

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
SCIENTIFIC-TECHNICAL AND PRODUCTION MAGAZINE



АРКШЕЙДЕРСКИЙ
ВЕСТНИК
MINE SURVEYING BULLETIN

№ 6 2014

Ноябрь - Декабрь
November - December

*С Новым
2015 годом!*



ОАО «Гипроцветмет»
г. Москва

Январь

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Февраль

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	

Март

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Апрель

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Май

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Июнь

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Июль

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Август

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Сентябрь

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Октябрь

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Ноябрь

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Декабрь

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			



Журнал издается 22-й год (с 1992 г.) и продолжает традиции периодических научно-технических изданий по маркшейдерскому делу, выходявших в России и СССР в 1910-1936 гг.

Издатель – ОАО «ГИПРОЦВЕТМЕТ»
Генеральный директор,
кандидат экономических наук
Потылицын Виталий Алексеевич

Председатель Редсовета, д.т.н., проф.,
Академик АГН
Иофис Михаил Абрамович

Члены Редсовета:

Гальянов А.В.	Козловский Е.А.
Гордеев В.А.	Кузьмин Ю.О.
Гусев В.Н.	Макаров Б.Л.
Загибалов А.В.	Макаров А.Б.
Залялов И.М.	Милетенко Н.А.
Зимич В.С.	Навитный А.М.
Зыков В.С.	Стрельцов В.И.
Казикаев Д.М.	Толпегин Ю.Г.
Калинченко В.М.	Трубчанинов А.Д.
Кашников Ю.А.	Черепное А.Н.
Киселевский Е.В.	Юнаков Ю.Л.

Редакция:

Главный редактор
КАПИТОНОВ Сергей Иванович
тел.8-916-919-82-71

Зам.главного редактора и корректор
НИКИФОРОВА Ирина Львовна
тел.8-926-247-32-51

Технический редактор
МОЛОДЫХ Ирина Валерьевна

Дизайн
ПОСАЖЕННИКОВ Алексей
Викторович

Адрес: 129515, Москва, а/я №51 –
«Гипроцветмет»–МВ,
ул.Акад.Королева, 13, стр.1 оф.607

Тел/факс: (495) 616-95-55-МВ

Тел. (495) 600-32-00 доб.14-19

E-mail: office@giproctm.ru;

<http://www.giproctm.ru>

Выходит 6 номеров в год.
Регистрационное свидетельство
Министерства печати и информации
РФ №0110858 от 29 июня 1993 г.

Отпечатано в типографии «П-Центр»
Формат А4, тираж 990 экз.,
усл. печ. л. 8,0

Подписано в печать 20.11.2014 г.

Индексы в каталогах:
Агентства Роспечати 71675,
Пресса России 90949,
Урал-Пресс 71675

В течение года можно оформить
подписку на журнал через редакцию

За точность приведенных сведений и
содержание данных, не подлежащих
открытой публикации, несут ответст-
венность авторы.

Мнения авторов могут не совпадать с
мнением редакции.

Рукописи не возвращаются!

Ордена им.В.Н.Татищева «За пользу Отечеству»
НТИП журнал

МАРКШЕЙДЕРСКИЙ МВ ВЕСТНИК

№6 (103), ноябрь – декабрь, 2014 г.

Учредители:

СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ
СОЮЗ ЗОЛОТОПРОМЫШЛЕННИКОВ
ГИПРОЦВЕТМЕТ

Журнал входит в перечень ве-
дущих научных изданий ВАК
Минобразования и науки РФ

«Кто не дерзает, тот проигрывает»

Петр Великий

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

- **ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**
- **ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС**
- **ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ**
- **ЮБИЛЕИ**
- **ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ**
- **ИНФОРМАЦИЯ**



**Сердечно поздравляем подписчиков и читателей
нашего журнала с Новым 2014 годом!
Желаем отменного здоровья, успехов в труде и личного счастья!**

Издатель, редсовет и редакция «МВ»

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
– ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ	
С.В.Терещенко, Д.Н.Павлишина. Оценка выбора последовательности технологических решений в процессе формирования и стабилизации качества рудопотока	5
Е.М.Попов. К вопросу о создании подземных хранищ углеводородов	8
– ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС	
Т.Б.Рогова, С.В.Шаклеин. Оценка погрешности кернового опробования угля по материалам горных работ	10
В.С.Зыков, А.А.Лихоузов. Определение направлений и параметров разведочных и прогнозных скважин перед вскрытием склонных к внезапным выбросам угля и газа пластов	14
К.М.Мурин, И.Л.Никифорова. О ценообразовании в проектировании маркшейдерских работ	19
А.Г.Алексенко, А.В.Зубов. Анализ надёжности элементов маркшейдерских соединительных треугольников	21
– ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ	
А.Г.Грунин, Ю.О.Кузьмин, Е.А.Фаттахов. Проблемные вопросы проектирования геодинамических полигонов на месторождениях УВ	24
С.Г.Черкашин, А.В.Дроздов. Оценка состояния горного массива в блоке №1 на руднике «Мир» по результатам гидрогеомеханического мониторинга	32
С.А.Антонюк, С.В.Кузьмин. К вопросу об определении расстояния между парными выработками на удароопасных пластах	37
К.И.Никифоров. К вопросу комбинированной разработки месторождений полезных ископаемых в гористой и холмистой местности	39
М.В.Рыльникова, В.А.Еременко, Е.Н.Есина, Д.Н.Радченко. Условия формирования зон концентрации энергии деформирования горного массива	41
Ю.И.Кантемиров. Некоторые аспекты применения технологии космической радарной интерферометрии в вопросах прогнозирования опасных ситуаций и определения опасных зон при ведении работ, связанных с использованием недр	49
В.А.Бабелло, А.В.Гришин, И.Л.Никифорова, К.С.Смолич. К вопросу об определении параметров прочности горных пород для оценки устойчивости обнажений скальных массивов	54
Г.П.Парамонов, В.А.Ишейский, В.Н.Ковалевский. К вопросу распределения гранулометрического состава взорванной горной массы и её прочности из различных зон разрушения	58
– ЮБИЛЕИ	62
– ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ	63
– ИНФОРМАЦИЯ	67

УДК.622.34.06:622.272(075.80)

С.В.Терещенко, Д.Н.Павлишина

ОЦЕНКА ВЫБОРА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ КАЧЕСТВА РУДОПОТОКА

Разработан алгоритм, обеспечивающий формирование и стабилизацию качества добытой рудной массы на этапе оперативного управления, способный оценить неравномерность распределения ПК в заданных объемах рудной массы, установить наличие в ней пустых пород (тех объемов, которые было бы экономически целесообразно отделять в процессе предконцентрации) и определить режимы движения рудопотоков из каждого добычной единицы для формирования и стабилизации их качества.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: управление качеством рудопотока; исходное содержание полезного компонента в рудопотоке; регламентируемое содержание полезного компонента; показатель контрастности; показатель, характеризующий наличие или отсутствие пустой породы; предконцентрация; усреднение.



С.В.Терещенко Д.Н.Павлишина

Для формирования и стабилизации качества рудопотока, поступающего на переработку, как правило, используется

только процесс усреднения различных порций рудной массы на различных этапах технологической цепи. При этом не происходит заметного изменения вещественного состава рудной массы, поступающей на обогатительную фабрику (ОФ). Любые отклонения содержания полезного компонента (ПК) в рудной массе от его регламентируемого значения влекут за собой, при принятых режимах переработки и особенностях работы ОФ, снижение качества товарного продукта и, как следствие, увеличение объемов переработки для получения того же количества товарной продукции. При этом не исключены повышенные потери ПК в отходах процесса обогащения. В связи с этим актуальной становится задача формирования и стабилизации качества рудной массы, способствующая изменению ее вещественного состава, достигаемого при включении в технологическую цепочку операции предконцентрации.

Оперативное управление качеством рудопотока может быть реализовано на основе информации о распределении полезного компонента в недрах от этапа разведки месторождения до опробования каждого забоя. Эта информация должна быть максимально достоверной, оперативной и детализированной. Необходимую оперативную информацию о распределении полезного компонента в каждом из обрабатываемых забоев можно получить, например, при использовании радиометрического каротажа и/или шламового опробования взрывных скважин.

Количественным критерием для оценки пространственного распределения ПК по массиву может служить показатель контрастности, характеризующий

неравномерность его распределения по массиву [1].

Показатель контрастности (M) по физико-математическому смыслу представляет собой средневзвешенное относительное отклонение содержания ПК в определенных объемах горной массы или интервалах опробования от среднего содержания этого компонента в изучаемом объекте (массиве, горизонте, участке и т.д.). В.А.Мокроусовым [1] было предложено устанавливать показатель контрастности через следующее выражение:

$$M = \sum_{i=1}^n \frac{ly_i - \alpha l \cdot m_i}{\alpha \cdot \sum_{i=1}^n m_i},$$

где α – среднеарифметическое содержание ПК в изучаемом объекте (месторождении, горизонте, участке, пробе); y_i – содержание ПК в единичных объемах горной массы (кусках, порциях или интервалах опробования), входящих в состав изучаемого объекта; m_i – масса каждого отдельного единичного объема горной массы, входящего в состав изучаемого объекта с содержанием ПК в нем, равным y_i ; n – полное количество единичных объемов горной массы, входящих в состав изучаемого объекта.

Принятая классификация В.А.Мокроусова [1] характеризует лишь распределение ПК в рассматриваемом объеме (равномерное, не равномерное) и никак не характеризует наличие в этих объемах включений пустой породы. Такой показатель крайне необходим для оценки возможности использования процесса предконцентрации.

Для оценки наличия в рассматриваемой рудной массе объема пустых пород (рудной массы с минимально возможным значением содержания в ней полезного компонента ($\alpha \leq \theta$)) разработан показатель N . Величина этого показателя N представляет собой средневзвешенное относительное отклонение содержания полезного компонента в определенном объеме горной массы от бортового содержания этого компонента в изучаемом объеме к его абсолютному отклонению и определяется формулой:

$$N = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \theta) \cdot m_i}{ly_i - \theta l \cdot m_i},$$

где θ – бортовое содержание ПК в изучаемом объекте (месторождении, горизонте, участке, пробе); y_i – содержание ПК в единичных объемах горной массы (кусках, порциях или интервалах опробования), входящих в состав изучаемого объекта; m_i – масса каждого отдельного единичного объема горной массы, входящего в состав изучаемого объекта с содержанием ПК в нем, равным y_i ; n – полное количество единичных объемов горной массы, входящих в состав изучаемого объекта.

Значение показателя N изменяется в пределах $[-1; 1]$. Максимальное положительное значение показателя N свидетельствует об отсутствии в анализируемой рудной массе наличия пустой породы или породы с минимально возможным содержанием полезного компонента. Значение показателя N меньше единицы 1 свидетельствует о присутствии пустых пород в технологическом потоке.

Таким образом, при разработке алгоритма, обеспечивающего формирование и стабилизацию качества добытой рудной массы на этапе оперативного управления, необходимо использовать следующие исходные качественные характеристик рудной массы:

- α – содержание полезного компонента анализируемого объема;
- β – регламентируемое содержание полезного компонента;
- θ – бортовое содержание полезного компонента;
- M – показатель контрастности;
- N – показатель, характеризующий наличие или отсутствие пустой породы.

Построение алгоритма (рис.1) начинается с анализа соответствия исходного содержания ПК (α) в рассматриваемом объеме (месторождение, блок, забой и т.д.) требуемому (регламентируемому) качеству рудной массы (β): $\alpha = \beta$. Здесь показано строгое ограничение, однако, опыт работы обогатительных фабрик свидетельствует об имеющихся колебаниях качества руды в некотором узком заявленном диапазоне. Например, для апатит-нефелиновых руд Хибинского массива показано [2], что для обеспечения максимально возможной эффективности работы ОФ, допустимая величина колебания, характеризующихся среднеквадратическим отклонением (СКО) содержания P_2O_5 от планового значения в исходной руде, не должна превышать 1%.

В зависимости от результата анализа выбирается то направление движения рудного потока, при котором возможно получение требуемого, экономиче-

ски выгодного качества руды:

- 1) при $\alpha = \beta$ – рудная масса направляется на ОФ;
- 2) при $\alpha \neq \beta$ – рудная масса требует применения дополнительных операций для стабилизации качества руды на уровне β ($\alpha = \beta$).

Выбор способа формирования качества при условии, что $\alpha \neq \beta$, зависит от того, больше или меньше значение содержания ПК в рудопотоке регламентируемого уровня. В первом варианте развития событий ($\alpha > \beta$) рудопоток направляется на усреднение.

Если исходное содержание в рудопотоке меньше регламентируемого, а также в случае соответствия качества анализируемого рудопотока бортовому содержанию или ниже его, то этот рудопоток направляется в отвал или используется в качестве закладочного или строительного материала. В противном случае его качество оценивается с точки зрения равномерности распределения в нем полезного компонента и наличия в нем же породной части.

Рудопоток, чье распределение ПК по массиву не является равномерным, а также не содержит породной части (рудной массы с содержанием ПК ниже бортового) направляется на усреднение, после чего подается на ОФ. При неравномерном распределении ПК в рассматриваемом объеме и наличии горной массы с содержанием ПК $\alpha \leq \theta$ рудная масса проходит операцию предконцентрации (для удаления рудной массы с содержанием ниже бортового θ). Выделенная в процессе предконцентрации пустая порода направляется в отвал или используется как закладочный или строительный материал.

Если продукт предконцентрации удовлетворяет требованиям обогатительной фабрики, то он сразу направляется на переработку, в случае его несоответствия регламентируемому качеству – на усреднение.

Таким образом, базируясь только на информации о содержании ПК в рудной массе, предложенный алгоритм (система) управления качеством руд способен:

- оценить неравномерность распределения ПК в заданных объемах рудной массы;
- установить наличие в ней пустых пород (тех объемов, которые было бы экономически целесообразно отделять в процессе предконцентрации);
- определить режимы движения рудопотоков из каждого добычной единицы для формирования и стабилизации их качества.

Включение в технологию операции предконцентрации с последующим усреднением приведет к минимизации колебаний качества перед процессами обогащения.

