006 г. на территории Иркутской области было зафиксировано 151,9 единиц собственных легковых автомобилей на 1000 населения, в 2007 г. – 164,9 единиц, в 2008 г. – 183,9 единиц, в 2010 г. уже более 200.

С постоянным ростом автопарка происходит увеличение количества АЗС и АЗК – неотъемлемой части автодорожного комплекса, а, следовательно, и всей системы нефтепродуктообеспечения.

Нефтепродуктообеспечение представляет собой сложнейший техногенный процесс, элементами которого являются крупные предприятия, производящие нефтепродукты. Производимые на них нефтепродукты по трубопроводам, цистернах по железным дорогам транспортируются на крупные перевалочные и распределительные нефтебазы. Далее продукты через обширную сеть нефтебаз и их филиалов поставляются в многочисленную сеть автозаправочных станций и другим потребителям.

На территории Иркутской области находится крупнейшее предприятие Восточной Сибири по переработке нефти и выпуску нефтепродуктов - ОАО «Ангарская нефтехимическая компания» (ОАО «АНХК»). Мощность



нефтеперерабатывающего завода составляет 11 млн т (80,5 млн барр.) нефти в год. Завод перерабатывает западносибирскую нефть, поставляемую по системе трубопроводов АК «Транснефть».

Продукция ОАО «АНХК» поступает на внутренний рынок в небольших количествах, большая ее часть отправляется на экспорт. Нефтепродукты, продаваемые на территории области, поступают железнодорожным транспортом из Омска.

Следующей ступенью нефтепродуктообеспечения являются нефтебазы, которых на территории г. Иркутска две. Компания "КрайсНефть" имеет в собственности современную нефтебазу в черте г. Иркутска с объемом хранения моторного топлива 6000 тонн и обогреваемым маслопарком на 360 тонн хранения. Крупнейшей нефтебазой на территории города является Жилкинский цех ООО "Иркутск-Терминал".

В настоящее время на территории области восемь действующих нефтебаз ЗАО «Иркутскнефтепродукт», реализующие нефтепродукты производства ОАО «АНХК»: Култукская, Харикская, Тулунская, Нижнеудинская, Тайшетская, Вихоревская, Усть-Кутская и Киренгская. Также действуют нефтебазы других компаний: нефтебаза в черте г. Ангарска компании "Сибирский регион", две нефтебазы ЗАО "Фаст-Ойл", находящихся на территории г. Ангарска и в Черемховском районе и другие.

Многочисленные автозаправочные станции и комплексы является последним звеном в системе нефтепродуктообеспечения.

Автозаправочные станции (АЗС) представляет собой комплекс зданий с оборудованием, предназначенным для приема, хранения и выдачи нефтепродуктов транспортным средствам. Специфической особенностью автозаправочных комплексов (АЗК) является размещение технологического оборудования на открытых площадках, т.о. выделяющиеся токсичные пары рассеиваются естественными воздушными потоками. На каждой ступени системы нефтепродуктообеспечения происходят существенные потери нефтепродуктов, и они оказываются в атмосфере, при этом эти потери являются неучтенными и создают дополнительную нагрузку на окружающую среду.

Нами выполнены исследования и оценены дополнительные экологические риски, создаваемые в результате потерь нефтепродуктов в системе нефтепродуктообеспечения Иркутской области.

Количественные потери нефти и нефтепродуктов происходят потому, что технические средства для работы с ними не обладают абсолютной герметичностью, а нефтепродукты по своей природе склонны к испарению.

Потери от утечек и пролива обычно происходят в местах неплотного соединения труб, рукавов, задвижек, в результате перелива нефтепродуктов при заполнении резервуаров и топливных баков автомобилей, налива нефти и нефтепродукта в неисправные средства хранения. Железнодорожные и автомобильные цистерны в процессе налива находятся с открытыми верхними люками, через которые пары топлива свободно вытесняются наружу и попадают в атмосферу, загрязняя ее. Несмотря на то, что цистерны оборудованы нижними сливными устройствами, открыть последние можно только тогда, когда будет открыт верхний люк, т.е. при разгерметизации цистерны и выпуске определенного количества паровоздушной смеси в атмосферу. Основными причинами утечек нефти и нефтепродуктов являются неудовлетворительное состояние резервуарного парка и низкая квалификация обслуживающего персонала.

Статистические данные о случаях разгерметизации резервуаров свидетельствуют о том, что основными неисправностями резервуаров, способствующих количественным потерям нефти и нефтепродуктов, являются коррозионный износ элементов конструкции (до 60%), деформация геометрической формы (25%) и дефекты сварных швов (15%).

Проливы и утечки нефти и нефтепродуктов в процессе эксплуатации являются значительным фактором загрязнения воздуха, почвы, водоемов, подземных инженерных сооружений вокруг нефтебаз и АЗС. По характеру воздействия источники загрязнения окружающей среды разделяются на постоянно действующие, периодические и случайные. К первой группе источников загрязнения относятся большие и малые “дыхания” резервуаров; выбросы паровоздушной смеси из баков автомобилей при заправке; выхлопные газы автомобильных двигателей на территории АЗС; выбросы при заправке и сливе нефти и нефтепродуктов. Источники этой группы загрязняют главным образом атмосферный воздух на территории.

Ко второй группе источников загрязнения относятся: проливы нефти и нефтепродуктов при сливе из автоцистерн в резервуары, проливы нефтепродуктов при заправке автотранспорта. К третьей группе источников загрязнения относятся: утечки и проливы нефти и нефтепродуктов при ремонте и обслуживании технологического оборудования; аварийные утечки в результате нарушения герметичности гидравлической системы (резервуаров, трубопроводов, шлангов, колонок и т.п.).

Источники второй и третьей групп приводят к загрязнению нефтепродуктами почвы, водоемов и подземных инженерных сооружений.

Значение отдельных составляющих к общей эмиссии загрязнения зависит от технических параметров оборудования, его состояния, квалификации и дисциплины персонала.

Установлено, что в общей эмиссии загрязнения 30% приходится на проливы при заправке автотранспорта; 25 % – при проливе при сливе нефти и нефтепродуктов из автоцистерн; 20 % – проливы и утечки нефти и нефтепродуктов при обслуживании и ремонте технологического оборудования; 15 % – утечки нефти и нефтепродуктов из-за неисправности оборудования; 10% – другие источники.

УДК 622.4

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРИЗАБОЙНОГО ПРОСТРАНСТВА ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК**

*Р.В. Ткачук*

Шахтинский институт (филиал)

Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)

Опыт проведения и вентиляции подготовительных выработок показал, что применяемые методы расчёта параметров вентиляции призабойного пространства не всегда обеспечивают разбавление выделяющихся газов до безопасных концентрации. В настоящее время применяемые методы расчёты расхода воздуха базируются на эмпирических закономерностях, которые были выявлены в середине прошлого века при вентиляции подготовительных выработок сечением до 7,6 м<sup>2</sup>.