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

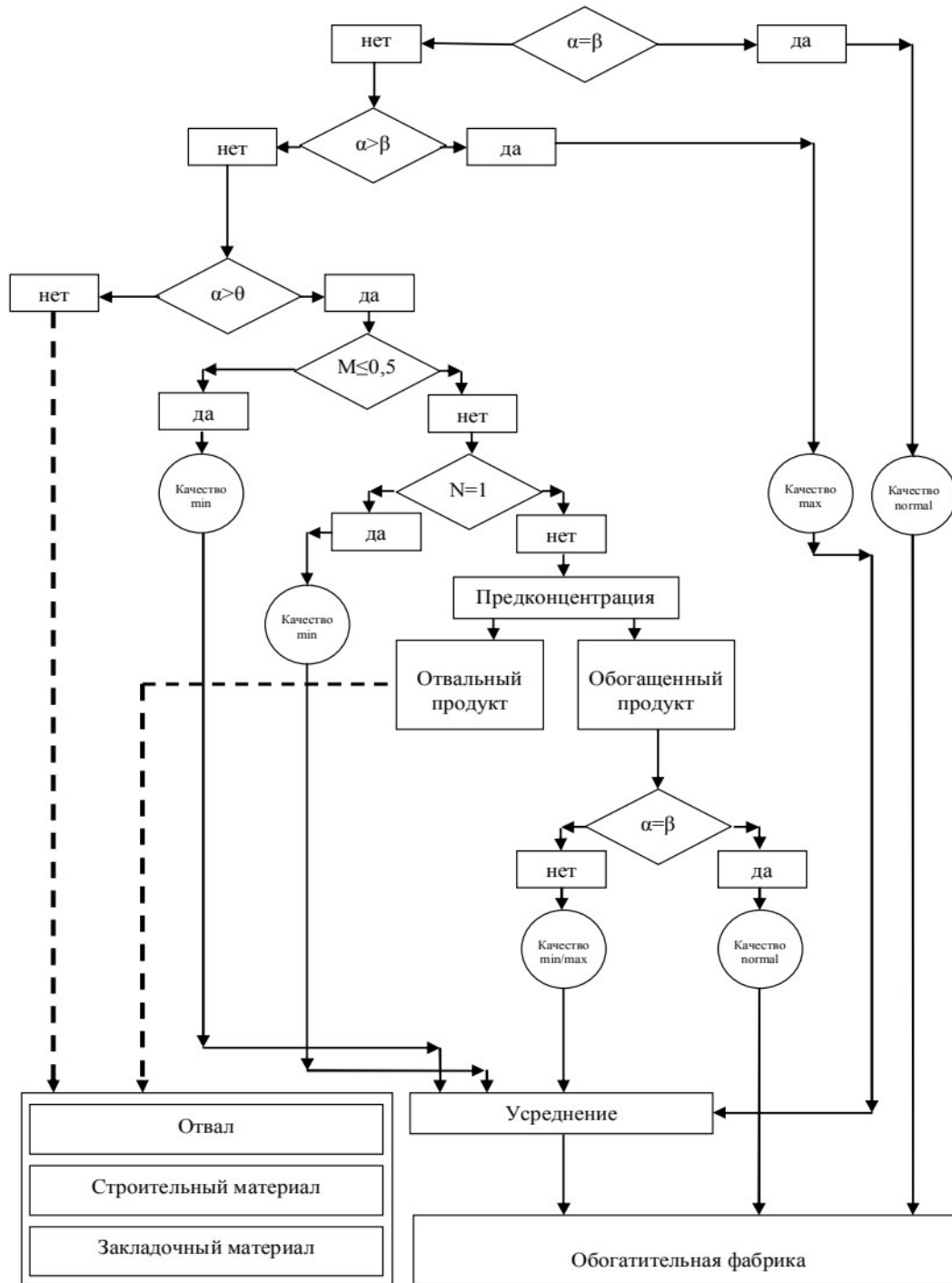


Рис.1. Система оперативного управления качеством руд:

normal – качество ПК, отвечающее требованиям обогатительной фабрики (регламентируемое качество);
min – качество ПК менее регламентируемого; max – качество ПК более регламентируемого

Литература

1. Мокроусов В.А., Лилеев В.А. Радиометрическое обогащение нерадиоактивных руд. М.: Недра, 1979, 192с.
2. Мельник В. Б. Управление качеством апатито-

нефелиновых руд за счет внутриблочной стабилизации содержания P_2O_5 и усреднения руды при формировании общешахтного рудопотока: автореф. дис. техн. наук. СПб., 1999.17с.

Сергей Васильевич Терещенко, д-р техн. наук, зав. лабораторией, тел. 8(81555)659, E-mail: tereshchenko@goi.kolasc.net.ru;
Дарья Николаевна Павлишина, инженер, тел. 8(81555)757, E-mail: Shibaeva_goi@mail.ru
(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук (ГоИ КНЦ РАН))

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ УГЛЕВОДОРОДОВ

Приводится обоснование целесообразности использования горно-геологических и производственных условий освоения Сулино-Садкинском и Кадамовском антрацитовых месторождений Восточного Донбасса для создания подземных газовых хранилищ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: создание подземных хранилищ газа; выработанное пространство шахт.



В период избрания во второй раз Президент РФ В.В.Путин в своем выступлении сказал примерно так: «Использование природного горючего газа только как энергетического топлива не отвечает условиям безопасности. Нужна альтернативная энергия». Отсутствие резервного топлива, в данном случае

прекращение подачи газа, так как он подается и используется «прямо с колес», может привести к тяжелым последствиям, особенно в длительные морозные периоды, что характерно для Юга России, прежде всего Ростовской области, не говоря уже об экономических потерях. Поэтому в качестве резерва в составе систем газоснабжения с транспортировкой газа по трубам на большие расстояния от его месторождений до потребителей обязательным звеном являются газохранилища.

Подземные газохранилища, начиная с 1950 г., приобретают все большую популярность в таких северных странах, как Германия, Франция, США, Англия, Швеция, Норвегия, т.к. они играют важную роль в энергоснабжении и обеспечивают надежное и безопасное снабжение газом потребителей в периоды сезонных неравномерных потреблений газа, вероятных аварий в газопроводных системах и при других кризисных явлениях. Двадцать пять подземных хранилищ газа, расположенных на территории РФ, составляют суммарную активную емкость 80 млрд.м³. Среди промышленных объектов хранилища газа являются наиболее экологичными и безопасными, т.к. газ в них хранится на значительных глубинах от 500 до 1500 м в бескислородной среде [1]. В северных странах более 50% хранилищ нефти и газа – подземные. В подземных хранилищах кроме газа, в том числе и сжиженного, хранят сырую нефть, мазут, дизельное топливо, керосин, бензин.

Хранилища шахтного типа сооружаются в практически непроницаемых для нефти породах, кроме того в процессе строительства предъявляются требования к устойчивости, влажности и химическим характеристикам массива горных пород. Для строительства больших подземных емкостей углеводородов больше всего подходит их размещение на базе Сулино-Садкинского и Кадамовского антрацитовых месторождений, расположенных в средней части Ростовской области вблизи крупных промышленных и густонаселенных городов. Кроме того, через Ростовскую область вблизи этих месторождений проходит газопровод Южный поток, строительство которого уже ведется.

Предлагаемая блочная система разработки для

хранения углеводородов, имеющая сходство с камерной системой разработки, которая получила распространение в США, Канаде и Австралии [2], и Длиннокамерной системой разработки для хранения углеводородов (см. нашу заявку в Роспатент №2013116168) отличается тем, что она состоит из двух и более камер большой протяженности (см. нашу заявку в Роспатент №2013159211).

По данным американских ученых для хранения газов свыше 19 тыс.м³ целесообразным является устройство и применение подземных хранилищ углеводородов. В скандинавских странах считается целесообразным создание подземных емкостей объемом 20-30 тыс.м³ [3].

Предлагается создать подземные емкости для хранения углеводородов в Ростовской области суммарной емкостью до 100 млн.м³, в перспективе до 1 млрд.м³, состоящих из отдельных блоков с двумя или более камерами суммарной емкостью 90-120 м³. Целесообразность создания предлагаемых подземных хранилищ углеводородов очевидна.

В декабре 2013 г., выступая по центральному телевидению, глава Газпрома РФ А.Б.Миллер рассказал, что на следующий 2014 г. запланирована большая сумма денег на развитие газопроводной системы для транспортировки природного горючего газа от его месторождений до потребителей, в том числе и строительство газохранилищ. Правда, где такие газохранилища будут строить и в каком исполнении, он не уточнил.

Промышленный и густонаселенный Юг России расходует большое количество природного газа, например, только в Ростовской области реализуется 7,5 млрд.м³ газа в год. Одним из главных потребителей является Новочеркасская ГРЭС, сжигая 150 тыс.м³ газа в час. Строительство подземных хранилищ газа и других углеводородов в Ростовской области - жизненно важная необходимость. Хранилища необходимо построить в наиболее выгодных антрацитовых месторождениях области. Применение камерно-столбовой системы разработки на Сулино-Садкинского антрацитовом месторождении, состоящем из 20-ти пластов полого залегания, позволяет создать каскад из блоков подземного хранения углеводородов в свите пластов. Поэтому на базе Сулино-Садкинского и Кадамовского месторождения может быть построено максимальное количество устойчивых и долговечных емкостей для хранения углеводородных ресурсов.

В составе хранилищ угля в целиках остается 30%. В будущем в период ликвидации длинных камер целики подлежат извлечению лавными высокопроизводительными механизированными комплексами с

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

полным погашением выработанного пространства.

Проектирование и строительство углеводородных хранилищ на Сулино-Садкинском и Кадамовском угольных месторождениях должно учитывать выполнение Долгосрочной программы развития угольной промышленности России на период до 2030 г., разработанной в 2010 г. и утвержденной Правительством РФ от 24 января 2012 г. №14-р [4] с обязательным выполнением добычи угля за этот период, возложенной на Восточный Донбасс, в том числе и при строительстве подземных хранилищ углеводородов.

Сжигание высокозольных и высокосернистых антрацитов при разработке Сулино-Садкинского и Кадамовского месторождений следует производить на Новочеркасской ГРЭС. Часто технология сжигания в кипящем слое является единственно приемлемой при сжигании низкосортных топлив, отходов угледобычи и углеобогащения. При этом температура слоя обычно находится в пределах 800-900°C, что исключает образование термических окислов азота и благоприятна при связывании окислов серы за счет добавления сорбента (обычно известняка). Это делает технологию сжигания твердых топлив в кипящем слое одной из наиболее экологически чистых [5].

Одной из необходимых мер для обеспечения расширения угольной генерации, в частности на Новочеркасской ГРЭС, является недопущение накопления объема золошлаковых отходов. В развитых странах, например, Германии и Дании в производстве стройматериалов используется до 100% годового выхода золошлака [5]. Почему бы не наладить такое производство стройматериалов из золошлаков на базе Новочеркасской ГРЭС?

Строительство углеводородных подземных хранилищ в сочетании с угледобычей при их строительстве, генерацией низкосортных антрацитов с завершением организации выпуска стройматериалов на базе золошлаковых отходов [6-8], - комплекс вопросов, в которые должен быть включен частногосударственный капитал [9]: Газпром, Южная угольная компания, Донской уголь, Новочеркасская ГРЭС. Все эти компании должны быть объединены в круп-

ное акционерное общество (управляющую компанию), владеющую объединенными акциями согласно долевою участию.

В связи с тем, что по месту расположения в РФ предлагаемые объемные углеводородные подземные хранилища имеют стратегическое значение, они могут стать объектом пристального внимания государства и получить активную поддержку при их строительстве.

Литература

1. Кобяков А.А., Попов С.М., Харченко В.А. и др. Экономика, организация управления природными и техногенными ресурсами, Москва. Изд. «Горная книга», 2012, стр.153-154.
2. Бурчаков А.С. Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых, стр.314, Москва, Недра, 1983.
3. Кобяков А.А., Попов С.М., Харченко В.А. и др. Экономика, организация управления природными и техногенными ресурсами, Москва. Изд. «Горная книга», 2012, стр.155.
4. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России до 2030 г., - М. 2010. – Утверждено пост. Правительства РФ от 24 января 2012 г. №14-р.
5. Бурдюков А.П., Мутузов С.В. Сжигание отходов углепереработки в котле кипящего слоя, ж. Уголь, №12, 2012.
6. Попов С.М. Методология эколого-экономического обоснования использования углепромышленных отходов. Дисс. докт. экон. наук/ ГОУ ВПО МГГУ, 2008 г.
7. Попов С.М., Харченко В.А. Методологические основы экономической оценки отходов горнорудной промышленности. Горный журнал. 2009. №1. С.86-87.
8. Попов С.М. Методологические основы оценки территориальных рынков сбыта для потребительных стоимостей создаваемых при использовании углепромышленных отходов. – Сб. «Экология и экономика природопользования». Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2008. №ОБ. С.3.
9. Попов С.М., Каплунов В.Ю. и др. О подходах к нормативно-правовому обеспечению регулирования использования природно-ресурсного потенциала в связи с утилизацией отходов горного производства в условиях кризиса. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2009. Т.6. №12. С.339-342.

Евгений Михайлович Попов, аспирант Донского государственного технического университета, г. Шахты, тел.: 8-909-407-63-70, E-mail: 2086ramblerru1@rambler.ru

Уважаемые коллеги!

НП «СРГП «Горное дело», ООО «Союз маркшейдеров России», НОЧУ «ЦДО «Горное образование» приглашают Вас принять участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Промышленная безопасность и геолого-маркшейдерское обеспечение работ при добыче углеводородного сырья», которая пройдет 10 – 14 марта 2015 года в г. Ханты-Мансийск, ул. Тобольский тракт, 4.

Организационный взнос за участие в конференции составляет 39800 руб. по безналичному расчету (НДС не облагается).

Получить информацию о порядке оформления участия в конференции, программе и докладчиках, а также о дополнительных мероприятиях можно на сайте www.mwork.su, по тел.: (495) 641-00-45; (499) 263-15-55 или e-mail: smr@mwork.su; gorobr@inbox.ru.

Редакция «МВ»

УДК 622.142.5:622.143.1

Т.Б.Рогова, С.В.Шаклеин

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ КЕРНОВОГО ОПРОБОВАНИЯ УГЛЯ ПО МАТЕРИАЛАМ ГОРНЫХ РАБОТ

Изложен метод оценки погрешности в условиях несовпадения в пространстве положения скважин и мест отбора проб в горных выработках. Показаны направления использования получаемых результатов. Приведены результаты оценки для условий шахты им. А.Д.Рубана.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: погрешность опробования; угольные месторождения; сопоставление данных разведки и эксплуатации.



Т.Б.Рогова



С.В.Шаклеин

Последний всплеск интереса к задаче оценки погрешности изучения качества угля по результатам кернового опробования наблюдался

примерно 40-50 лет назад, когда актуализировались требования угольной промышленности к качеству геологоразведочных работ, проводились исследования по использованию результатов каротажа для оценки качества угля и создавалась действующая и поныне новая методологическая база изучения угольных месторождений. Закономерно, что в последствии эта задача утратила свою актуальность и интерес к ней иссяк.

На современном этапе развития угольной отрасли необходимость знания уровня погрешностей кернового опробования вновь приобрела значимость, причем не в методическом, а в сугубо практическом плане.

Во-первых, все более интенсивно осуществляется переход к поставкам угля (как впрочем и других видов сырья) по длинным контрактам, призванным, в первую очередь, снизить их ценовую турбулентность, негативно влияющую на темпы развития мировой экономики. По мнению аналитиков, доля таких контрактов к 2040 г. должна превысить 80% [1]. Длинные контракты, в отличие от коротких, предполагают поставку потребителям угля из контуров, значительно удаленных от границ ведения горных работ, и их контрактные условия могут формироваться только на основе геологоразведочной информации [2]. Вследствие этого переход к длинным поставкам предполагает необходимость знания погрешностей прогноза качества угля, поскольку они, за счет существующих скидок к цене за отклонения контрактных и фактических показателей качества, влияют на цены на уголь. Главным видом погрешностей, которые имеют в этом случае первостепенное значение, являются систематические погрешности, влияющие в течение всего срока действия контракта.

Во-вторых, российские угольные компании достаточно активно осуществляют публичное и частное первичное и вторичное размещение своих акций, кредитуются иностранными банками и совершают иные действия, предусматривающие обязательное представление публичных отчетов о результатах геологоразведочных работ, ресурсах и запасах полезно-

го ископаемого в недрах. Подобные отчеты подготавливаются так называемыми Компетентными лицами в соответствии с требованиями кодексов отчетности, входящих в семейство CRIRSCO. При подготовке отчетов большое значение придается оценке качества угля, при которой, по сложившейся практике, подвергаются сомнению, а часто и игнорируются многие данные, полученные при формально низком выходе керна, а также в период (обычно пять лет), предшествующий проведению экспертизы. В результате, оставшаяся после «отбраковки» сеть опробования признается мало представительной, что ведет к снижению оценок запасов, а следовательно, и к снижению капитализации компании. Во многом аналогично действует ныне и Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых, относящая своим письмом от 31.08.2012 Нср-15/1922 все пробы, отобранные при выходе керна менее 70%, к непредставительным. Между тем, выполненными в конце 60-х годов в Кузбассе Э.М.Пахом исследованиями было доказано, что в большинстве случаев представительные данные о качестве угля могут быть получены при выходе керна свыше 30%. В связи с этим, знание погрешностей кернового опробования конкретного участка месторождения способно исключить занижение уровня его инвестиционной привлекательности. При решении рассматриваемой задачи существенное значение имеют как систематические, так и случайные погрешности.

Методика оценки точности скважинных определений показателей качества в условиях уже действующих предприятий вполне очевидна: сравнить данные геологоразведки с данными горных работ, принимая последние за безошибочные. Основная возникающая при этом проблема состоит в том, что места отбора проб в скважинах и в горных выработках пространственно не совпадают, т.е. в том, что разница между геологоразведочными и эксплуатационными данными включает в себя и изменения, связанные с изменчивостью признака в пространстве недр. Обычно, решение проблемы заключается в использовании только близко расположенных замеров, т.е. использовании в качестве меры представительности сопоставления расстояния между ними L . Однако критерий того, какое именно расстояние L следует признавать допустимым, отсутствует. По мнению авторов сам по себе такой единственный критерий вообще не является объективным.

Пусть, например, известна топографическая поверхность изучаемого показателя, в пределах фрагмента которой расположена скважина А и пять отобранными в горных выработках проб (рис.1).

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

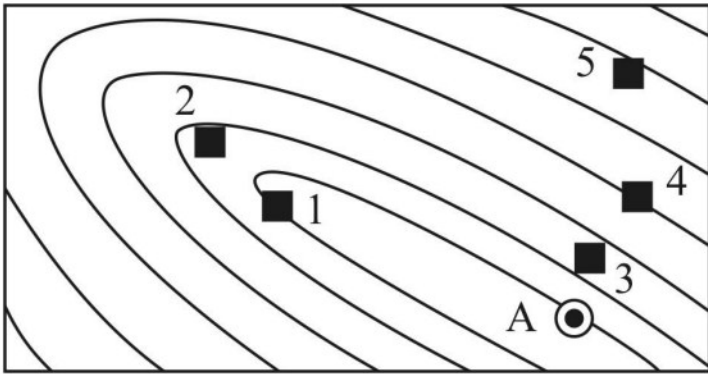


Рис.1. К обоснованию принципа выбраковки сопоставлений

Из рисунка следует, что наиболее представительным является сопоставление результатов измерений по скважине А и пробе 1, в которых истинное значение показателя одинаковы. На втором месте по представительности будет сопоставление с пробой 2 и лишь на третьем – с самой приближенной к скважине пробой 3. Таким образом, представительность сопоставления определяется не столько расстояниями между точками измерений, сколько соответствием ориентации соединяющей их линии направлению наименьшей изменчивости показателя.

К сожалению, на практике истинный характер топографической поверхности показателя, а, следовательно, и характеристики его анизотропии неизвестны. Однако различия в вышерассмотренной взаимной ориентации направлений приводят к различным следствиям. Если направление между сопоставляемыми за мерами совпадает с направлением наименьшей изменчивости, то между различиями в результатах измерений и расстояниями между ними должна отсутствовать какая-либо зависимость (например, при сопоставлении данных по скважине А с данными замеров 1, 2 и 3). В противном случае (например, при сопоставлениях с за мерами 3, 4, 5) такая связь будет наблюдаться. Таким образом, главным критерием при выборе системы представительных сопоставлений является отсутствие статистической зависимости различия данных сопоставляемых замеров с расстоянием между ними. Разумеется, полностью исключить влияние природной изменчивости показателя на результаты оценки погрешностей его скважинных измерений невозможно. Но вполне возможно снизить это влияние до разумных пределов. Если при совместном влиянии на результат двух погрешностей (измерений и вызванных влиянием изменчивости) величина одной из них (обусловленной, в нашем случае, изменчивостью) будет в два раза меньше другой, то ее вклад в общую погрешность составит, в соответствии с теорией погрешностей измерений, лишь 12%. Такой уровень влияния природной изменчивости на результаты сопоставлений авторы считают приемлемым.

Исходя из вышесказанного, в основу методики сопоставлений положено следующее представление:

$$R_i^2 = m^2 + a^2 L_i^2, \quad (1)$$

где R_i - свободная от систематической составляющей разность между значениями показателя по данным горных и геологоразведочных работ по i -му сопоставлению; L_i - расстояние между местом замера показателя

в горной выработке и скважиной по i -му сопоставлению; m - среднеквадратическая погрешность измерения значения показателя в скважине; a - коэффициент влияния изменчивости на результаты сопоставлений.

Имея ряд сопоставлений можно записать систему из n уравнений вида (1) решить ее по методу наименьших квадратов и найти значения a и m .

Нахождение свободных от систематических составляющих разностей осуществляется по формуле:

$$R_i = G_i - M_i - C, \quad (2)$$

где G_i - значение измеренного в скважине признака в i -м сопоставлении; M_i - значение измеренного в горной выработке признака в i -м сопоставлении; C - систематическая составляющая.

Составляющая C рассчитывается для всего массива сопоставлений следующим образом:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n G_i - \sum_{i=1}^n M_i}{n}, \quad (3)$$

где n - число сопоставлений.

Учет систематической погрешности необходимо производить лишь в случае, когда она имеет статистически значимый характер, которую предлагается оценивать с помощью методики [3].

Решение системы уравнений вида (1) по методу наименьших квадратов приводит к расчетным формулам (4) и (5):

$$a^2 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n R_i^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^n L_i^2 R_i^2}{\sum_{i=1}^n L_i^2}}{\frac{\sum_{i=1}^n L_i^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^n L_i^4}{\sum_{i=1}^n L_i^2}}; \quad (4)$$

$$m^2 = \frac{\sum_{i=1}^n R_i^2 - a^2 \sum_{i=1}^n L_i^2}{n}. \quad (5)$$

Знак при a^2 может быть как положительным, так и отрицательным и зависит от степени сложности и характера топографической поверхности. Знак при m^2 , напротив, всегда должен быть положительным. Отрицательное значение m^2 свидетельствует о наличии в массиве сопоставлений разностей, обусловленных грубыми ошибками. Поскольку довольно рискованно производить сопоставления на расстояниях, при которых существенно влияние изменчивости, результаты сопоставлений можно считать достоверными лишь в случае, если:

$$m \geq 2 |a L_{cp}|, \quad (6)$$

где L_{cp} - среднее расстояние между за мерами и скважинами.

Подготовка исходных данных для производства оценки погрешности кернового опробования сводится к тому, что на плане горных работ с нанесенными положениями плаstopодсечений и мест отбора проб из горных выработок намечаются пары сопоставляемых замеров (показанные на рисунке 2 соединительными линиями между замерами). Для каждого из сопоставлений определяется разность полученных различными методами значений показателя R^2 и расстояние между замерами L_2 .

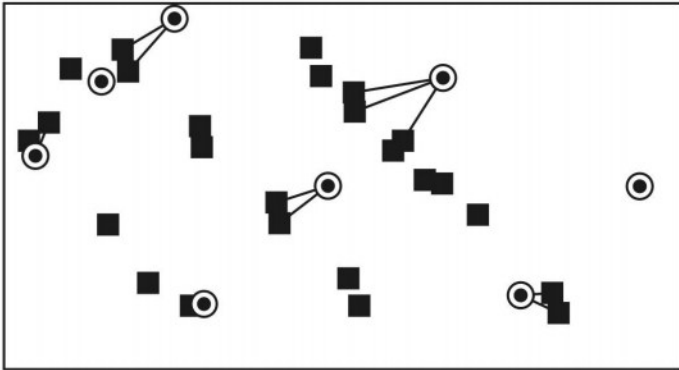


Рис.2. Выкопировка с плана горных работ по пласту Польшаевский II с нанесенными скважинами и мест отбора проб из горных выработок

Собственно оценка точности кернового опробования проводится итерационно. На первом этапе строится график зависимости квадратов фактических разностей значений показателя от квадратов расстояний сопоставлений (рис.3,а). Для этого, используя формулы (1)-(5), определяются квадраты ожидаемой погрешности m и коэффициента влияния изменчивости a , по значениям которых отстраивается положение прямой (сплошные линии на рис.3), связывающей квадраты разностей и расстояний.

Кроме того, вычисляется среднеквадратическое

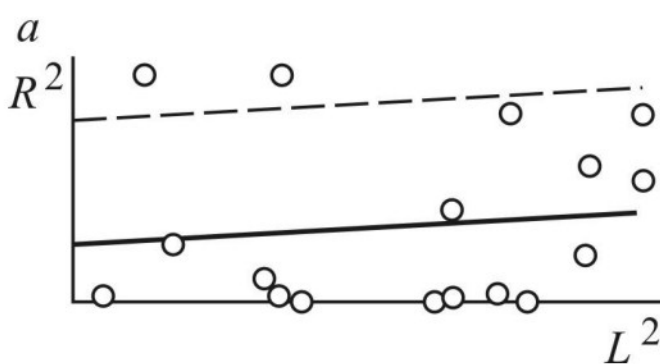


Рис.3. Графики зависимости квадрата разности результатов измерений в скважинах и в горных выработках от квадрата расстояния между точками измерений

При выполнении сопоставлений должно быть обеспечено постоянство методики выполнения скважинных измерений, что достигается в ходе формирования массивов исходных данных, путем включения в массив сопоставлений скважин только одной стадии разведки. При выборе пар сопоставлений вполне допустимо производить сравнение данных по одной скважине с несколькими замерами.

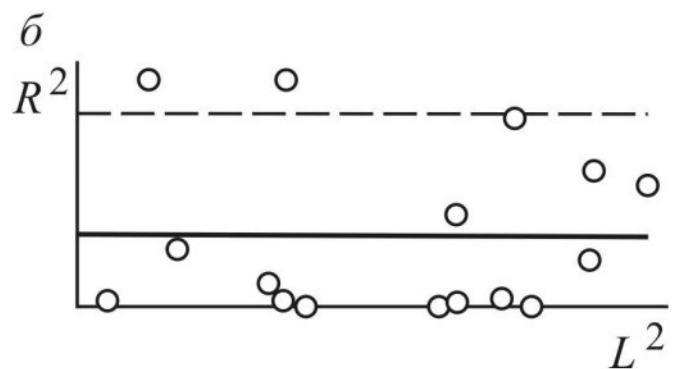
Вычислительные процедуры, предусмотренные к выполнению реализации предлагаемого метода, и итерационный режим их применения определяет целесообразность его компьютеризации. В связи с этим авторами была разработана специальная программа «ОКРО», которой присвоен статус программы свободного распространения и которая может быть без-

отклонение квадратов теоретических и фактических значений по формуле:

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i^2 - m^2 - a^2 L_i^2)}{n}}. \quad (7)$$

Выделяются сопоставления, для которых модуль разности $R_i^2 - m^2 + a^2 L_i^2$ превышает $1,5\sigma_R$. Такие сопоставления «подозреваются» на предмет использования в них данных, искаженных грубыми ошибками, содержащими описки или обладающими особыми условиями отбора и испытания проб. Для упрощения поиска таких сопоставлений, на графике показываются граничные линии, отстоящие от основной на величину $1,5\sigma_R$ (пунктирные линии на рис.3). Из обработки исключаются только те сопоставления, ошибочность которых была документально обоснована. Если такие сопоставления имели место, то рассчитываются новые значения величин m и a .

После получения значений m и a по выборке, не содержащей грубых ошибок, проверяется выполнение условия (6). Если оно выполняется, то процесс вычислений завершается и полученное значение погрешности m признается искомым. Если условие не выполняется (как это имеет место для условий рисунка 3,а), то начинается фильтрация данных: из выборки последовательно исключаются сопоставления (начиная с имеющих максимальные расстояния), наличие которых увеличивает отклонение углового коэффициента a аппроксимирующей прямой от нуля. Удаление производится до тех пор, пока условие (6) не начнет выполняться (как для условий рис.3,б).



возмездно передана любым заинтересованным лицам и организациям.

Исходными данными для программы являются данные по скважинам и по пробам из горных выработок, включающие в себя плоские геодезические координаты точек производства измерений и полученные в них значения до восьми изучаемых показателей (разумеется, данные по последним могут содержать пропуски). Программа предусматривает возможность выделения из общего массива данных целевых массивов сопоставлений, являющихся однородными по определенным характеристикам групп (например, по выходу керна). Это существенно облегчает работу по изучению зависимости погрешности результатов опробования от выхода керна или от периода его вы-

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

полнения.

Формирование пар сопоставлений выполняется в программе в интерактивном режиме на основе введенного на экран компьютера плана опробования, эквивалентного изображенному на рис.2. Используя этот план, пользователь, с помощью компьютерной «мышки», формирует массив сопоставлений. Обработка этого массива осуществляется с построением графика (эквивалентного рис.3) и предусматривает возможность исключения отдельных сопоставлений из обработки путем графического указания на них «мышкой». По каждому варианту массива сопоставлений автоматически рассчитываются систематическая (с оценкой ее значимости и целесообразности учета) и случайные погрешности опробования, а также оценивается исполнение условия (6).

В качестве примера приведем результаты оценки погрешности kernового опробования по результатам сопоставления данных геологоразведочных и горных работ по пласту Польшаевскому II панели №2 поля шахты имени А.Д.Рубана. При выполнении оценки использовались данные опробования пласто-пересечений имеющих выход керна от 70 до 100%.

В результате проведенного исследования установлены следующие погрешности определения показателей качества угля пласта Польшаевский II поля шахты имени А.Д.Рубана (таблица).

Таблица

Погрешности определения показателей качества угля

Наименование показателя	Погрешность в единицах измерения показателя	
	случайная	систематическая
Зольность, %	2,0	отсутствует
Влага общая, %	1,5	отсутствует
Сера общая, %	0,05	отсутствует
Выход летучих веществ, %	1,0	-4*
Низшая теплота сгорания, ккал/кг	150	-250*

* знак «минус» означает, что значение показателя по данным kernового опробования завышается

В соответствии с требованиями п.47 «Методических рекомендаций...» [5] данные опробования пластов угля в горных выработках и по керну скважин не должны различаться более чем на $\pm(5-10)\%$ по зольности, $\pm(10-15)\%$ по выходу летучих, $\pm 40\%$ по массовой доле общей серы».

По отношению к средним значениям показателей относительные погрешности составляют по зольности 26%, по общей сере 25%, по выходу летучих 2% по случайным и 10% по общей погрешности (средний выход летучих 44,1%).

Несоответствие фактических и регламентируе-

мых расхождений вряд ли следует интерпретировать, как следствие недостоверно выполненного опробования.

Однако недопустимый уровень расхождений объясняется несовершенством нормативных требований [4]. Так ГОСТ 11022-95 (ИСО 1171-97) «Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности» содержат требование, что результаты двух параллельных определений, проведенных в разное время в одной и той же лаборатории одним и тем же исполнителем с использованием одного и того же оборудования на двух навесках, взятых от одной и той же аналитической пробы угля с зольностью выше 10%, не должны превышать 2% от среднего результата. По отношению к зольности в 10% 2-х процентное расхождение будет соответствовать 20% отклонению в относительной мере, что в два раза больше величины, указанной в [4]. Таким образом, предельный уровень расхождений данных kernового опробования и результатами опробования в горных выработках должен быть поставлен в зависимость от величины измеряемой зольности. Аналогичные выводы можно сделать и по отношению к оценке сопоставлений остальных показателей.

Таким образом, по результатам выполненных исследований следует обратить внимание Министерства природных ресурсов и экологии на необходимость внесения изменений в «Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (угли и горючие сланцы)» в части регламентирования расхождений показателей качества угля, определяемых в горных выработках и по керну скважин, путем указания их допустимых величин, дифференцированных по значениям показателей качества. А шахте имени А.Д.Рубана при формировании контрактных условий на поставку угля можно рекомендовать учитывать систематические погрешности геологоразведочных данных о выходе летучих веществ и низшей теплоте сгорания угля путем занижений параметров условий на величину этих погрешностей.

Литература

1. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года. Основные выводы // Аналитический Центр при Правительстве РФ. Институт энергетических исследований РАН. – М., 2013. – 110 с.
2. Карабибер С.В. Учет тенденций развития рынка угля при освоении угольных месторождений / С.В.Карабибер, Т.Б.Рогова, С.В.Шаклеин // Рациональное освоение недр. – 2014. – № 2. – С. 40–43.
3. Шаклеин С.В. Выявление систематических ошибок в многократных неравноточных рядах измерений // Заводская лаборатория. – 1979. – № 5. – С. 422.
4. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (угли и горючие сланцы): утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 № 37–р. – М., 2007. – 31 с.