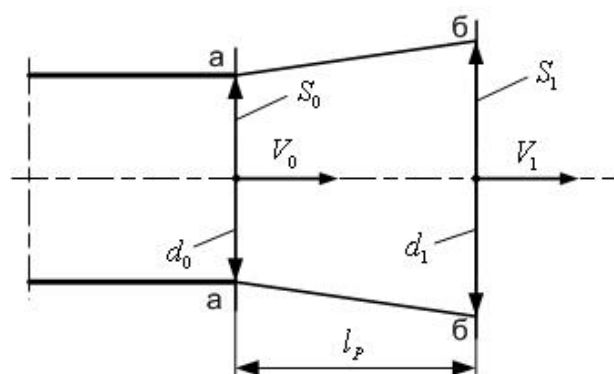
Реальная эффективность вентиляции призабойного пространства может быть достигнута в результате применения эффективных схем и режимов вентиляции призабойного пространства, основанных на управлении энергетического потенциала массы свежего воздуха, истекающей из вентиляционной трубы. Под управлением кинетической энергией понимается повышение энергии струи свежего воздуха в результате увеличения её скорости в площади выходного отверстия вентиляционной трубы, в результате которого увеличится дальность струи с одновременным уменьшением потерь воздуха на пути доставки объема воздуха до стенки призабойного пространства.

Как показали шахтные замеры и моделирование на физической модели, параметры струи свежего воздуха после истечения из выходного отвер-

ствия изменяются. На первом участке внезапного расширения компактная струя расширяется под некоторым углом до переходного сечения  $S_1$ . Диаметр этого сечения  $d_1$  больше диаметра выходного отверстия  $d_0$ . Расход воздуха в переходном сечении  $Q_1$  равен тому, который вышел из выходного отверстия трубы  $Q_0$ , так как на этом участке нет утечек. Однако средняя скорость воздуха в переходном сечении уменьшится пропорционально увеличению сечения.

Переходное сечение струи воздуха является границей вентиляционной сети и определяется режимом работы вентилятора. За границей переходного сечения начинается новый режим движения свежего и исходящего потоков воздуха. Сечение струи продолжает увеличиваться с одновременным уменьшением в ней расхода. В том случае, если дальнобойность струи свежего воздуха больше, чем расстояние от выходного отверстия до забоя, то струя свежего воздуха достигает забоя. При этом площадь поперечного сечения струи у забоя  $S_3$  будет больше, чем в переходном сечении  $S_1$ , а расход воздуха у забоя  $Q_3$  будет меньше, чем был при истечении из выходного отверстия  $Q_0$ , т.е.  $Q_3 < Q_0$ .

Длина участка, на котором происходит внезапное расширение струи и отсутствуют утечки воздуха  $l_p$ , по замерам равна диаметру исходящего отверстия трубы  $d_0$ , т.е.  $l_p = d_0$ . Диаметр компактной струи в конце участка  $d_1$  больше в 1,18 – 1,25 раза диаметра  $d_0$ . (рис. 1).



**Рис. 1. Расчётная схема для определения параметров струи свежего воздуха на участке внезапного расширения:**

$V_0$ ,  $V_1$  – соответственно средняя скорость струи воздуха в сечении а-а выходного отверстия и в сечении б-б в конце участка внезапного расширения;  $d_0$ ,  $d_1$  – соответственно диаметр выходного отверстия вентиляционной трубы и компактной струи воздуха в конце участка внезапного расширения;  $S_0$ ,  $S_1$  – соответственно площадь поперечного сечения а-а выходного отверстия трубы и переходного сечения б-б;  $l_p$  – длина участка внезапного расширения струи воздуха после выхода из вентиляционной трубы

Для расчётов при диаметре выходного отверстия 0,6 м принимаем  $d_1 = 1,2 d_0$ , а при диаметре 0,8 м –  $d_1 = 1,14 d_0$ . Скорость воздуха после внезапного расширения струи из-за сложностей замера при отсутствии видимых границ струи необходимо уточнить аналитическим методом.

При расширении струи выходящей из трубы происходит потеря динамического давления потока на величину  $h_{\Pi} = \xi \cdot \frac{\rho V_0^2}{2g}$ , даПа,  $\xi$  – коэффициент местного сопротивления на внезапное расширение потока:

$$\xi = \left(1 - \frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \left(1 - \frac{S_0}{S_1}\right)^2; \quad V_1 = V_0 \cdot \frac{S_0}{S_1}. \quad \text{Тогда при диаметре трубы } d_0=0,6 \text{ м,}$$

$V_1 = 0,695 \cdot V_0$ , а при диаметре трубы  $d_0=0,8$  м,  $V_1 = 0,77 \cdot V_0$ .

Масса воздушного потока, выходящая из вентиляционной трубы под действием кинетической энергии, движется в сторону забоя. Воздух, как всякое физическое тело, имеет массу и обладает при перемещении кинетической энергией, которая при прекращении движения переходит в потенциальную энергию. Известно, что кинетическая энергия движущейся массы пропорциональна кубу её скорости. Объем воздуха, проходящего через сечение  $S_1$  за время  $dt$  (рис. 1), равен  $dW = dt \cdot dQ$ ,

$W = dt \int_{\omega} u \cdot d\omega = V \cdot \omega \cdot dt$ . Тогда масса  $M$  этого объема  $W$  воздуха равна

$M = \rho \cdot dt \cdot \int_{\omega} u \cdot d\omega = \rho \cdot V \cdot \omega \cdot dt$ ,  $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>. Обозначим

$V = V_1$ ;  $\omega = S_1$ , тогда средняя кинетическая энергия равна

$$K_{\text{э}} = \frac{1}{2g} \rho \cdot V_1^3 \cdot S_1 \cdot dt. \quad (1)$$

У выходного отверстия статическое давление равно нулю, поэтому и потенциальная энергия равна нулю. Кинетическая энергия потока по мере удаления от трубы уменьшается, а потенциальная  $K_{\Pi}$  – увеличивается.

Из условия выполнения эффективной вентиляции призабойного пространства струя свежего воздуха для создания турбулентного режима должна иметь у забоя необходимую скорость. И объём в струе должен быть достаточным для разбавления выделяющихся газов. Поэтому у забоя выработки должно соблюдаться равенство энергий  $K_{\text{э}} = a \cdot K_{\Pi}$ ,  $a$  – коэффициент учитывающий, что скорость свежего воздуха в струе у забоя должна быть больше нуля, а масса свежего воздуха, который дойдёт до забоя, из-за утечек будет меньше, чем в сечении  $S_1$ .

Значение коэффициента  $a$  по замерам утечек воздуха составляло от 0,4 до 0,6. Для расчёта принимаем среднее значение, т.е.  $a = 0,5$ .

После сокращения и преобразования (1) получим

$$V_1^3 = \frac{9,81 \cdot l_1 \cdot Q_3}{m \cdot d_0^2},$$

Так как  $Q_1 = V_1 \cdot S_1$ , а  $S_1 = m \cdot d_0^2$ ,  $l_1 = (l - 0,6)$ ,  $m$  – коэффициент, значение которого было определено при моделировании и равно при  $d_0=0,6$  м,  $m=1,13$ ; при  $d_0=0,8$  м,  $m=1,02$ . В результате экспериментов установлено, что  $Q_0 = Q_1$ . После подстановки получим

$$Q_0 = 2,14 \cdot m \cdot d_0 \cdot \sqrt[3]{\frac{(l - 0,6) \cdot d_0 \cdot Q_3}{m}}. \quad (2)$$

Предлагаемая формула (2) является основной, в которой при определении расхода воздуха для вентиляции забоя  $Q_3$  учитывается энергетический потенциал подаваемого свежего воздуха  $Q_0$  в призабойное пространство.