*Тамара Борисовна Рогова, д-р техн. наук, доцент, кафедра маркшейдерского дела, кадастра и геодезии КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева,
E-mail: rogtb@mail.ru;*

Сергей Васильевич Шаклеин, д-р техн. наук, Институт вычислительных технологий СО РАН, E-mail: sv1950@mail.ru

УДК 622.411.33

В.С.Зыков, А.А.Лихоузов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ И ПАРАМЕТРОВ РАЗВЕДОЧНЫХ И ПРОГНОЗНЫХ СКВАЖИН ПЕРЕД ВСКРЫТИЕМ СКЛОННЫХ К ВНЕЗАПНЫМ ВЫБРОСАМ УГЛЯ И ГАЗА ПЛАСТОВ

Рассматриваются научные и методические подходы к определению параметров разведочных и прогнозных скважин, обеспечивающих своевременное уточнение расположения пласта относительно вскрываемой выработки и выполнение локального прогноза выбросоопасности вскрываемой зоны пласта, а также к выполнению оценки выбросоопасности этой зоны. Статья представляет особый интерес для геолого-маркшейдерских служб и групп предупреждения геодинамических явлений шахт, разрабатывающих склонные к внезапным выбросам угля и газа пласты.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: опасная зона; внезапный выброс угля и газа; вскрытие угольного пласта; неснижаемое опережение; разведанная толща пород; давление газа; коэффициент крепости угля.



В.С.Зыков



А.А.Лихоузов

Зона вскрытия угольных пластов ниже критической по внезапным выбросам глубины является опасной зоной в соответствии с п.1.2.1 «Положения о

порядке и контроле

безопасного ведения горных работ в опасных зонах» [1]. Как правило, угольный пласт до его вскрытия горной выработкой вследствие запирающего действия породной пробки между ним и выработкой дегазируется очень слабо. Исследованиями, выполненными в шахтах и лабораториях, установлено, что в этом случае выбросоопасность с высокой точностью может оцениваться двумя основными параметрами – давлением газа и коэффициентом крепости угля пласта в зоне вскрытия [2, 3 и др.].

Большая ответственность при вскрытии склонных к внезапным выбросам угольных пластов ложится на геолого-маркшейдерскую службу, решающую изложенные ниже задачи.

При проектировании вскрываемых пласты горных выработок должны своевременно и как можно точнее устанавливаться точки вскрытия угольных пластов, как рабочих, так и нерабочих, мощность которых в месте пересечения пласта вскрываемыми выработками может превысить 0,2 м.

В соответствии с [4] разведочные скважины при подходе вскрываемой выработки к склонному к внезапным выбросам угля и газа пологому пласту должны буриться с расстояния не менее 10 м до пласта по нормали к пласту глубиной не менее 10 м, а при подходе к наклонному, крутонаклонному или крутому пласту – с расстояния не менее 25 м по нормали к пласту глубиной не менее 25 м с неснижаемым опережением не менее 10 м. Кроме того, техническим руководителем и геологом шахты схемы расположения скважин, их глубина и периодичность бурения определяются из расчета, что разведанная толща пород между пластом и движущейся вскрываемой выработкой не должна снижаться до величины менее 5 м.

Однако, учитывая, что точность определения местоположения пласта может превышать указанные величины неснижаемого опережения (особенно, если пласт ранее был подсечен только геологоразведоч-

ными скважинами, имеющими большое отклонение от проектного направления, которое или вообще не определялось, или определялось весьма приближенно), рекомендуется перед вскрытием определить максимально возможную величину ошибки Δr , которая могла быть допущена при определении местоположения пласта. Оценка точности должна учитывать точность данных о положении пласта, полученных как по результатам разведочного бурения, так и по результатам проведения горных выработок.

С учетом величины Δr определяется минимальное расстояние до пласта по нормали к нему, начиная с которого должны буриться разведочные скважины для уточнения расположения пласта относительно вскрываемой выработки с целью исключения его неожиданного вскрытия без выполнения предварительных противовыбросных мероприятий. Это расстояние определяется по формуле:

$$L = l_c + \Delta r, \quad (1)$$

где l_c – установленная нормативами длина скважины для разведки местоположения пласта.

Скважины могут буриться в несколько циклов с обеспечением требуемого неснижаемого опережения и мощности разведанной толщи. Число скважин должно быть не менее двух в каждом цикле бурения.

Фактическое положение скважин наносится на рабочий эскиз выработки с привязкой к маркшейдерскому знаку. Контроль за положением забоя относительно пласта по данным разведочного бурения осуществляется под руководством маркшейдера и геолога.

Пласт может вскрываться горизонтальной выработкой (квершлагом) со стороны почвы или кровли пласта. Рассмотрим первый вариант.

Вскрывающая выработка может иметь два варианта расположения относительно простирания пласта – нормально к простиранию или диагонально.

При первом варианте (рис.1) одна разведочная скважина бурится из забоя вперед по ходу выработки параллельно оси вскрываемой выработки на расстояниях 1 м от левого борта и 1 м от почвы выработки.

Вторая скважина бурится также по ходу выработки на расстоянии 1 м от правого борта выработки нормально к простиранию пласта, но вниз с уклоном 45° к почве выработки и таким образом, чтобы она проходила через линию сопряжения почвы и забоя.

При втором варианте (рис.2) первая разведочная скважина бурится точно так же. Вторая скважина бурится по нормали к простиранию пласта с теми же параметрами, что и при первом варианте.

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

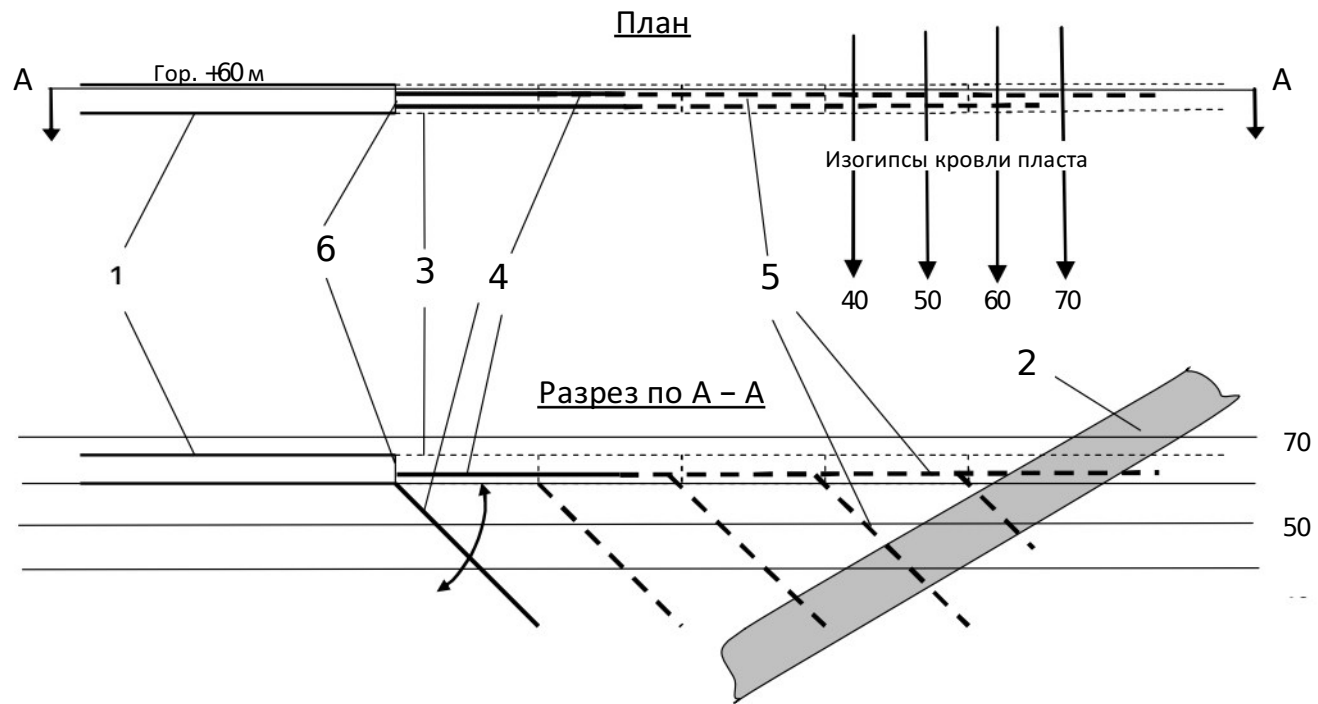


Рис.1. Схема бурения разведочных скважин для уточнения положения пласта относительно вскрывающей выработки, приближающейся к пласту со стороны кровли нормально к его простиранию:

- 1 – вскрывающая выработка; 2 – вскрываемый пласт; 3 – проектируемые контуры выработки; 4 – пробуренные разведочные скважины; 5 – проектируемые разведочные скважины

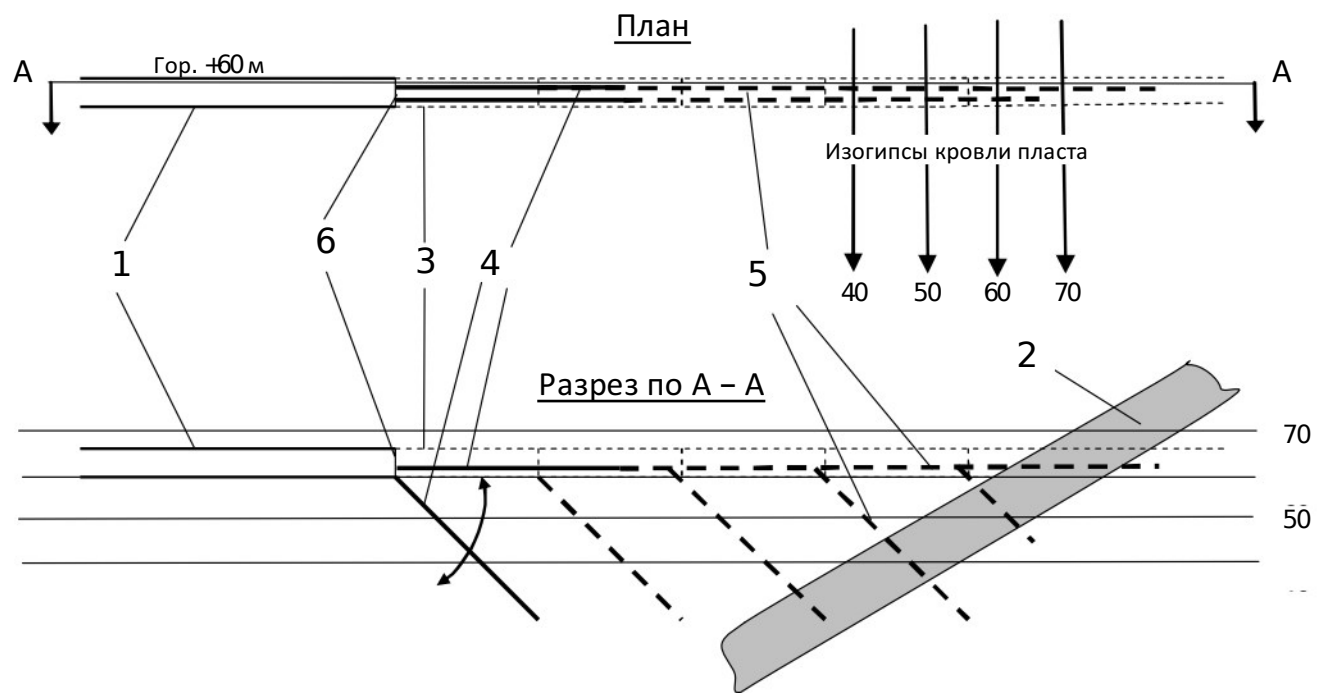


Рис.2. Схема бурения разведочных скважин для уточнения положения пласта относительно вскрывающей выработки, приближающейся к пласту со стороны кровли диагонально к его простиранию:

- 1 – вскрывающая выработка; 2 – вскрываемый пласт; 3 – проектируемые контуры выработки; 4 – пробуренные разведочные скважины; 5 – проектируемые разведочные скважины

Если вскрывающая выработка приближается со стороны почвы, то вносятся следующие изменения. Первая скважина бурится не в нижней, а в верхней части выработки на расстоянии 1 м от кровли выработки. Вторая скважина бурится вверх под углом 45° к

кровле выработки через линию пересечения кровли и забоя.

При вскрытии пластов вертикальными стволами и наклонными выработками схемы бурения разведочных скважин принципиально не изменяются. Из

вышеописанных схем выбираются те, при которых положение пласта относительно выработки такое же, как и в этих схемах. При приближении вскрывающей выработки к опасному или угрожаемому по внезапным выбросам пласту на 4 м по нормали вводится сотрясательное взрывание, продолжается при пересечении пласта и отменяется после закрепления его постоянной крепью и удалении забоя вскрывающей выработки не менее чем на 4 м по нормали [4].

При приближении забоя вскрывающей выработки на расстояние не менее 3 м по нормали к угольному пласту согласно Инструкции бурятся две прогнозные скважины 1 и 2 для измерения давления газа P_z в пласте и отбора проб угля для определения его ко-

эффициента крепости по М.М.Протождяконову в зоне вскрытия [4] (рис.3).

К бурению прогнозных скважин предъявляются следующие требования. Расстояние между забоями скважин должно быть не менее 2 м. Так как внезапные выбросы при вскрытии пластов развиваются обычно из верхней части обнажения, то рекомендуется скважины бурить из забоя с подъемом с таким расчетом, чтобы они входили в пласт на расстоянии 1 м выше самой высокой точки верхнего контура выработки и расстоянии 1 м одна скважина левее, а вторая – правее соответственно наиболее удаленных от середины сечения выработки точек соответственно левого и правого бортов выработки (рис.3).

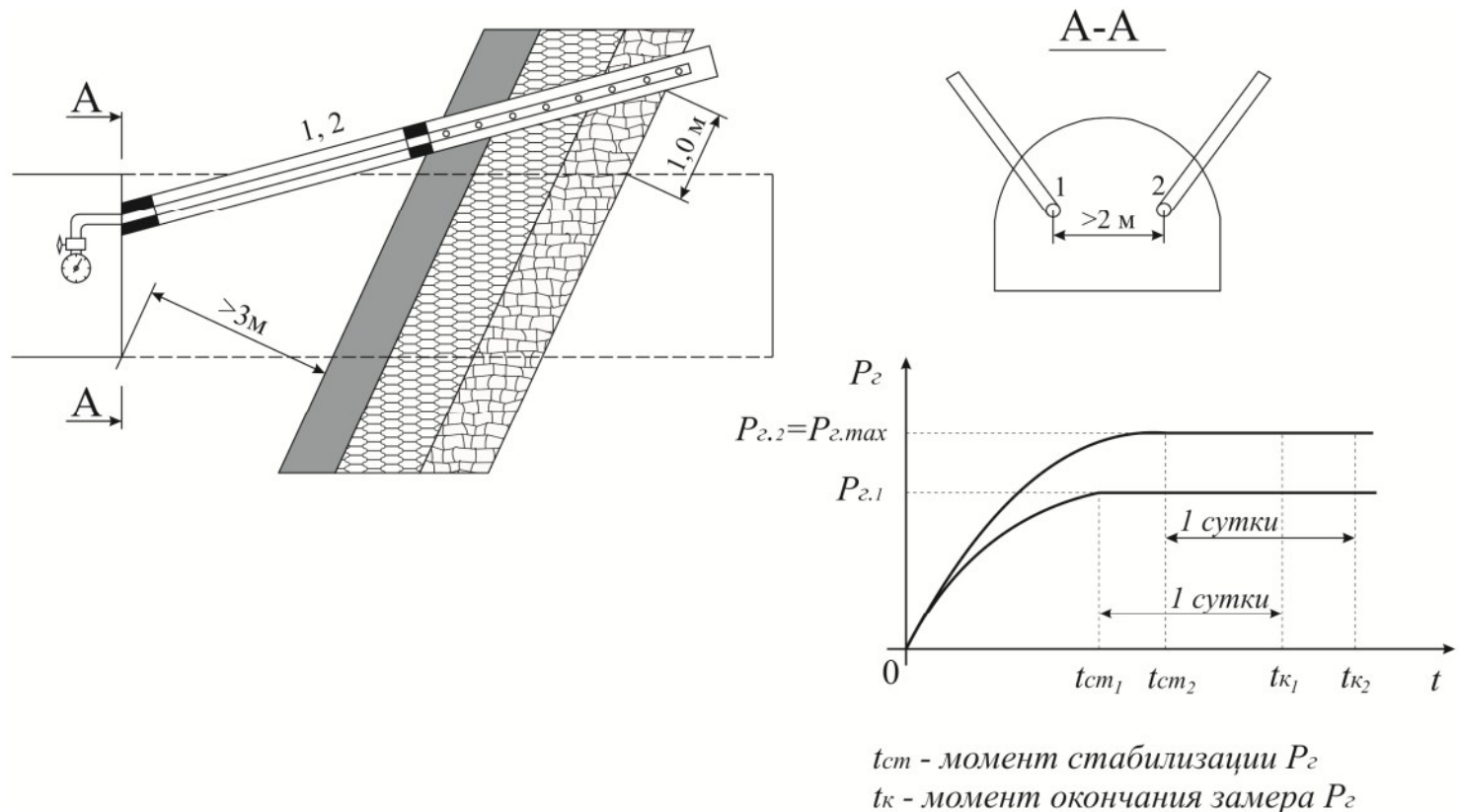


Рис.3. Схема выполнения прогноза выбросоопасности при вскрытии пласта

Скважины должны пересекать пласт. Свидетельством пересечения пласта скважиной является появление в буровом штыбе породы.