УДК 622.4

## ШАХТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ В ПРИЗАБОЙНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

*Р.В. Ткачук*

Шахтинский институт (филиал)

Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)

Целью исследований было, во-первых, установление закономерностей изменения скорости свежего воздуха после истечения из выходного отверстия вентиляционной трубы при движении в сторону забоя, и, во-вторых, установление направлений и скоростей движения воздуха в исходящем потоке от забоя выработки.

Исследования производились в подготовительных выработках на шахтах «Садкинская» и «Аютинская-бис».

Поперечная площадь горных выработок  $12 \text{ м}^2$  в свету. Свежий воздух для вентиляции призабойного пространства выработок подавался вентиляторами местного проветривания типа ВМП-6. Во время замеров на шахте «Аютинская-бис» свежий воздух вначале подавался по вентиляционным трубам диаметром 0,6 м. Затем концевой участок вентиляционного става нарастили трубой диаметром 0,8 м. Таким образом, в одном забое замеры

производились при истечении струи свежего воздуха из отверстия с разными диаметрами. Погрузка отбитой горной массы в забоях подготовительных выработок осуществлялась погрузочными машинами, которые располагаются в призабойном пространстве между забоем и выходным отверстием вентиляционной трубы. Во время проведения исследований в забоях производились запланированные горнопроходческие работы с использованием проходческой машины и вспомогательного оборудования, что ограничивало диапазон замеров, но повышало достоверность результатов в реальных условиях.

Свежий воздух нагнетался в призабойное пространство штрека № 103 вентилятором местного проветривания типа ВМП-6. Площадь поперечного сечения штрека в свету  $12 \text{ м}^2$ . Вентиляционная труба подвешена на расстоянии  $0,4 \text{ м}$  от крепи выработки, зазор между вентиляционной трубой и боковой ножкой крепи  $0,5 \text{ м}$ .

Замеры скорости воздуха в призабойной зоне производились по известной методике крыльчатым анемометром АСО-3. От выходного отверстия вентиляционной трубы были обозначены замерные точки. Первая точка расположена на расстоянии  $0,6 \text{ м}$ , чтобы соизмерять с диаметром выходного отверстия. Остальные замерные точки располагались на расстоянии  $0,9 \text{ м}$  одна от другой. Основной целью было численное измерение изменения скорости воздушной струи в результате внезапного расширения при истечении из отверстия вентиляционной трубы.

Замеры показали, что на расстоянии от  $0,5$  до  $0,7 \text{ м}$  от выходного отверстия происходит значительное уменьшение скорости воздуха. У выходного отверстия на осевой линии скорость воздушной струи была  $6,3 \text{ м/с}$ . С учётом уменьшения площади поперечного замера во время замера принимаем скорость  $5,7 \text{ м/с}$ . В призабойное пространство при  $Q = V \cdot S$  подавалось  $1,61 \text{ м}^3/\text{с}$  или  $96 \text{ м}^3/\text{мин}$  свежего воздуха. На расстоянии около  $0,6 \text{ м}$  от выходного отверстия по оси трубы скорость стала  $3,8 \text{ м/с}$ , т.е.  $67 \%$  от скорости на выходе из вентиляционной трубы. На расстоянии  $1,5 \text{ м}$  от отверстия (т.5) скорость по оси уменьшилась незначительно – до  $2,5 \text{ м/с}$ . На расстоянии  $2,4 \text{ м}$  от отверстия очевидно в результате турбулентных завихрений произошло значительное уменьшение скорости до  $0,4 \text{ м/с}$ . В отдельных точках призабойного пространства наблюдалась остановка вращения крыльчатки прибора или вращение в обратную сторону. Однако на расстоянии от трубы  $3,3 \text{ м}$  скорость снова увеличилась до  $1,0 \text{ м/с}$ . В исходящем потоке в центре выработки на высоте  $1, \text{ м}$  от почвы скорость была  $0,3 \text{ м/с}$ .

При диаметре трубы  $0,8 \text{ м}$  (рис. 1) во время замеров средняя скорость воздуха на расстоянии  $0,6 \text{ м}$  от выходного отверстия была  $1,62 \text{ м/с}$ , т.е. составляла  $71 \%$  от средней скорости на выходе из трубы (табл. 1).

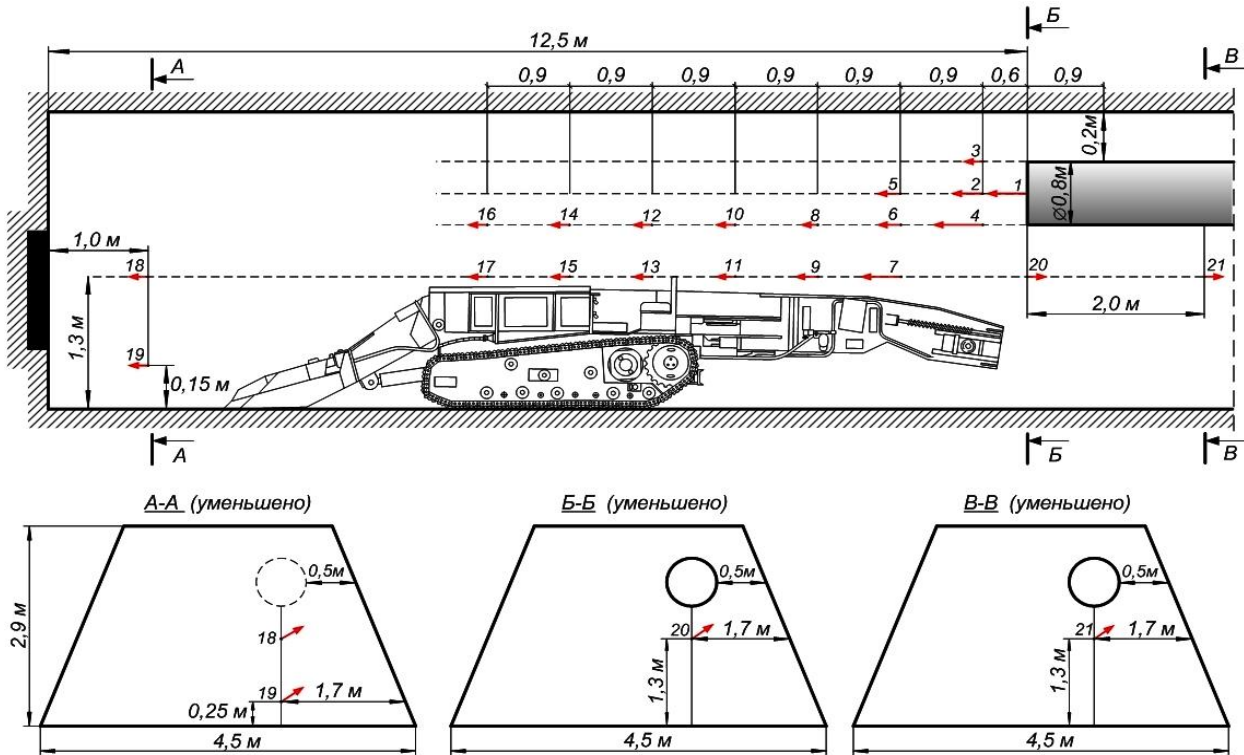


Рис. 1. Схема шахтных замеров скорости воздуха в призабойном пространстве при диаметре вентиляционной трубы 0,8 м

Таблица 1

Результаты замеров в призабойном пространстве скорости воздуха, исходящего из вентиляционной трубы диаметром 0,8 м

Номер точки замера	Расстояние от выходного отверстия трубы, м	Скорость воздуха в точке замера, $V$ , м/с
1	0	2,5 (с учётом помех – 2,27)
2	0,6	1,3
3	0,6	0,55
4	0,6	3,0
5	1,5	0,95
6	1,5	0,9
7	1,5	2,1
8	2,4	0
9	2,4	1,0
10	3,3	0,12
11	3,3	0,23
12	4,2	0,95
13	4,2	0,44
14	5,1	0,13
15	5,1	0,41
16	6,0	0,26
17	6,0	0,53
18	11,0	0,25
19	11,0	0,26
20	0	0,28 (от забоя)
21	2,0	0,12 (от забоя)



## **Выводы**

1. Шахтными замерами установлено, что на расстоянии от 0,5 до 0,7 м от выходного отверстия происходит значительное уменьшение скорости воздуха. При диаметре выходного отверстия 0,6 м скорость воздуха составляла 67 % от скорости на выходе из отверстия, а при диаметре 0,8 м – 71 %.

2. В исходящем потоке воздуха от забоя из-за его небольшой скорости наблюдались локальные застойные зоны. В отдельных точках призабойного пространства наблюдалась остановка вращения крыльчатки прибора или вращение в обратную сторону. В нижней части выработки в исходящем потоке от забоя, т.е. в местах расположения электрооборудования, наблюдались локальные зоны с недопустимой скоростью движения по Правилам безопасности (менее 0,15 м/с). На высоте 1,0 м от почвы выработки в точках замера скорость была 0,17 м/с, 0,33 м/с и ноль м/с.

3. В результате моделирования и шахтных замеров установлено, что параметры струи свежего воздуха после истечения из выходного отверстия вентиляционной трубы не соответствуют гипотезе проф. Г.Н. Абрамовича о свободной прямоточной струе. Поэтому методика расчёта параметров струи свежего воздуха, таких как расход воздуха, необходимый для вентиляции забоя выработки, и максимальное отставание вентиляционной трубы от забоя, требуют уточнения.

УДК 504.064

## **ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЯ НА ШАХТАХ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА**

*А.В. Фролов, А.М. Яковенко, О.Б. Саенко, С.А. Лапин, Ю.Г. Шоп*  
Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Безопасность любой технологической схемы добычи угля во многом зависит от наличия опасных факторов и уровня риска производственных процессов их составляющих. С учетом этого постулата произведен прогноз уровня производственной опасности в очистных забоях, как традиционно самых травмоопасных в шахте (более 45 % травм).

Прогнозирование уровня риска каждого из рассматриваемых видов опасности, свойственного той или иной технологической схеме очистной выемки, производилось в соответствии с разработанной нами методикой

оценки и прогноза уровня риска [1] на основании обширного статистического материала по производственному травматизму.

Анализ видов опасности показал, что наибольшей величиной риска при любой схеме очистной выемки обладает такой ОПФ, как обрушающаяся горная порода. Особенно высок риск травмирования от обрушения в лавах с индивидуальной крепью (700-810 баллов), что в значительной степени объясняется низким значением коэффициента затяжки кровли (0,3 – 0,35) и значительной площадью ее обнажения у груди забоя, в нишах и на концевых участках лавы.

Результаты прогноза том этого свидетельствуют о предпочтительности использования комплексно-механизированных забоев по фактору безопасности. Причем применение современных комбайнов с бесцепной подачей позволяет снизить влияние таких опасностей как вращающиеся и движущиеся части машин и механизмов на 30-40%. Особое внимание следует обратить на целесообразность применения, при отработке пологих весьма тонких пластов угля, схем безлюдной выемки угля. Скрепероструговая технология добычи, даже при объективно вынужденном присутствии человека в очистном забое (ремонт оборудования, зачистка лавы, разборка завалов...) обладает наименьшим уровнем риска ( $R=114,1$  балл). Если же будут решены проблемы связанные с повышением конструктивной надежности используемого оборудования и улучшением качества крепления лавы (внедрение клиновой крепи), то может быть достигнут низкий уровень риска (50 – 100 балл), в соответствии с шкалой риска [2].

Достаточно перспективно при отработке тонких пластов и применение (редко к сожалению используемой сегодня) бурошнековой технологии добычи угля. В следствие вывода работающих за пределы опасных зон и полного устранения таких ОПФ, как, например, обрушение горных пород, средний уровень риска может быть снижен по сравнению с выше рассмотренными технологиями в несколько раз и доведен до приемлемого уровня (20-25 баллов).

Анализом установлено, что наиболее травмоопасным процессом (при любой схеме очистной выемки) является крепление лавы и управление кровлей (до 512 баллов). Основными причинами этого, на наш взгляд, являются наличие труднообрушаемой кровли, производственная необходимость нахождения крепильщиков в незакрепленной зоне, отсутствие средств механизации оборки висящих кусков породы и т.д.

Неоднозначность уровня риска одних и тех же производственных процессов в очистных забоях с различной добычной техникой объясняется, в основном, разнородностью технологических операций, по-

рядком и временем их выполнения, затратами ручного труда, трудоемкостью работ и т.д. В соответствии с выполненным прогнозом, наиболее безопасными следует считать струговые комплексно-механизированные забои ( $R=96,2$  балла). На наш взгляд, применение современных струговых механизированных комплексов («Дон-Фалия» и КМС-130) и оптимизация организационно-технических параметров таких лав по фактору безопасности с использованием многофакторных корреляционных зависимостей позволит снизить уровень риска в 1,4 раза [2].

Несомненно, полученные результаты прогнозирования уровня риска могут служить научно-технической базой при проектировании, строительстве, реконструкции или эксплуатации горнодобывающего предприятия. Однако, окончательное решение при выборе оптимальной технологической схемы добычи угля следует принимать на основании ее комплексной оценки с учетом конкретных горно-геологических и горнотехнических условий шахты.

Такой подход позволяет обеспечить конструирование технологии ведения очистных работ по фактору безопасности и минимизировать затраты предприятия обусловленные производственным травматизмом и аварийностью.

#### Литература

1. Фролов А.В., Забабурин В.М. Дифференцированный подход при анализе опасностей и его практическая реализация на шахтах Восточного Донбасса/ Проблемы геологии, полезных ископаемых и экологии Юга России и Кавказа : Материалы III Международной науч. конф. – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2002. – С. 43-49.
2. Забабурин В.М., Фролов А.В. Исследование уровня риска в очистных забоях угольных шахт Восточного Донбасса // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2003. – С. 155-158.