Однако, при пересечении пологих пластов, а также пластов со значительными величинами угла падения и мощности бывает невозможно сразу перебурить весь пласт в зоне вскрытия. В этом случае скважины должны заходить в пласт на глубину, превышающую минимум на 2 м ту глубину, на которой выработка при вскрытии пласта войдет в него на полное сечение. При этом допускается снижение превышения точек входа в пласт над верхним контуром выработки до 0,5 м.

Как правило, разведочные и прогнозные скважины задаются направлением оси скважины, углом наклона скважины и ее длиной. Точки, соответствующие центрам устьев разведочных скважин, выбираются произвольно, но с учетом изложенных выше

требований по их положению относительно бортов, кровли и почвы выработки. Концы скважин определены требованиями к их направлению, углу падения и неснижаемому опережению. Имея координату начальной точки оси скважины, ее направление и угол падения, можно определить все три параметра, необходимые для того, чтобы задать ось скважины.

Особенностью определения элементов оси прогнозных скважин являются требования к их точкам входа в угольный пласт. Для определения координаты точки входа прогнозной скважины в пласт необходимо, исходя из требуемого превышения этой точки над проектным контуром вскрывающей выработки (1 м), определить ее высотную отметку и провести по кровле пласта, если он вскрывается со стороны висячего бока, или по почве, если пласт вскрывается со стороны лежачего бока, в зоне его вскрытия соответ-

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

ствующую этой отметке горизонталь.

Затем следует найти на плане точки пересечения проведенной горизонтали с параллельными оси вскрываемой выработки линиями, проходящими на требуемом расстоянии (1 м в плане) от соответствующего борта выработки. Имея координаты начальной точки оси скважины и точки входа ее в пласт, можно рассчитать для пересекающихся пласт скважин с учетом элементов залегания пласта координату точки выхода скважины из пласта, то есть конечной точки оси скважины, а соответственно ее длину, направление и угол наклона. Фактическая длина скважины будет больше, т.к. скважина будет буриться до появления при бурении породного штыба, свидетельствующего о полном пересечении пласта скважиной.

Маркшейдер, исходя из вышеизложенных позиций, определяет в координатной системе положение точек, соответствующих началу и концу скважин. По координатам он находит дирекционный угол оси скважины, ее угол наклона и длину, т.е. параметры, необходимые для того, чтобы задать скважину.

После того, как прогнозные скважины пробурены, служба предупреждения геодинамических явлений приступает к выполнению локального прогноза выбросоопасности.

При бурении одной из прогнозных скважин отбираются двойной колонковой трубой или с помощью керноборника пробы по каждой пачке пласта отдельно или, если структура пласта твердо не установлена, из каждого метрового интервала по мощности пласта. На рис.3 для примера пласт показан состоящим из трех пачек, имеющих ненарушенную (верхняя пачка пласта), линзовидную (средняя пачка) и брекчиевидную (нижняя пачка) тектонические структуры. По каждой пробе определяется коэффициент крепости угля по М.М.Протодьяконову. Определение коэффициента крепости угля производится в лаборатории или, при наличии соответствующего оборудования, непосредственно на предприятии.

Измерение давления газа, как правило, производится с применением герметизации в прогнозной скважине металлической трубы, соединяющей замерную камеру в забое трубы с манометром. Качественной герметизации позволяет достигнуть использование в составе герметизирующего цементно-песчаного раствора алюминиевой пудры, которая обеспечивает увеличение его объема при затвердевании примерно на 20-25 % и, соответственно, увеличение качества герметизации. Однако такой способ измерения требует значительных временных затрат, составляющих до трех суток (см. график восстановления давления газа в прогнозной скважине на рис.3).

Для сокращения времени измерения давления газа предлагается использовать более оперативный активный способ измерения давления газа [5], позволяющий осуществлять измерение давления газа за 1-2 часа. Для его осуществления в манжету двухканального герметизатора скважин ДГС-1 [6] через вен-

тиль нагнетается вода до давления, превышающего на 0,5-1,0 МПа расчетное давление газа в пласте. После срабатывания гидрозатвора клапан закрывается, и вода закачивается через другой клапан в замерную камеру до расчетного давления газа, после чего второй клапан тоже закрывается. На момент окончания нагнетания заполняется водой под высоким давлением не только замерная камера, но и прилегающая к ней разгруженная и дренированная при бурении область. Поскольку расчетное давление газа для пласта, как правило, превышает его фактическое значение, то за счет проникновения воды из замерной камеры и прилегающей к ней области в более удаленную область, где пустоты заполнены газом под меньшим давлением, давление воды в камере начнет снижаться, что будет наблюдаться по соединенному с ней манометру (рис.4, график слева). Если через промежуток времени, равный 1 мин, снижение давления газа не прекратится, то кратковременным открытием второго клапана производится сброс давления на 0,1-0,2 МПа. Если давление газа снова будет снижаться, то через 1 мин после сброса давления производится его следующий сброс еще на 0,1-0,2 МПа, и так до тех пор, пока после очередного сброса оно не начнет повышаться. Это означает, что давление газа в замерной камере стало несколько ниже давления газа в пласте в точке замера. Измерение в этом случае прекращается и давление газа в пласте принимается равным показанию манометра до последнего сброса давления в замерной камере.

В тех исключительных случаях, когда расчетное давление газа в пласте окажется ниже фактического, вместо сброса давления осуществляется подкачка воды в замерную камеру ступенями по 0,1-0,2 МПа (рис.4, график справа).

После выполнения работ по замеру давления газа в пласте и определения коэффициентов крепости рассчитывается показатель выбросоопасности по формуле [4]:

$$П = P_{z.max} - 14f_{min}^2, \text{ М}, \quad (2)$$

где $P_{z.max}$ - наибольшее из двух измеренных значение давления газа, кгс/см²; f_{min} - минимальное значение коэффициента крепости угля по его мощности.

Если $П \geq 0$, то зона опасна по внезапным выбросам угля и газа, если $П < 0$ - не опасна.

Если вскрываемая зона выбросоопасна, то необходимо перед вскрытием привести ее в неопасное состояние, используя один из способов предотвращения внезапных выбросов угля и газа, проконтролировать его эффективность и, если зона приведена в неопасное состояние, вскрывать пласт в режиме сотрясательного взрывания.

Режим сотрясательного взрывания позволяет обеспечить нахождение работников шахты, не занятых взрывными работами, за пределами участков горных выработок, в которых могут проявиться опасные факторы в случае внезапного выброса угля и газа.

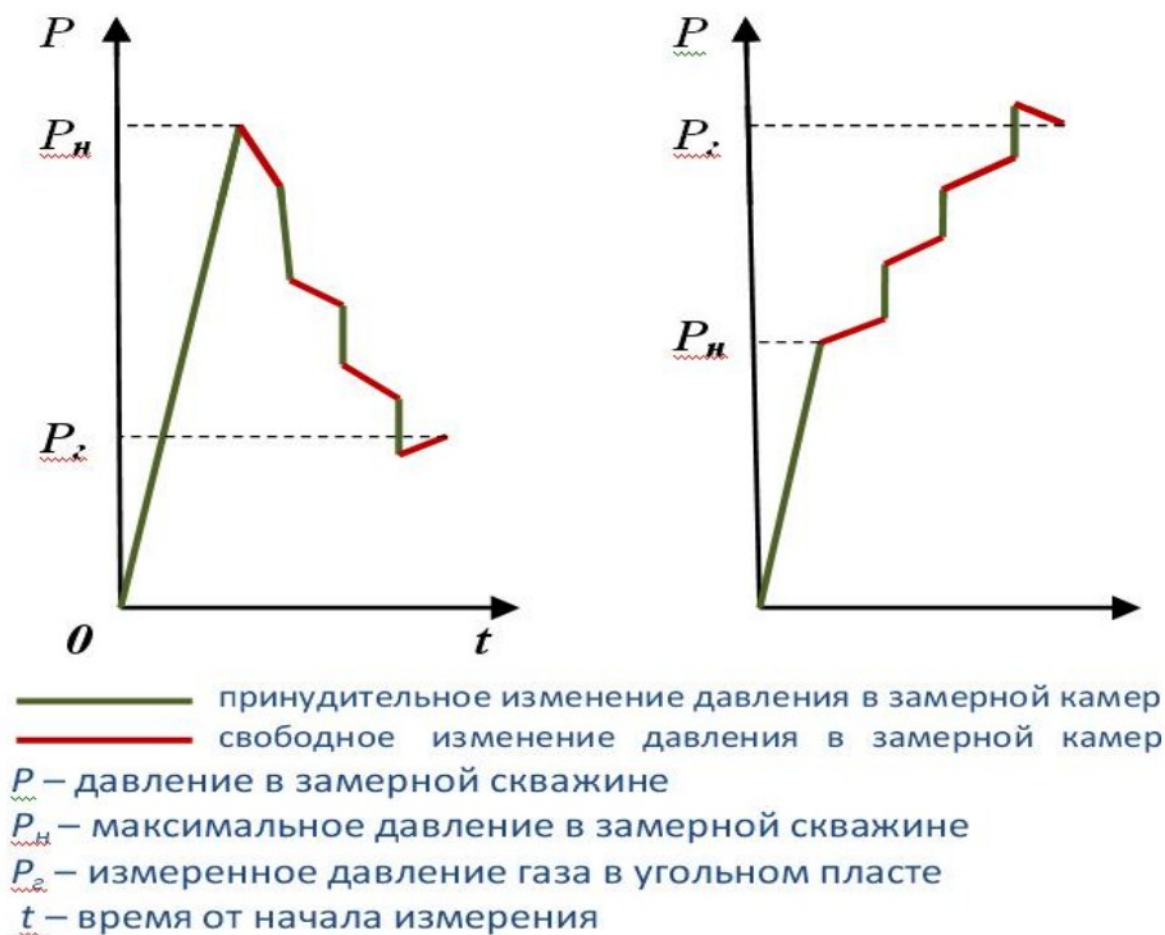


Рис. 4. Графики изменения давления газа при оперативном активном способе измерения давления газа в угольном пласте

Если вскрываемая зона по результатам прогноза не опасна по внезапным выбросам, то применение способа предотвращения внезапных выбросов не требуется. Однако выбросоопасные и угрожаемые по своей категории пласты вскрываются в режиме сотрясательного взрывания, а не опасные – в режиме для сверхкатегорных по газу шахт.

Литература

1. Положение о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах // Охрана недр и геолого-маркшейдерский контроль: Сборник документов. Серия 07. Нормативные документы по вопросам охраны недр и геолого-маркшейдерского контроля. Выпуск 8. / НТЦ «Промышленная безопасность». – М., 2002. – С. 66–101.
2. Чернов О.И., Пузырев В.Н. Прогноз внезапных выбросов угля и газа. – М.: Недра, 1979. – 296 с.
3. Полевщиков Г.Я. Динамические газопроявления при проведении подготовительных и вскрывающих выработок в угольных шахтах. – Кемерово: Весть, 2003. – 317 с.
4. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля (породы) и газа // Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах: Сборник документов. Серия 05. Нормативные документы по безопасности, надзорной и разрешительной деятельности в угольной промышленности. 2-е изд., испр.– Выпуск 2 / НТЦ «Промышленная безопасность». – М., 2001. – С. 120–303.
5. Зыков В.С. Внезапные выбросы угля и газа и другие газодинамические явления в шахтах. – Кемерово: ООО «Фирма ПОЛИГРАФ», 2010. – 334 с.
6. Патент на полезную модель № 64283 U1, E21F 5/00. Устройство для замера давления газа в массиве / В.С.Зыков, В.М.Кондаков // Бюллетень «Изобретения» – 2007. – №18.

Виктор Семенович Зыков, д-р техн. наук, профессор,
 заведующий лабораторией, тел. (83842) 74-15-10,
 E-mail: zykovvs@icc.kemsc.ru;
 Андрей Александрович Лихоузов, ведущий инженер,
 тел. 89039425931
 (Институт угля СО РАН, г. Кемерово)

УДК 622

*К.М.Мурин, И.Л.Никифорова***О ЦЕНООБРАЗОВАНИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ**

Рассмотрено состояние вопроса ценообразования в геодезической отрасли и области проектирования маркшейдерских работ. Представлены предложения по ценообразованию в сфере горноотводной документации при разработке месторождений углеводородного сырья.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инженерные изыскания; проектирование маркшейдерских работ; ценообразование; справочник базовых цен.

Совершенствование экономической нормативной правовой базы любой отрасли на разных уровнях управления экономикой необходимо для определения не только стоимости конечной продукции и уровня оплаты труда, но и эффективности использования ресурсов для достижения необходимого качества продукции [1]. В полной мере это утверждение относится и к сфере проектирования производства маркшейдерских работ.

Под проектированием маркшейдерских работ следует понимать выполнение работ и оказание услуг по подготовке различного рода проектов производства маркшейдерских работ, проектов горных отводов для ведения работ, связанных с пользованием недрами, проектов организации систем наблюдений, в том числе геодинамических полигонов, за возможными процессами оседаний земной поверхности и деформациями подземных сооружений и наземных объектов, маркшейдерских разделов в составе проектной документации на разработку месторождений полезных ископаемых, а также проектов специальных маркшейдерских работ локального характера и т.п.

В соответствии с п.9 Инструкции по производству маркшейдерских работ [2], «Топографо-геодезические и маркшейдерские работы осуществляются в установленном порядке в соответствии с проектной документацией». Со времени разработки [2] прошел период становления деятельности по проектированию в сфере производства маркшейдерских работ, логичным следствием которого стало выделение проектирования в отдельную область маркшейдерской деятельности, что нормативно закрепило п.3 пп. «д» Положения о лицензировании производства маркшейдерских работ, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 28 марта 2012 г. № 257 [3]. Вместе с тем стоит отметить, что на сегодняшний день четкого понимания порядка определения стоимости проектирования маркшейдерских работ нет, в отличие от такого смежного вида деятельности, как геодезические изыскания в строительстве, в том числе проектирование изыскательских работ.

Как известно, цены на любые изыскательские работы, к которым относятся и маркшейдерские, являются договорными, то есть устанавливаются в договоре или контракте по соглашению сторон. Договор заключается после рассмотрения технического проекта и согласования сметной стоимости проектируемых работ.

Составление технического проекта и расчёт

сметной стоимости работ выполняются в соответствии с Техническим заданием, разрабатываемым с учётом технических условий выполнения работ и требований заказчика к выпуску конечной продукции. В техническом проекте на основе изучения особенностей физико-географического расположения объекта, развитости окружающей его инфраструктуры: геодезической, топографической и аэрофотосъёмочной обеспеченности объекта и с учётом требований, выдвигаемых заказчиком, а также наличия у заказчика и производителей этих работ соответствующих организационных, технических, технологических, материальных ресурсов, экономических средств и возможностей обосновывается технология выполнения работ. Руководствуясь выбранной технологией и требованиями действующих нормативно-технических актов и документов, проектировщик разрабатывает технологическую схему работ на объекте по укрупненным процессам. По каждому укрупнённому процессу определяются объёмы работ.

Следует отметить, что при нынешних рыночных отношениях и конкуренции между многочисленными геодезическими фирмами фиксированных цен на геодезические работы не существует: договорная цена образуется на основе базовой цены, которая может формироваться либо по существующим сборникам базовых цен на инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-экологические и другие работы, либо из калькуляции сметы затрат на выполнение отдельного объема работ.

Что касается первого способа определения стоимости работ, основополагающими документами при формировании базовой стоимости геодезических работ у нас в стране являются справочники базовых цен на инженерно-геодезические изыскания разных годов выпуска в уровнях на 01.01.91 г. и 01.01.2001 г. с пересчетом в текущий уровень цен, а также справочник «Сборник цен и общественно необходимых затрат труда (ОНЗТ) на изготовление проектной и изыскательской продукции землеустройства, земельного кадастра и мониторинга земель».

Для определения стоимости топографо-геодезических работ в случаях, когда утверждённые расценки на проектируемые работы отсутствуют, используется «Справочник сметных укрупнённых норм на топографо-геодезические работы» (СУСН-2002).

Результаты анализа показывают, что в зависимости от квалификации специалиста, составляющего смету, его знания технологии выполнения работ и умения пользования сборниками при расчете по дей-

ствующим нормативным документам получается значительный разброс стоимости одного и того же вида проектно-изыскательской продукции.

В соответствии с принципом определения сметной стоимости работ по второму способу учета подлежат все элементы затрат: нормативные издержки в основных и накладных расходах, а также сопутствующие основному производству затраты на получение задания, рабочее проектирование, контроль работ и исправление по замечаниям инспектирующих организаций, содержание транспортных средств и баз партий на исследование и подготовку к работе инструментов и приборов, финансовую и техническую отчетность исполнителей работ, сдачу работ.

При определении же базовой цены проектных маркшейдерских работ в настоящее время инженер-проектировщик или заказчик, определяющий цену проектных работ, не имеют единообразной нормативно-правовой основы, что зачастую на рынке проектных работ рождает такие негативные явления, как необоснованное завышение стоимости работ или занижение, проще говоря, демпинг, который влечет за собой недобросовестное и низкокачественное выполнение проектных документов, что впоследствии может вызвать определенные риски у недропользователя.

В частности, существующие требования к производству маркшейдерских работ сформированы в целом ещё в советский период и не учитывают произошедшую в последние годы техническую революцию. Лазерные приборы и геоинформационные технологии кардинально изменили методологию производства работ. Современные методы позволяют создать, в т.ч. и в электронном виде, любые графические материалы, которые с успехом будут использоваться при размещении скважин и объектов, установлении санитарно-защитных, водоохраных и прочих опасных зон, влияющих на определенные технологические процессы, а также для управления процессом добычи. Но остались песчаные карьеры, угольные шахты и иные отсталые горные производства, для которых требования инструкций адекватны их жизни. Чтобы не сдерживать техническое развитие передовых предприятий и был внедрён механизм проектирования маркшейдерских работ.

Так упомянутые выше виды работ (работы с использованием георадаров, лазерного сканирования, трехмерного моделирования, геоинформационных систем и др.), которые уже широко внедрены в практику маркшейдера большинства горных предприятий, вообще отсутствуют в указанных справочниках базовых цен. Многие известные методы существенно модернизированы, их функции и возможности расширены, увеличилась сложность выполнения работ, но это пока также не нашло отражения в сборниках цен. Можно предположить, что вышеописанная ситуация сложилась в связи с тем, что сами маркшейдера практически устраняются от работы над справочниками, в результате чего не все последние новации доходят до их составителей.

В настоящее время рабочей группой, созданной под эгидой ООО «Союз маркшейдеров России», в целях обеспечения обоснованной единой ценовой политики в сфере производства маркшейдерских работ ведется подготовка предложений по определению базовых цен на разработку проектной маркшейдерской документации с учетом требований современного законодательства.

При этом, чтобы структурно новый документ не слишком отличался от уже привычных аналогичных документов, учитываются положения СБЦ и ОНЗТ, а также используются данные представительной выборки, выполненной членами Союза маркшейдеров России, по определению сметной стоимости различных видов проектных маркшейдерских работ с высоким качеством исполнения. Это стало возможным вследствие того, что ООО «Союз маркшейдеров России» является органом по добровольной сертификации производства маркшейдерских работ и в состав сертифицированных организаций входит немало организаций, оказывающих сервисные услуги по проектированию, в том числе и маркшейдерских работ для горно- и нефтегазодобывающих компаний. Все это позволяет использовать опыт организационного сопровождения Системы добровольной сертификации в сфере производства маркшейдерских работ и привлекать в качестве экспертов руководителей маркшейдерских служб нефтегазодобывающих организаций.

На первом этапе подготовлены предложения по ценообразованию в сфере горноотводной документации при разработке месторождений углеводородного сырья.

При разработке данной системы рабочая группа руководствовалась тем, что в стоимость следует включать все виды затрат труда на основе программы проведения работ, необходимые для изготовления проектной продукции установленного содержания и качества.

В основные статьи определения стоимости были включены:

- корректировка (обновление) планов и карт (Содержание работы: Внесение изменений в существующие данные планов и карт. Добавление и/или изменение отдельных элементов и данных планов и карт. Корректировка элементов в случае несоответствия требованиями выходного графического материала). Соответственно, конечная продукция - скорректированный (обновленный) графический материал;

- оцифровка структурных карт (подсчетных планов) с определением интегрального контура (Содержание работы: Импортное данных из одного (исходного) формата в другой. Привязка к заданной системе координат. Поэтапная оцифровка всех элементов структурной карты (подсчетного плана) с отображением скважин, продуктивных залежей по категориям запасов, границ недропользования. Обобщение данных всех структурных карт с целью определения интегрального контура (совмещенный контур

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

продуктивных залежей). Конечная продукция - комплект структурных карт в электронном виде (программный продукт в соответствии с требованиями технического задания) и на бумажном носителе (в масштабе в соответствии с требованиями технического задания), включающий интегральный контур;

- нанесение (в т.ч. корректировка, обновление) на плановую основу границ лицензионного участка и горного отвода (Содержание работы: Сверка координат точек и нанесение границ на план, написание, освидетельствование, исправление замечаний). Конечная продукция - план с нанесенными границами лицензионных участков и горных отводов;

- создание пояснительной записки и оформительские работы.

Подготовленные предложения были представлены в рамках X научно-практической конференции «Новые технологии при недропользовании», прошедшей в Горном университете (г. Санкт-Петербург) с 20 по 24 октября 2014 г. В ближайшее время планируется разместить данный документ на сайте ООО «Союз маркшейдеров России», где к участию в обсуждении приглашаются маркшейдера и горные инже-

неры всех предприятий минерально-сырьевого сектора страны.

Полученные результаты с учетом мнения профессионального сообщества могут быть использованы при составлении сметных расчетов стоимости маркшейдерских работ и окажут практическую помощь как непосредственно составителям смет этих работ, так и заказчикам.

Литература

1. Буровцева С.Н. *Маркетинг в картографо-геодезической отрасли : учеб.-метод.пособие* / С.Н. Буровцева. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 158 с.

2. РД 07-603-03 *Инструкция по производству маркшейдерских работ (утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 6 июня 2003 г. № 73).*

3. *Положение о лицензировании производства маркшейдерских работ (утв. Постановлением Правительства РФ от 28 марта 2012 г. № 257).*

4. *Методические указания по разработке справочников базовых цен на изыскательские работы в уровне цен 2001 г., утв. постановлением Госстроя России № 132 от 18.10.2002 г.*

*Кирилл Михайлович Мурин, главный маркшейдер АНО «Аудит недропользования и консалтинг», тел. (499) 265-17-98, E-mail: info@anetra.ru;
Ирина Львовна Никифорова, науч.сотрудник ИПКОН РАН, тел.(495) 360-49-04*

УДК 622.1+528.1

А.Г.Алексенко, А.В.Зубов

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ МАРКШЕЙДЕРСКИХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТРЕУГОЛЬНИКОВ

Рассмотрен алгоритм анализа соединительного маркшейдерского треугольника с точки зрения понятия надёжности измерений. Проанализирована контролируемость и внешняя надёжность соединительных треугольников оптимальной геометрической формы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: внутренняя надёжность; внешняя надёжность; контролируемость; маркшейдерская сеть; проектирование маркшейдерской сети; соединительный треугольник.



А.Г.Алексенко



А.В.Зубов

В статьях [1], [2] был предложен алгоритм оценки внутренней и внешней надёжности измерений при проектировании маркшейдерских и геодезических сетей. В данной ста-

тье в продолжение темы и с целью более подробной демонстрации принципов углублённого анализа измерений с точки зрения надёжности к рассмотрению предложено такое типичное маркшейдерское построение, как соединительные треугольники для осуществления передачи плановых координат с повер-

ности в шахту.

На рис.1 представлена типовая схема ориентирования шахты способом соединительных треугольников, где D, D_1 – точки опорного обоснования (исходная точка на поверхности и определяемая в шахте), C, C_1 – примычные точки, $A-A_1, B-B_1$ – отвесы, опущенные с поверхности в ствол. В различных источниках указаны следующие рекомендации к форме треугольника с точки зрения точности [3], [4]:

- минимально возможные углы между отвесами (ACB и $A_1C_1B_1$), рекомендуемое значение – $2-3^\circ$;

- соотношение сторон a и b к короткой стороне треугольника с должно быть минимально возможным, рекомендуемое значение - не более 1,5;

- максимально возможное расстояние с между отвесами, рекомендуемое значение – 5 м.

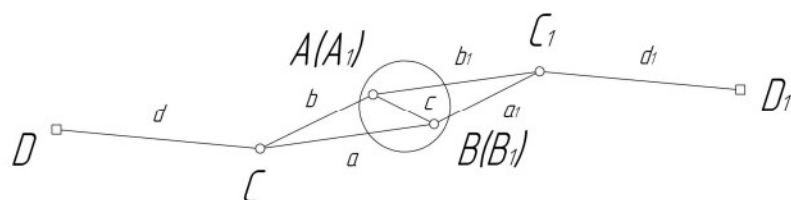


Рис.1. Типовая схема соединительного треугольника

В силу различных технических причин не всегда есть возможность соблюдения всех рекомендаций. Отклонение от указанных параметров допускается при ориентировании второстепенных выработок небольшой протяженности [4].

Для удобства подсчетов, в программе Excel с использованием языка программирования *Visual Basic for Applications* был создан макрос, позволяющий получить матрицу коэффициентов параметрических уравнений после указания координат всех шести точек построения.

Полученная матрица для каждого варианта заносилась в файл программы MathCAD, где автоматически вычислялись интересующие нас матрицы надёжности B и D . При этом измерения включали в себя: измерение сторон треугольников на поверхности и в шахте, угловые измерения с точек C и C_1 . Определяемые параметры - координаты точек A, B, C_1, D_1 , а также 2 ориентирные поправки. Итого имеем два избыточных измерения. В плане анализа нас интересовало влияние измерений на определение положе-

ния точек C_1 и D_1 , как пунктов исходной стороны для подземной полигонометрии.

Конечно, вся последовательность вычисления элементов матриц линейных преобразований может быть запрограммирована и представлена в виде дополнительного модуля к программе, реализующей предрасчёт и уравнивание маркшейдерско-геодезических измерений.

Проанализируем вариант построения треугольников с геометрическими параметрами и точностью измерений, рекомендуемыми с точки зрения точности передачи координат [3], [4].

Сумма всех элементов d_i равняется значению общей избыточности, т.е. по этим данным можно оценить, насколько равномерно она распределена по измерениям. Каждое из значений табл.1 показывает, какая доля грубой ошибки войдёт в виде поправки в данное измерение по результатам уравнивания.

Как видно из таблицы, угловые измерения обладают нулевой контролируемостью. Для линейных измерений на поверхности и в шахте внутренняя надёжность относительно схожа (за исключением стороны C_1D_1 , её контролируемость, избыточность равна нулю), т.е. в целом общая избыточность равномерно распределена именно по линейным измерениям.

В табл.2 приведены значения матрицы внешней надёжности B , показывающие степень влияния допущенной грубой ошибки в любом из измерений на изменение координат точек C_1, D_1 .

Таблица 1

Контролируемость измерений

Измерение	Угловые, поверхность (направления)			Линейные, поверхность (стороны)			Угловые, шахта (направления)			Линейные, шахта (стороны)		
	C-D	C-A	C-B	c	b	a	C ₁ -B ₁	C ₁ -A ₁	C ₁ -D ₁	b ₁	a ₁	d ₁
Значение d_i	0	0	0	0.34	0.41	0.42	0	0	0	0.42	0.41	0

Таблица 2

Внешняя надёжность построения

p \ i	Угловые, поверхность (направления)			Линейные, поверхность (стороны)			Угловые, шахта (направления)			Линейные, шахта (стороны)		
	C-D	C-A	C-B	c	b	a	C ₁ -B ₁	C ₁ -A ₁	C ₁ -D ₁	b ₁	a ₁	d ₁
XC ₁	0.10	0.05	0.15	0.03	0.23	0.24	0.09	0.09	0.00	0.14	0.13	0.00
YC ₁	0.04	0.02	0.06	0.01	0.45	0.44	0.04	0.04	0.00	0.48	0.49	0.00
XD ₁	0.19	0.20	0.39	0.04	0.33	0.34	0.24	0.33	0.10	0.05	0.02	0.11
YD ₁	0.05	0.04	0.09	0.01	0.44	0.43	0.05	0.06	0.01	0.49	0.50	0.99

При этом i – измерения, а p – определяемые параметры, влияние грубых ошибок на которые мы рассматриваем.

Каждый элемент матрицы B – это коэффициент, который показывает, на какую величину изменится определяемый параметр при изменении измерения на единицу (погрешность измерения, грубая ошибка, промах). При этом за единицу измерения берется соответствующая величина – миллиметр, секунда и т.д. Например, коэффициент b колонки измерения направления $C-B$, строки координаты определяемой точки XD_1 , равный 0,39, означает, что на каждую секунду изменения направления маркшейдер получит

0,39 мм изменения (ошибки) в абсциссе точки.

Необходимо понимать, если значения b велики, это не говорит о том, что измерение следует исключить, а указывает, что оно требует особого внимания и контроля (возможно, повышения точности прибора, изменения методики измерения или увеличение числа приемов).

Конечно, многие выводы из подобного анализа ясны чисто логически, но данный метод позволяет получить конкретные цифры и определенно ответить на ряд вопросов [1].

Так, в ходе приведенного анализа мы можем сделать следующие выводы:

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

- угловые измерения обладают нулевой контролируемостью, что говорит о том, что грубую ошибку в них практически невозможно будет выявить на этапе обработки съемки;
- линейные измерения обладают относительно высокой контролируемостью (кроме стороны C_1-D_1);
- на точность определяемых параметров более всего влияют ошибки в линейных измерениях в шахте, а также измерения расстояний до отвесов на поверхности. Из угловых измерений наименее надёжными являются направления $C-B$, C_1-B_1 ;
- значения элементов матрицы внешней надёжности B относительно невелики, значения b для координат C_1 , D_1 менее 0,1-54%, от 0,1 до 1-46% (среднее значение коэффициента - 0,35).

Также мы можем рассмотреть, на какие из определяемых параметров ошибка в каждом виде измерений повлияет в большей степени:

- направления на поверхности: самые значительные искажения может получить координата X_{D_1} (коэффициент b направлений на D и A равен 0,2, на B - 0,4), для остальных координат значения внешней надёжности относительно выгодны (менее чем 0,1);
- направления в шахте: самые значительные искажения может получить координата X_{D_1} (коэффициент b направлений на отвес B_1 - 0,2, на A_1 - 0,3), для остальных координат значения внешней надёжности менее 0,1;
- линейные измерения на поверхности: для расстояний до отвесов максимальные значения искажения могут получить координаты Y_{C_1} , Y_{D_1} (коэф-

- коэффициент - 0,4), а расстояния между отвесами обладает крайне высокой внешней надёжностью;
- линейные измерения в шахте обладают самой низкой надёжностью. Для расстояний, измеренных до отвесов максимальны значения возможных искажений координат Y_{C_1} , Y_{D_1} (коэффициент - 0,5). Ошибка при измерении расстояния между точками C_1 , D_1 повлияет только на координаты точки D_1 , коэффициент для X_{C_1} - 0,1, для Y_{D_1} - 1.

Таким образом, анализ надёжности соединительных треугольников, как и любых других съёмочных построений, ещё на этапе проектирования построения позволит определить места съёмочного построения, требующие наибольшего внимания при измерениях, а также, возможно, принять меры, способствующие получению высокой надёжности измерений при оптимальных трудовых затратах.