УДК 33145:550.8

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОСФЕРЫ НА СЕНСОРНЫХ МОДЕЛЯХ ЧЕЛОВЕКА**

*А.С. Черемискина*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), г. Новочеркасск

Прикладные задачи безопасности жизнедеятельности как науки заключаются в прогнозировании негативного влияния техносферы на здоровье и деятельность человека, а также в разработке рекомендаций по минимизации уровня этого воздействия [1]. С этой целью рассматриваются

проблемы физиологии трудовой деятельности. Данной теме посвящено значительное количество работ, например [2]. В изучении биофизики сенсорных систем человека достигнуты существенные результаты [3,4]. Однако, вопросы, связанные с изучением биофизики сенсорных систем в аспектах безопасности жизнедеятельности являются изученными недостаточно.

Краткому изложению этих результатов посвящена предлагаемая работа.

Находясь в производственной среде, рабочие подвергаются воздействию различных физико-химических факторов, которые могут быть представлены как опасные и вредные производственные факторы. В таких условиях человеку необходимо приспособиться воспринимать какие-либо изменения раздражителей рецепторов (органов слуха, зрения, обоняния) с последующими физиологическими процессами.

Рецепторы характеризуются широким порогом восприятия. Рецепторы по характеру протекающих биохимических биологических процессов под влиянием различных раздражителей получили название биосенсоров. Они подразделяются на фоторецепторы, хеморецепторы, механорецепторы. В основном название рецепторов получили за то, что в зависимости какой раздражитель на них реагирует. Это позволяет конкретизировать содержание понятия опасных и вредных производственных факторов.

Основные принципы функционирования сенсорных или чувствительных систем носят индивидуальный характер. Так что человек по-разному ощущает и воспринимает информацию поступающую извне. У кого-то в большей мере порог чувствительности, у кого-то меньше. Выделяют классические внешние модальности, такие как слух, осязание, вкус; сенсорные модальности, такие как ощущение тепла и холода, вибрации, боли; и внутренние ощущения, такие как обусловленные изменениями во внутренней среде организма: анализатор давления, кинестетический (рецепторы в мышцах и сухожилиях), вестибулярный (рецептор в полости уха), специальные, расположенные во внутренних органах и полостях тела.

Функционирование разных анализаторов существенно изменяется под влиянием неблагоприятных для человека условий. Низкие и высокие температуры, вибрации, перегрузки, невесомость, слишком интенсивные потоки информации, ведущие к дефициту времени, и ее недостаток, утомление, вызванное длительной работой или неблагоприятными условиями, состояние стресса – все эти факторы вызывают различные изменения характеристик анализаторов.

Кроме того, как бы мы ни старались, порой опыт показывает, что мы не можем передать другому человеку информацию о наших ощущениях, что связано с особенностью нервной системы.

Как доказывает наука, количественные показатели раздражителя могут быть выражены интенсивностью раздражителя. Между силой стимула и интенсивностью раздражителя зависимость пропорциональна и в общем случае эта связь нелинейная [5].

В частности, Стивенсоном был использован следующий подход (закон Стивенсона). Сила раздражителя представлялась в логарифмических единицах. Тогда предложена функциональная связь в виде формулы:

$$I = k(S - S_0)^n$$

где  $I$  – интенсивность ощущения  $S_0$  – пороговая сила раздражителя  $S$  – действующая сила раздражителя  $k$  – константа  $n$  – показатель степени

Показатель степени может быть больше или меньше единицы для различных сенсорных систем.

Для ограниченного круга явлений закон Стивенсона дал удовлетворительное описание взаимосвязей.

Существует подход в выяснении общих принципов оценки силы стимула. Впервые Вебер и Фехнер предположили, что дифференциальный порог находится в постоянном отношении к исходной силе раздражителя (Закон Вебера-Фехнера):

$$\frac{\Delta S}{S} = const$$

$$\Delta S = S - S_0$$

Для некоторых сенсорных систем данный закон вообще не подтвердился. Модель Стивенсона оказалась более универсальной. Она может использоваться для описания нейрофизиологических процессов, определяющих кодирование и передачу информации в сенсорных системах.

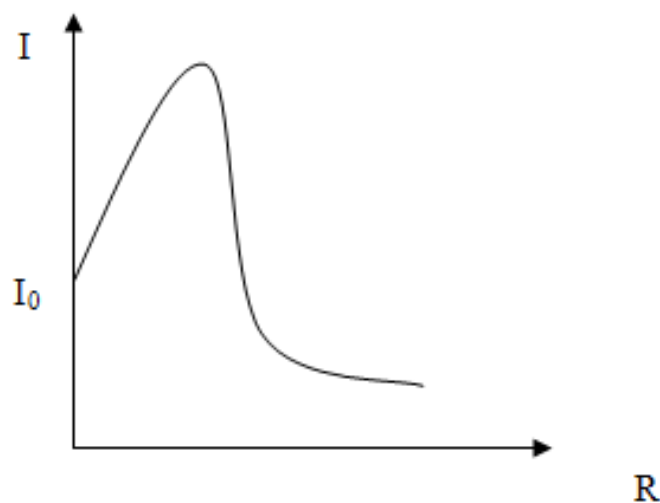


Рис. 1. R-интенсивность раздражителя, I-интенсивность ощущения

Вывод данных работ (Вебер, Фехнер, Стивенсон) в том, что на сенсорных входах в центральную нервную систему происходит нелинейное преобразование информации об интенсивности раздражителя.

Из представленных материалов можно сделать вывод о том, что биофизические механизмы позволяют уточнить и конкретизировать содержание понятия опасные и вредные производственные факторы. При этом, в определенной степени, возможно оценивают их содержание с учетом индивидуальности человека, находящегося под негативных воздействиях техносферы.

#### Литература

1. Фролов А.В. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для студентов высших учебных заведений.
2. Физиология человека: Учебная литература для студентов. Под редакцией Смирнова В.М. – М.: Медицина, 2002. – 608 с.
3. Биофизика для инженеров: Учебное пособие в 2-х томах. Том 1- Биоэнергетика, биомембранология и биологическая электродинамика. Под редакцией: С.П. Вихрова, Н.В. Гривенная и В.О. Самойлова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2008. – 496 с.
4. Биофизика для инженеров: Учебное пособие в 2-х томах. Том 2- Биомеханика, информация и регулирование в живых системах. Под редакцией: С.П. Вихрова, Н.В. Гривенная и В.О. Самойлова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2008. – 456 с.
5. Немов Р.С. Психология: Учебник для студентов высших учебных заведений: в 3-х книгах-4-е издание – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. Книга 1. Общие основы психологии. – 688 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

## ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ

<b>Барминская К.С.</b> Типоморфные особенности полевых шпатов редкометаллических пегматитов (Монгольский Алтай) .....	3
<b>Богомолов А.Н., Шиян С.И., Щекочихина Е.В., Чарыкова С.А., Тихонова Т.М.</b> Инженерно-геологическая характеристика сарматских глин краевых прогибов юга Русской платформы .....	6
<b>Богомолов А.Н., Олянский Ю.И., Шиян С.И., Тихонова Т.М., Киселева О.В.</b> Основные особенности изменения состава и свойств лессовых пород при фильтрации воды .....	9
<b>Панов С.А., Рябов Г.В.</b> Минералогия и текстурно-структурные особенности полиметаллических руд Джимидонского месторождения (Северная Осетия-Алания) .....	12
<b>Шуткова В.В., Горбаенко Т.Ю., Рябов Г.В.</b> Анализ распределения рудных элементов в вулканитах зоны Передового хребта Северного Кавказа .....	15
<b>Ярцева Т.А., Богущ И.А.</b> Типоморфизм микротвердости пирита колчеданных месторождений как поисково-оценочный критерий (на примере Урупского месторождения Северного Кавказа) .....	19
<b>Воробьев А.Е., Чекушина Е.В.</b> Геологический анализ урановых месторождений .....	22
<b>Воробьев А.Е., Чекушина Е.В. Болатова А. Молдабаева Г.Ж.</b> Закономерности формирования аквальных залежей газогидратов .....	24
<b>Воробьев А.Е., Каукенова А.С.</b> Геолого-геофизическая характеристика нефтяного месторождения Алибекмола .....	27
<b>Химченко А.Г., Кафтанатий Е.Б.</b> Характеристика Чограйского месторождения пильного камня .....	30
<b>Январёв Г.С.</b> Новейшая структура и геодинамика восточного обрамления Ставропольского поднятия (на основе дешифрирования космоснимков) .....	33
<b>Агарков Ю.В.</b> Синонимические и альтернативно-синонимические информационные системы и возможность анализа пространственно-временной распространённости радиолярий .....	36
<b>Белозерова А.А.</b> Типоморфные особенности россыпного золота Дюбкошского грабена Енисейский кряж .....	38
<b>Бутенков А.А.</b> Рудогенерирующая роль юрских депрессий Северного Кавказа (на примере Софийско-Тебердинского грабена) .....	41

- Земляной М.А., Разоренов Ю.И.** Минералогические исследования массива осадочных горных пород на предмет выявления порядка нарушения целостности мергеля (на примере Новороссийского месторождения мергеля) ..... 44
- Кафтанатий А.Б.** Морфология и кристаллоанатомия пирита, как индикатор онтогенеза колчеданного оруденения (на примере Исембайского рудопроявления, Южный Урал) ..... 48
- Мелкишев О.А., Кривошеков С.Н.** О возможности прогнозирования эффективных нефтенасыщенных толщин на поисково-оценочном этапе при помощи методов математической статистики ..... 52
- Михайлов В.И., Луковская А.В., Грецева О.В., Новикова Н.А.** Оценка гидрогеологических параметров водовмещающих пород по данным гаммакаротажа в водозаборных скважинах минерализованных вод Муравленковского газового месторождения ..... 54
- Погорельская С.В.** Новые представления о строении, развитии и перспективах нефтегазоносности в зоне сочленения Юго-Восточного склона Воронежской и Прикаспийской впадины ..... 58
- Попов В.Г., Абдрахманов Р.Ф.** Генезис хлоркальциевых рассолов Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна ..... 62
- Попов Ю.В.** Рудоконтролирующая роль центрального разлома Даховского рудного узла (Большой Кавказ) ..... 65
- Сидоренко П.Ф., Нырков Е.А.** Применение новых технологий геолого-геофизического прогнозирования горно-геологических факторов угольных пластов ..... 68
- Фисенко В.Г.** Предварительные результаты изучения газовой-жидких включений в кварце участка Иочиминский (Енисейский кряж) ..... 71

## ПЛАНЕТОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

- Бейсуг О.И.** Показатели активности щелочной фосфатазы и эстераз сестона в мониторинге качества воды дельты Дона и малых рек Ростовской области ..... 75
- Богомолов А.И., Олянский Ю.И., Шиян С.И., Тихонова Т.М., Киселева О.В.** Геоэкологическая оценка природной опасности массивов структурнеустойчивых (просадочных и набухающих) грунтов..... 77
- Воробьев А.Е., Чекушина Е.В. Болатова А. Молдабаева Г.Ж.** Экспертная оценка мировых запасов аквальных залежей газогидратов ..... 81
- Гавришин А.И., Новикова Н.А.** Изменение химического состава грунтовых вод каменноугольных отложений Гуковскоого района Восточного Донбасса ..... 84



<b>Горюноква А.А.</b> Основные элементы автоматизированной системы мониторинга воздуха крупных промышленных городов .....	87
<b>Данилов В.В., Ныркoв Е.А., Сидоренко П.Ф.</b> Проблемы организации устойчивого развития территории водосбора бассейна и акватории Азовского моря .....	90
<b>Данилова Г.Н., Земченко Г.Н.</b> Решение экологических проблем муниципального образования на примере г. Новочеркаска Ростовской области .....	93
<b>Романюк В.А., Журавлев Г.Г.</b> Оценка точности расчета ледовитости Японского моря по данным дистанционного зондирования земли и авиационных наблюдений .....	96
<b>Журавлев Г.Г., Штейнле О.А., Романюк В.А.</b> Оценка изменчивости объектов общей циркуляции атмосферы (ОЦА) над Тихим Океаном .....	99
<b>Иванова Д.Ю., Кондюрина Т.А.</b> Определение санитарных зон при водозаборе подземных вод для водоснабжения .....	102
<b>Игнатова И.Ю.</b> Факторы формирования химического состава однородных гидрогеохимических видов грунтовых вод каменноугольных отложений Белокалитвенского района .....	106
<b>Кондюрина Т.А., Крошнева В.А., Зарубина В.А.</b> Мероприятия по восстановлению и охране малых рек .....	108
<b>Кочеткова А.В.</b> Химический состав грунтовых вод в зависимости от гидрогеохимических направлений .....	112
<b>Кузьмичёв С.А., Кузьмичёв С.Д.</b> О грибах и количественной стороне процесса круговорота вещества в биосфере .....	113
<b>Лаврищев В.А., Малофеева С.С., Забирченко Д.Н.</b> Сейсмоактивные зоны района большого Сочи и прилегающих территорий .....	116
<b>Медведева М.А., Шевченко Е.Л., Идигешева К.И., Кочемарова А.Д.</b> Проблемы геоэкологии Кузнецкого Алатау в районе неотектонического орогенеза (бассейн р. Бельсу) .....	118
<b>Мусин Р.Х., Мусина Р.З., Нигматуллина Д.А., Тухватуллина Г.А.</b> Условия формирования и вариации состава природных вод в техногенно слабо нарушенных районах средней полосы европейской России .....	120
<b>Павлинов А.Б.</b> Информационные технологии как средство интерактивного преподавания экологии .....	124
<b>Паненко Н.Н.</b> Проблема экологического использования хлора в системе водоотведения .....	127
<b>Смирнов В.Б., Чижов А.П., Ганиев Р.И., Багаутдинов Р.Р.</b> Эксцентриситет земной орбиты во взаимосвязи с землетрясениями .....	129