Литература

1. Алексенко А.Г., Зубов А.В. Проектирование маркшейдерско-геодезических сетей с учётом параметров надёжности // Маркшейдерский вестник.-2014.-№5. – с.31-32.
2. Aleksenko A., Zubov A. Assessment of measurement reliability during preliminary analysis of surveying networks. // Scientific reports on resource issues: innovation in mineral resource value chains. -2014. -V.1. - P. 281-284.
3. Маркшейдерское дело: Учеб. для вузов.-В двух частях/Под ред. И.Н.Ушакова.-М.:Недра, 1989.-Часть 2/ А.Н.Белоликов, В.Н.Земисев, Г.А. Кротов и др.-437 с.
4. Маркшейдерское дело: Учебник для вузов/ Д.Н.Оглоблин, Г.И. Герасименко, А.Г. Акимов и др.-М., «Недра», 1981. 704 с.

Анастасия Геннадьевна Алексенко, аспирантка строительного факультета, тел. (812) 328-86-20,
E-mail: asyaalexenko@yandex.ru;
Андрей Владимирович Зубов, канд.техн.наук, доцент кафедры Инженерной геодезии, тел. (812) 328-84-13,
E-mail: zaw@spmi.ru
(Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург)

Уважаемые коллеги!

Московский Государственный Университет Геодезии и Картографии (МИИГАиК), Сибирская Государственная Геодезическая Академия (СГГА), Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет (ИрГТУ), Международная Федерация Геодезистов (FIG), Союз маркшейдеров России приглашают Вас принять участие в работе VI научно-практической конференции «Геодезия. Маркшейдерия. Аэросъемка. На рубеже веков», г. Москва, которая пройдет с 12-13.02.2015.

С тематикой конференции, контрольными сроками и требованиями к оформлению заявок и текстов докладов можно ознакомиться на сайте www.con-fig.com или по тел. +7(926)294-03-41 Светлана Герасимова, E-mail: info@con-fig.com, s.g.gerasimova@gmail.com.

Редакция «МВ»

УДК 550.311; 622.276

А.Г.Грунин, Ю.О.Кузьмин, Е.А.Фаттахов

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛИГОНОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УВ

Рассматриваются проблемные вопросы проектирования геодинамических (геодеформационных) наблюдений на месторождениях углеводородного сырья. Указывается на ряд принципиальных ошибок, которые допускаются проектировщиками при построении измерительных систем геодезических наблюдений (наземных и спутниковых). В частности, практически во всех проектах допускаются существенные отклонения от «Инструкции по производству маркшейдерских работ». Предлагается активизировать работу по созданию новых нормативных документов, регламентирующих обеспечение промышленной безопасности объектов обустройства месторождений на геодинамической основе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: проектирование геодинамических полигонов; месторождения углеводородного сырья; наземно-космические методы измерения деформаций земной поверхности; опасные разломы.



А.Г.Грунин



Ю.О.Кузьмин



Е.А.Фаттахов

В последние годы, благодаря пристальному вниманию государственных надзорных органов к вопросам геодинамической безопасности при осуществлении добычи углеводородного сырья, многие компании-недропользователи провели работы по разработке проектной документации на организацию повторных высокоточных маркшейдерских наблюдений на геодинамических полигонах, создаваемых на месторождениях УВ.

В подавляющем большинстве случаев, к выполнению подобного вида работ привлекаются специализированные компании по результатам проводимых с целью выбора подрядчика конкурсов (тендеров). К сожалению, в целом ряде случаев, основополагающим аргументом при определении победителей этих конкурсов является наименьшая цена коммерческого предложения, вследствие чего проектированием геодинамических полигонов, а также разработкой горно-геологических обоснований их закладки начинают заниматься специалисты либо бесконечно далекие от современной геодинамики, нефтегазовой геологии и геодезии, либо не имеющие необходимого опыта и достаточного багажа знаний по указанным выше дисциплинам. При этом характерно, что даже признанные авторитеты в области геодезии, пробуящие себя на уровне проектирования геодинамических полигонов на месторождениях углеводородов, предлагают такие проектные решения, выполнение которых приводит к бессмысленной ежегодной трате финансовых средств нефтегазодобывающих компаний при полном отсутствии какого-либо реального мониторинга за геодинамическими процессами при недропользовании.

В первую очередь, данная ситуация обусловлена крайне скудной существующей на сегодняшний день нормативной базой. Действительно, технические требования к проектированию геодинамических полигонов на месторождениях нефти и газа отражены

только в "Инструкции по производству маркшейдерских работ" (РД 07-603-03), и то они ограничиваются лишь требованием соблюдения частоты заложения реперов по линиям наблюдений 300-500 м (100 м в зонах предполагаемых тектонических нарушений и вдоль коридоров подземных коммуникаций), а также указанием о возможности прекращения наблюдений, когда в течение последних двух-трех измерений, выполненных после прекращения разработки месторождения и периода опасных деформаций, значения горизонтальных и вертикальных подвижек соизмеримы с погрешностями измерений.

В связи с отсутствием подробных инструкций по организации систем наблюдений за состоянием горных отводов (геодинамических полигонов) на месторождениях углеводородов, при проектировании таковых приходится руководствоваться элементарной логикой, здравым смыслом, а также накопленным многолетним опытом по организации высокоточных геодезических измерений, который доступен каждому из нас в виде соответствующих инструкций по производству геодезических работ, разработанных в разные годы Федеральной службой геодезии и картографии России и имеющих статус действующих в настоящее время. Кроме того, начиная с 80-х годов прошлого века на территории бывшего Советского Союза и целого ряда зарубежных стран было организовано большое количество геодинамических полигонов, повторные высокоточные геодезические измерения на которых были досконально проанализированы, что дало возможность опытным путем сформировать требования к типу пунктов геодинамических полигонов и к местам их закладки, методам и методикам проведения повторных измерений, методам анализа и интерпретации данных полевых работ [Кузьмин, 1999, 2004, 2010, 2013, 2014].

Однако, довольно часто, вследствие нежелания компаний-проектировщиков детально изучать этот богатейший накопленный опыт и формального отношения к вопросам организации систем наблюдений на месторождениях углеводородов, ими допускается большое количество ошибок, как при проектировании наблюдательных сетей, так и при организации самих наблюдений за процессами деформаций земной поверхности. Ниже будут рассмотрены основные характерные ошибки, допускаемые при проектировании систем геодинамического мониторинга территории месторождений углеводородного сырья.

Многие ошибочно считают, что проектирование

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

геодинамического полигона заключается в простом сгущении существующей опорной геодезической сети для производства на ней высокоточных геодезических наблюдений. Безусловно, в некотором смысле так оно и есть, однако этому должно предшествовать выделение разломных зон (зон повышенной трещиноватости) на территории месторождения, которое осуществляется на основании анализа материалов по интерпретации проведенных на рассматриваемой территории сейсморазведочных работ и выполняемого в рамках горно-геологического обоснования закладки геодинамического полигона линейamentного анализа. Эти зоны являются линейными элементами шириной до 1,5 км. Они должны быть в первую очередь учтены при проектировании местоположения профильных линий. Если данные зоны совпадают по своему положению с положением жилой застройки и объектов обустройства месторождений, им должно быть уделено особое внимание, т.к. именно в них возможно накопление опасных деформаций, способных привести к аварийным ситуациям [Кузьмин, 2004, 2010]. Густота реперов в зонах разломов должна

быть не более 100 м.

Также при проектировании профильных линий должно быть учтено наличие транспортной инфраструктуры, лесных просек и т.д. для обеспечения удобства выполнения последующих работ по закладке реперов и производству измерений. Кроме того, чтобы правильно проводить наблюдения, нужно тщательно соблюдать динамические свойства объекта и пространственно-временную детальность измерений. Очень часто недропользователи не осознают необходимость повышенной пространственно-временной детальности наблюдений. Ответы на эти вопросы можно извлечь из уникального эксперимента, который был осуществлен на Камчатском геодинамическом полигоне. На профиле длиной почти 3 км проводились измерения высокоточным геометрическим нивелированием I класса с частотой опроса 2 раза в неделю. Длительность наблюдений была 2,5 года, расстояние между реперами в разломной зоне достигало 50 метров (рис.1). [Kuzmin, Churikov, 1998; Кузьмин, 1999].

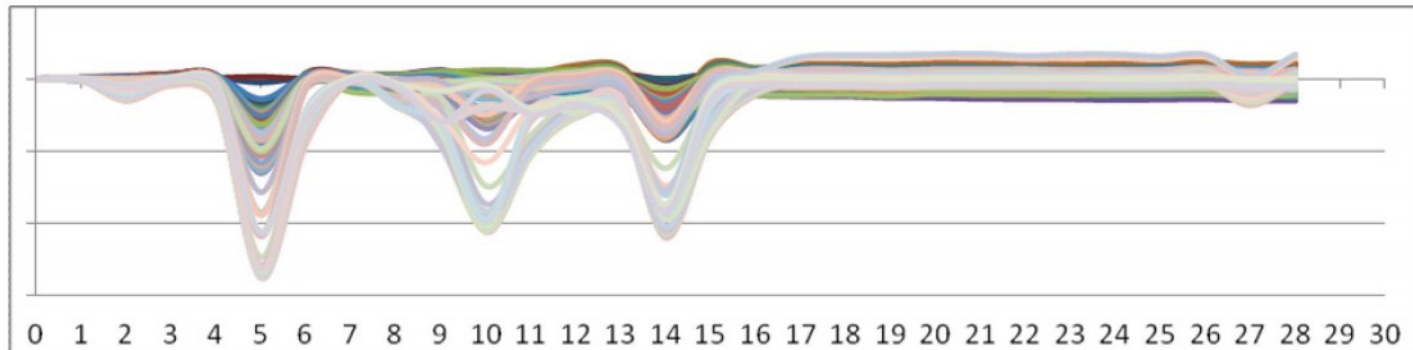


Рис. 1. Вертикальные смещения земной поверхности относительно первого репера. Расстояние между горизонтальными линиями 5 см

На рис.1 показано распределение вертикальных смещений земной поверхности вдоль профиля относительно первого репера, взятого за исходный. Благодаря высокой детальности наблюдений удалось выявить три разломные зоны, представленные тремя аномальными просадками типа γ . Максимальные оседания земной поверхности достигали 14 см. Характерным для всех трех аномалий является ярко выраженный пульсационный характер выявленных просадок. Периоды интенсивного опускания перемежаются (чередуются) с периодами относительного покоя. Затем процесс проседания возобновляется. В отдельные промежутки времени наблюдаются периоды незначительных инверсионных движений. Амплитуды локальных максимумов в эти моменты относительно уменьшаются. Однако, в целом имеет место устойчивая тенденция к пульсационному, последовательному проседанию локальных участков на земной поверхности. Ширина аномалий колеблется от 200 до 500 метров.

В дальнейшем, были использованы процедуры информационного моделирования, когда проводилось «искусственное» изменение параметров измерительной сети (густота пунктов и частота опроса) для оценки информативности результатов наблюдений.

На рис.2 (а) репера расположены через 50 метров, частота опроса раз в месяц.

На рис.2 (б) расстояния между реперами увеличено до 100 метров. На графике отчетливо видно, что максимальная просадка, зарегистрированная возле 5 репера, уже не видна. Однако, здесь еще присутствуют 3 зоны аномальных вертикальных просадок, так называемый "трезубец". Амплитуда оседания земной поверхности уменьшилась до 11 см.

На рис.2 (в) репера установлены уже через 300 метров, частота опроса так же раз в месяц. На месте "трезубца" появилась одна большая зона вертикальных просадок, так называемая мульда сдвига, шириной примерно 900 метров. Максимальная амплитуда просадки не более 5 см.

На графике 2 (г) репера расположены уже через 500 метров. Частота опроса не меняется. Величина просадок от 4 до 5 см, так как репера через 500 метров не попали ни в один из "пиков трезубца", что еще сильнее меняет первоначальную картину. В горизонтальном плане (ширина аномалии) величина мульды оседания чуть увеличилась.

На графике 2 (д), «расставив» репера через 1000 метров, отмечается практически прямая линия с отклонением ± 2 см.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

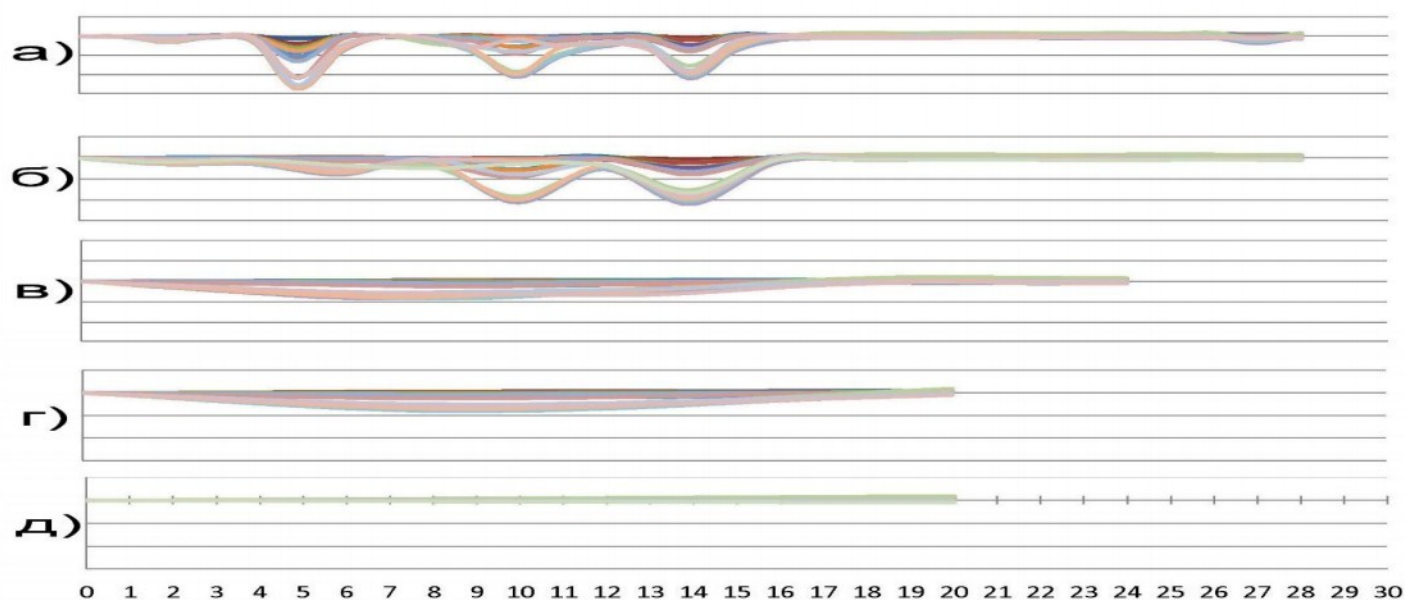


Рис. 2. Зависимость вертикальных смещений от частоты опроса и густоты пунктов. Частота опроса 1 раз в месяц. Расстояние между реперами 50м (а), 100м (б), 300м (в), 500м (г), 1000м (д). Расстояние между горизонтальными линиями 5 см

В настоящее время практически не проводятся измерения с повышенной частотой опроса. Недропользователи зачастую сдерживают увеличение стоимости работ. Однако, не только высокая стоимость мешают производить измерения чаще 2 раз в год. На месторождениях Западной Сибири климатические условия не позволяют проводить геодинимический мониторинг чаще 1 раза в год, так как зима там 9 месяцев в году, а благоприятные условия для проведения геометрического нивелирования не более одного месяца.

На ПХГ (подземное хранилище газа) измерения производятся 2 раза в год, во время закачки и отбора газа. В связи с этим целесообразно показать, как меняется картина смещений земной поверхности при

измерениях – 1 раз в полгода и 1 раз в год.