<b>Смирнов В.Б., Чижов А.П., Газизов Р.Д., Муллашев Д.А.</b> Галактическая гравитационная анизотропия в геологии Земли .....	130
<b>Ураскулов М.Р., Богуш И.А.</b> Загрязнение поверхностных вод в бассейнах рек Кубани и Большой Лабы при геолого-разведочных работах в КЧР .....	131
<b>Федорищенко М.Г., Жолобова М.В.</b> Предпосевная электромагнитная обработка семян как один из наиболее безопасных и перспективных приёмов рационального природопользования .....	135
<b>Шишина И.А., Адилова Ж.М.</b> Безопасный сбор токсичных отходов на предприятии малого бизнеса .....	137
<b>Ялалтдинова А.Р.</b> Редкоземельные и радиоактивные элементы в пылеаэрозолях в зоне воздействия предприятий Северной промышленной зоны г. Усть-Каменогорска (Республика Казахстан) .....	140

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА НЕДР

<b>Баранов С.В., Савельев Д.Ю., Калмыков А.А.</b> Вопросы оформления и согласования проектной документации на разработку месторождений полезных ископаемых .....	144
<b>Белоконев Г.А., Шурыгин Д.Н.</b> Математическое моделирование скрытых топоповерхностей осадочных толщ пород (на примере Шедокского месторождения гипса) .....	147
<b>Белоконев Г.А., Шурыгин Д.Н.</b> Сравнительный анализ прогнозных характеристик мелкоамплитудной нарушенности угольного пласта $m_{\frac{1}{8}}$ шахты садкинская с фактической ситуацией на отработанной части шахтного поля за 2008-2011 годы .....	150
<b>Воробьев А.Е., Соколов И.В., Козлова Я.В.</b> Интенсификация притока газа .....	152
<b>Воробьев А.Е., Ибрагимов Р.Р.</b> Геотехнология урана на предприятии НГМК ..	153
<b>Воробьев А.Е., Мастонов Р.А., Абдулатипов Ж.Ю., Каукенова А.С.</b> Основные этапы развития кучного выщелачивания золота на месторождения Мурнтау (Узбекистан) .....	155
<b>Воробьев А.Е., Нарожный И.М.</b> Получение горючего газа из глинистых сланцев .....	158
<b>Гамов М.И.</b> Возможности комплексного использования углей .....	161
<b>Гамов М.И., Мещанинов Ф.В., Левченко С.В.</b> Перспективы утилизации техногенных месторождений угольного ряда и оценка их склонности к самовозгоранию .....	163

<b>Горлов Ю.В., Алексеев Н.А., Шерстюков С.А.</b> Об определении гранулометрического состава взорванной горной массы .....	167
<b>Земляной М.А., Разоренов Ю.И., Расцветаев Д.А.</b> Способ крепления выработанного пространства анкерной крепью при вертикальном расположении слоев тел полезного ископаемого .....	170
<b>Земляной М.А., Разоренов Ю.И.</b> Модель перераспределения локальных зон концентрации касательного напряжения в кровле при проведении горной выработки .....	173
<b>Иванча Д.А., Титов А.Н., Борисова Е.И.</b> О способе отработки ограниченного в плане месторождения мергеля .....	176
<b>Кац В.Е., Молоков В.Ю.</b> Водные ресурсы Республики Алтай и их рациональное использование .....	179
<b>Копач С.Н., Шерстюков С.А.</b> Диверсификация как экономическое развитие	182
<b>Копач С.Н., Шерстюков С.А.</b> Вскрытие месторождения в условиях шахты «Быстринская № 1-2» .....	185
<b>Кривоносова О.А., Толкачев В.А., Ткачѳв В.А.</b> Исследование ползучести горных пород и её влияние на напряженно-деформированное состояние системы «массива горных пород – трубчатый анкер» .....	187
<b>Костюк Ю.Н., Пушкарский Е.М.</b> Геоэкологические проблемы горнодобывающей промышленности Юга России .....	190
<b>Мамаева Е.В., Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю., Шафигуллин Б.У.</b> Морфометрические показатели <i>Hordeum vulgare</i> при росте на почвах, подверженных различным видам деградации .....	191
<b>Михалко И.В., Решетняк М.А., Бакуменко С.В.</b> Исследование влияния технологических параметров проходки и крепления вертикальных стволов на процесс нефтегазовыделения и взрывобезопасность в условиях подземных рудников АК «Алроса» в Якутии.....	194
<b>Пашкова О.В.</b> Определение параметров анкерной крепи стволов в зоне влияния приствольных выработок .....	197
<b>Пащенко А.А.</b> Влияние интенсивного водоотбора на химический состав подземных вод в Юго-Восточной части Осетинского артезианского бассейна ...	199
<b>Пересунько Т.Ф., Радина А.А., Подгорная А.А., Доценко Е.О., Яленко О.В.</b> Влияние глубины залегания пластов на структуру и выбросоопасные свойства углей .....	202
<b>Петров Н.А., Раева В.Б.</b> Уменьшение нарушаемых земель при разработке Зеленчукского месторождения гипса .....	205

<b>Петухов А.Н., Каратунов В.Ю.</b> К вопросу обогащения мелких классов угля	207
<b>Плешко М.С., Галенко А.А.</b> Современные мировые тенденции в области строительства глубоких вертикальных стволов	210
<b>Посыльный Ю.В., Алмазов А.А., Рускол А.А., Мамонов А.А., Фарафонова К.В.</b> Особенности процесса сдвижения земной поверхности в условиях шахты им. Красина	214
<b>Посыльный Ю.В.</b> Граничные углы сдвижения земной поверхности в условиях Шахтинского угольного района	217
<b>Раева В.Б., Склянова А.И.</b> Потери полезного ископаемого в подошве залежи при земснарядной отработке	220
<b>Пятибратов Г.Я., Крикунов А.А., Орлов С.И.</b> Влияние структуры электроприводов современных карьерных экскаваторов на рациональное природопользование	222
<b>Серпуховитина Т.Ю., Секисова И.А.</b> Основные проблемы охраны окружающей среды и пути их решения на примере рациональной разработки недр горнодобывающими предприятиями Белгородской области	225
<b>Соломойченко Д.А., Пашкова О.В.</b> Обоснование крепи скипового ствола №1 горно-обогатительного комбината «Гарлыкского месторождения калийных солей», сооружаемого способом бурения	228
<b>Сосновский В.Э., Титов А.Н., Борисова Е.И.</b> О выборе технологии разработки нагорных месторождений малой производительности	230
<b>Сотников М.Б.</b> Безъярусная жесткая армировка вентиляционных стволов	234
<b>Титов Н.В., Феоктистов В.М.</b> Шахтная порода и эколого-экономические проблемы Восточного Донбасса	237
<b>Турук Ю.В.</b> Устройство для передвижки секции механизированной крепи	240
<b>Чухарева Н.В., Кувшинов К.А.</b> Термическая активация сорбционных свойств торфа для ликвидации аварийных разливов нефти	243
<b>Шмаленюк С.А., Копач С.Н., Шерстюков С.А.</b> Технологическая схема разработки тонких и средней мощности угольных пластов	245
<b>Шурыгин Д.Н.</b> Методы дискриминантного анализа в задаче выделения геологически однородных районов	248
<b>Шурыгин Д.Н.</b> Математическая модель слоенакопления пластов углевмещающей толщи	251
<b>Шурыгин Д.Н., Белоконев Г.А.</b> Математическое моделирование скрытых топоповерхностей осадочных толщ пород (на примере Аргамачского месторождения известняков)	256

<b>Ягодкин Ф.И., Плешко М.С., Соломойченко Д.А.</b> Проектирование крепи вертикальных стволов, сооружаемых способом бурения .....	259
---	-----

## ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

<b>Ахмадиев Г.М.</b> Научные и методологические основы обеспечения техносферной безопасности в России .....	262
<b>Беспалов В.И., Парамонова О.Н.</b> Определение критериев выбора методов утилизации твердых бытовых отходов .....	265
<b>Беспалов В.И., Самарская Н.С.</b> Оценка воздействия параметров микроклимата на самочувствие работников окрасочных участков .....	267
<b>Борисова В.Ю.</b> К вопросу об очистке ПАВ-содержащих сточных вод .....	270
<b>Версилов С.О., Версилова Е.С., Удалов С.И.</b> Оценка эффективности и экологичности переработки отходов обогащения .....	271
<b>Версилов С.О., Бакланова В.А., Косоуров И.А., Чернолуцкий М.С., Черемискина А.С.</b> Оценка риска возникновения опасных ситуаций при выпуске руды из обрушенных блоков .....	276
<b>Версилова Е.С., Ефимов Д.А.</b> Пути уменьшения вредного влияния горных работ на окружающую природную среду .....	278
<b>Воробьев А.Е. Метакса Г.П., Буктуков Н.С., Молдабаева Г.Ж.</b> Современная техносфера. Экологический аспект .....	281
<b>Ганичева Л.З., Парамонова О.Н.</b> Оценка современного состояния почв республики калмыкия .....	284
<b>Елецкая Ю.В., Лысова Е.П.</b> Анализ процесса проведения оценки экологических рисков деятельности предприятий ТЭК .....	287
<b>Абабурин В.М., Рыбанчук Ю.В., Роза В.С., Сеимова Е.А., Миронова А.А., Юрташкина Е.А.</b> Повышение эффективности управления безопасностью труда на горнодобывающих предприятиях .....	291
<b>Забабурин В.М., Миронова А.А.</b> Совершенствование мониторинга безопасности труда на шахте .....	293
<b>Забабурин В.М., Юрташкина Е.А.</b> Физический критерий оценки производственной опасности .....	296
<b>Качурин Н.М., Зубаков И.Н.</b> Математическая модель подземной газификации угля в фильтрационном канале .....	299
<b>Костылева Л.Н., Клепиков О.В., Ендальцева И.А., Гнеушева Е.П.</b> Аэротехногенный риск здоровью населения от выбросов металлургического производства .....	302

<b>Костылева Л.Н., Клепиков О.В., Денисенко В.И., Кучина И.М.</b> Оптимизации системы мониторинга окружающей среды .....	306
<b>Крошнева В.А., Кондюрина Т.А., Крошнев А.А.</b> Эвристические принципы природной эвристики .....	309
<b>Крошнева В.А., Кондюрина Т.А., Крошнев А.В.</b> Тороидальные затворы в практике рационального водопользования .....	313
<b>Лисутина Л.А., Корягин С.О.</b> Основные проблемы реструктуризации угольной промышленности восточного донбасса .....	316
<b>Ляшенко Н.В., Денисов В.В., Нагнибеда Б.А., Денисова А.В.</b> Повышение безопасности и технико-экономической эффективности технологии биоцидной обработки воды в системе водоснабжения .....	319
<b>Мусин Р.Х., Мусина Р.З., Файзрахманова З.Г.</b> Об одном из простых методов очистки природных вод .....	322
<b>Парамонова О.Н., Ганичева Л.З.</b> Эколого-экономические особенности обращения с твердыми бытовыми отходами .....	326
<b>Пересунько Т.Ф., Радина А.А., Подгорная А.А., Доценко Е.О., Яленко О.В.</b> Влияние глубины залегания пластов на структуру и выбросоопасные свойства углей .....	329
<b>Петров А.Н.</b> Добыча руды заходками с увеличенными параметрами при слоевой системе разработки на руднике «Айхал» .....	331
<b>Пуресев А.И., Лепихова В.А., Сербиновский М.Ю., Чеферида А.Г.</b> Идентификация экологической безопасности предприятий горной промышленности по акустическим сигналам .....	334
<b>Пуресев А.И., Лепихова В.А.</b> Аспекты контроля эффективности обеспыливающих и пылеулавливающих устройств с целью обеспечения техносферной безопасности .....	337
<b>Семененко В.К., Гончарова В.М., Дорохова Т.Е., Ткачева В.И., Сабирова Я.О.</b> Исследование производственной опасности при добыче угля на шахтах Восточного Донбасса .....	341
<b>Резник Л.А., Гаврикова В.А., Пантелеева Е.В., Борисова М.А., Гнедина Ю.Г.</b> Совершенствование системы социального эколого-гигиенического мониторинга и безопасности окружающей среды .....	343
<b>Сарычев В.И., Жуков С.С.</b> Алгоритм обоснования параметров безопасной подработки земной поверхности и инженерных сооружений .....	346
<b>Сарычев В.И., Шестаков С.И.</b> Оценка нагружения анкерной крепи в коротких очистных забоях .....	350
<b>Тарасов Г.В.</b> Исследование методов снижения шума инженерного оборудования .....	353

<b>Тимофеева С.С., Тимофеев С.С.</b> Экологическая биотехнология в очистке сточных вод в условиях Восточной Сибири .....	356
<b>Тимофеева С.С.</b> Экологические риски системы нефтепродуктообеспечения Иркутской области.....	360
<b>Ткачук Р.В.</b> Энергетические параметры вентиляции призабойного пространства подготовительных выработок .....	363
<b>Ткачук Р.В.</b> Шахтные исследования параметров воздушных потоков в призабойном пространстве подготовительных выработок .....	366
<b>Фролов А.В., Яковенко А.М., Саенко О.Б., Лапин С.А., Шоп Ю.Г.</b> Оценка и прогнозирование профессиональных рисков при добыче угля на шахтах Восточного Донбасса .....	369
<b>Черемискина А.С.</b> Идентификация негативного воздействия техносферы на сенсорных моделях человека .....	371

*Научное издание*

---

**Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии  
и рационального природопользования**

сборник тезисов и статей Всероссийской конференции

Подписано в печать 28.12.2011 г.

Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 24. Тираж 120 экз. Заказ № 48-3982

Южно-Российский государственный технический университет  
(Новочеркасский политехнический институт)

Адрес университета:

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, тел. 55-303

ООО «ЛИК»

346400, г. Новочеркасск, ул. Красноармейская, 18

Отпечатано ИПК «Колорит»

346430, г. Новочеркасск, пр. Платовский, 82Е

Тел. 8 918 518 04 29, 8 952 603 06 09

**center-op@mail.ru**