На рис.3 показаны графики с частотой опроса один раз в полгода. Репера «размещены» так же через 50, 100, 300, 500 и 1000 метров. Как следует из рисунков, ширина и амплитуда аномальных зон изменилась. Максимумы аномальных вертикальных смещений стали меньше. На графиках (а) и (б) прослеживается знакопеременный характер просадок, что может ввести в заблуждение, так как не ясно, в какой момент времени активизируется разломная зона. На графиках (в) и (г) видна одна широкая зона просадки небольшой амплитуды, до 5 см. Разница лишь в том, что на графике (в) просадка чуть уже, чем на графике (г). График (д) совершенно не отражает наличие активной разломной зоны.

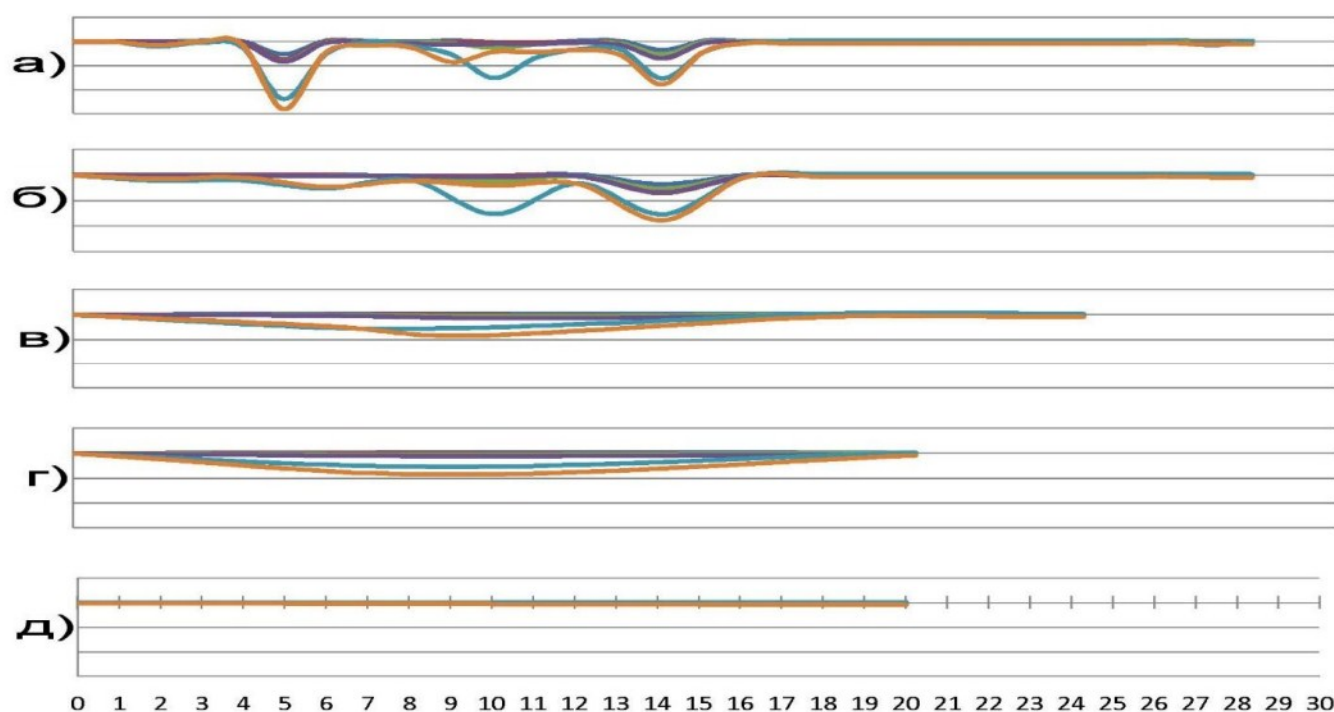


Рис. 3. Зависимость вертикальных смещений от частоты опроса и густоты пунктов. Частота опроса 1 раз в полгода. Расстояние между реперами 50м (а), 100м (б), 300м (в), 500м (г), 1000м (д). Расстояние между горизонтальными линиями 5 см

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Нередки ситуации, когда один и тот же участок недр разрабатывается несколькими недропользователями: к примеру, один из них разрабатывает сеноманские залежи, другой - неокомские пласты, третий - ачимовскую толщу и юрские отложения. В этом случае при проектировании геодинамического полигона необходимо учитывать интегральный контур нефтегазоносности не только той добывающей компании, которая является заказчиком работ по проектированию геодинамического полигона, но и остальных пользователей недр, ведущих добычу углеводородного сырья на рассматриваемом участке.

Также при проектировании наблюдательной сети совершенно не обязательно охватывать профильными линиями абсолютно все обособленные залежи (купола) на территории рассматриваемого месторождения. На этапе разработки горно-геологического обоснования необходимо провести анализ геолого-геофизических и промысловых характеристик каждой такой залежи, на основании которого необходимо оценить величины возможных просадок земной поверхности в районе их расположения за весь период разработки и включить в наблюдательную сеть только те из них, для которых эти величины смогут достигнуть критических значений. Естественно, это правило можно применять только при отсутствии в рассматриваемых районах жилой застройки.

Одной из важных проблем при проектировании

геодинамических полигонов, является выбор типов реперов и особенности их закладки. Казалось бы, всё логично: репера, закладываемые для производства высокоточных *геодезических* измерений, должны по своему типу соответствовать требованиям, предъявляемым к таким реперам нормативной документацией по производству *геодезических* работ. Однако, как выяснилось, на практике далеко не для всех организаций-проектировщиков всё так однозначно. В качестве пунктов геодинамического полигона в проектной документации по их организации предлагается использовать: ликвидированные нефтяные и газовые скважины, стенные марки в зданиях и сооружениях, анкерные болты свай фундаментов опор линий электропередач, конструктивные элементы осветительных мачт, элементы арматуры различных бетонных блоков, металлические штыри с глубиной заложения 40-50 см, погрузочные петли на железобетонных дорожных плитах и даже гвозди в пнях (рис. 6). При этом подобные проектные решения претворяются в жизнь при полном попустительстве маркшейдерских служб нефтегазодобывающих предприятий, по таким пунктам проводятся повторные высокоточные геодезические измерения по программе нивелирования II класса и по прошествии нескольких циклов измерений делаются выводы о влиянии разработки месторождений на деформации земной поверхности - как обширные, так и в зонах активных разломов.



Рис.6. Примеры типов "реперов", используемых в качестве пунктов одного из геодинамических полигонов (Западная Сибирь)

Нередки случаи, когда измерения на геодинамическом полигоне (нулевой цикл) проводятся сразу после закладки реперов, хотя очевидно, что необходимо время (как правило, 1 год) для их усадки. Часто,

даже при использовании в качестве пунктов геодинамических полигонов реперов, типы которых определены в "Правилах закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей", утвер-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

жденных приказом ГУГК СССР от 14.01.1991 №6 п, проектировщики выбирают типы реперов без учета инженерно-геологических особенностей районов их заложения, руководствуясь исключительно соображениями снижения стоимости изготовления и закладки реперов, а также упрощения полевых работ.

Основным методом определения вертикальных смещений пунктов геодинимических полигонов на месторождениях углеводородов было и остается геометрическое нивелирование. Исходя из размера величин возможных смещений пунктов геодинимического полигона от цикла к циклу следует, что для их фиксации необходимо выполнять геометрическое нивелирование не хуже II класса точности. Несмотря на это, периодически в проектной документации на создание геодинимических полигонов встречается требование выполнения по заложенным пунктам нивелирования III и даже IV классов точности, что заведомо означает невозможность отслеживания деформаций земной поверхности, связанной с разработкой месторождений углеводородов.

Несмотря на то, что именно высокоточное нивелирование является на сегодня единственным способом получения разницы высот пунктов геодинимических полигонов между циклами наблюдений, который

удовлетворяет требованиям по точности измерений, часто можно встретить такие геодинимические полигоны, на которых проводятся только спутниковые геодинимические ГЛОНАСС/GPS определения движения земной поверхности. При этом общеизвестно, что ГЛОНАСС/GPS станции фиксируют вертикальную компоненту на 1-2 порядка хуже, чем горизонтальную. Характерной чертой таких полигонов является несоблюдение расстояний между пунктами по профильным линиям (от 1,5 км до 9-10 км), при этом используется режим не «статики», а «быстрой статики», что само по себе еще ухудшает точность измерений (рис.7). В паспорте дорогостоящих GPS-приемников (более 350 т.р.) в режиме «статика» точность по высоте не превышает 5 мм + 1 мм/км, а в геометрическом высокоточном нивелировании СКО достигает 2.0 мм/км. На самом деле точность GPS приемников определяется многими факторами: неточное определение времени (несоответствие времени атомных часов спутника и кварцевых в приемнике), геометрическое расположение спутников, инструментальная ошибка приемника, неточность прогноза расчета эфемерид спутника в самом приемнике и т.д. Все это в конечном итоге кардинально меняет истинную картину вертикальных движений земной поверхности.

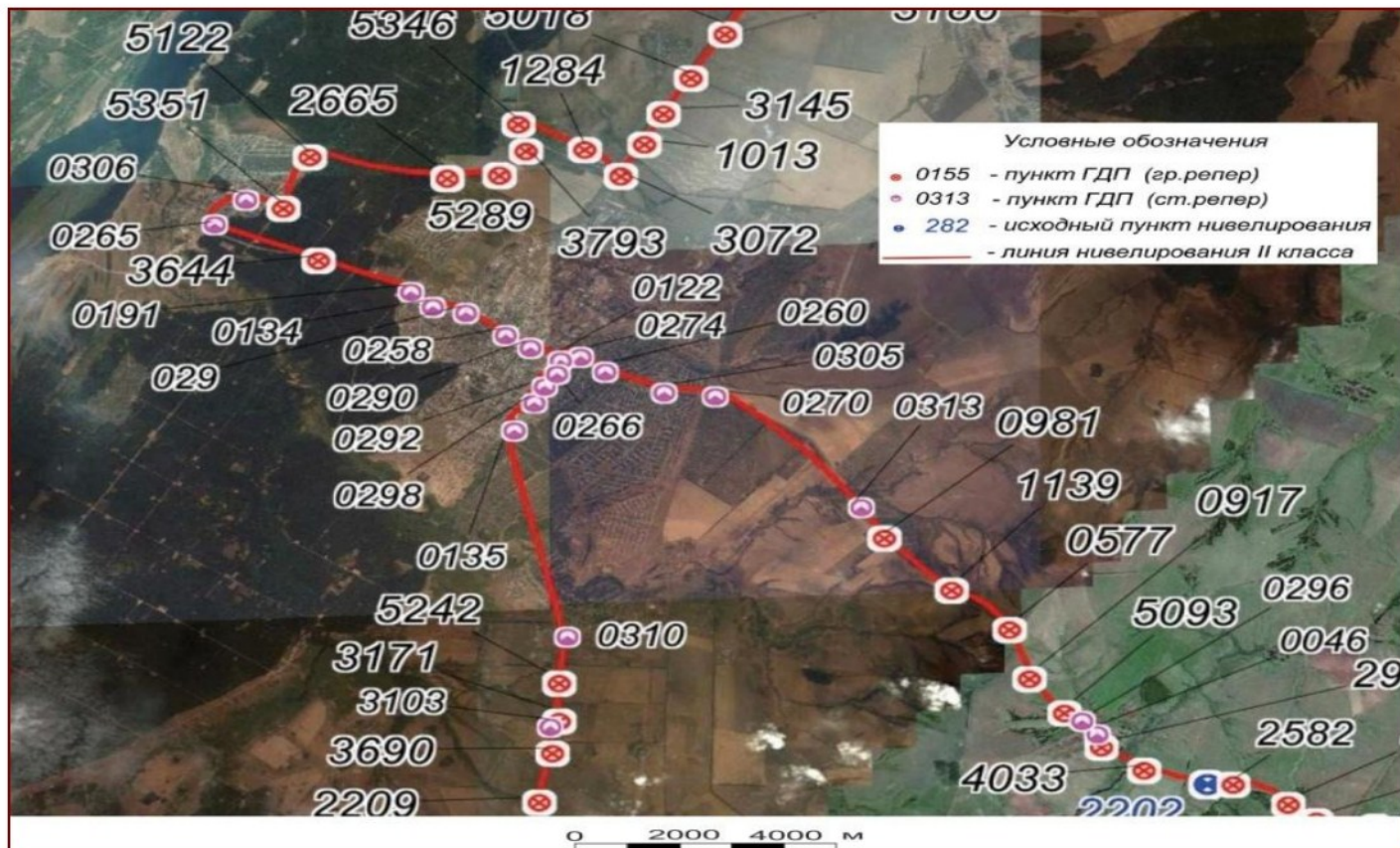


Рис.7. Пример несоблюдения расстояний между пунктами геодинимического полигона на Арланском месторождении углеводородов (Башкортостан)

На некоторых нефтегазовых месторождениях в проектной документации по созданию геодинимических полигонов отсутствуют требования о выполнении высокоточного нивелирования. Все измерения предлагается выполнять с помощью ГНСС наблюдений. При этом все GPS-станции расположены в пре-

делах интегрального контура месторождения и определить, как они перемещаются относительно друг друга (зная, что чем больше расстояние между пунктами, тем ниже точность), не предоставляется возможным (рис.8).



Рис.8. Пример геодинамического полигона с использованием только ГНСС наблюдений

В самое последнее время большую популярность приобрели работы по использованию спутниковой радарной интерферометрии для регистрации деформаций земной поверхности. Сторонники использования данного метода указывают на отсутствие необходимости выполнения дорогостоящих полевых измерений, вместо которых производится анализ спутниковых радарных снимков от цикла наблюдений к циклу, проводящееся на персональном компьютере с помощью специализированного программного обеспечения без выезда непосредственно на месторождение. Однако, как известно, однозначная привязка и анализ радарных снимков производится по реперным точкам, которые представляют собой уголкового отражатели специальной конструкции, устанавливаемые на территории месторождения углеводородов. Количество таких отражателей должно быть порядка 60-70 штук на месторождение, сравнимое по размеру с Уренгойским (чуть больше 6000 кв.км в границах Уренгойского лицензионного участка). Эти отражатели должны быть установлены с соблюдением параметров их ориентации на спутник. Также должна быть определена с высокой точностью (единицы миллиметров) высота их центров над земной поверхностью. Кроме того, эти определения необходимо проводить ежегодно близко по датам к проведению очередной радарной съемки с целью гарантирования неизменности положения уголкового отражателя или внесения поправок при обработке спутниковых данных в случае их смещения от первоначального положения. Учитывая то, что рассматриваемые отражатели имеют вид опрокинутой на бок

полой пирамиды с длиной грани порядка 50 см и в течение всего года находятся на месторождении под воздействием атмосферных осадков, ветров, смены времен года и т.п., сохранение неизменности их положения представляется довольно проблематичной задачей. Откуда следует обязательное проведение полевых работ перед выполнением сеанса интерферометрической съемки, что делает весьма сомнительной идею об экономии финансовых средств на выполнение цикла измерений на геодинамическом полигоне.

Если же рассмотреть физические аспекты точности выполнения радарной интерферометрической съемки, то выяснится её существенная ограниченность для решения задач геодинамического мониторинга на месторождениях углеводородного сырья, что следует из результатов анализа данного метода, осуществленного в работе [Кузьмин, 2013], в том числе по выполненному прямому сопоставлению вертикальных смещений земной поверхности на геодинамическом полигоне, полученных по данным нивелирования II класса и спутниковой радарной интерферометрии, выполненных на Астраханском газоконденсатном месторождении.

Кроме всего прочего, радарная интерферометрическая спутниковая съемка не является сертифицированным в Российской Федерации методом выполнения геодезических измерений, в связи с чем отсутствуют официальные стандарты и инструкции по её выполнению и обработке данных измерений. Учитывая то, что путем организации геодинамических полигонов на месторождениях нефти и газа решаются прежде всего задачи промышленной безопасности, применение рассматриваемого метода измерений становится проблематичным.

Суммируя всё вышесказанное, можно сделать несколько выводов. Во-первых, выполнение работ по проектированию геодинамических полигонов требует высокого профессионализма в целом ряде дисциплин, таких как нефтегазовая и инженерная геология, геофизика и геодезия. Только компании-проектировщики, имеющие в своем штате или привлекающие по трудовым договорам высокопрофессиональных исполнителей, могут разработать полноценную проектную документацию по организации системы наблюдений за состоянием горных отводов (геодинамических полигонов) на месторождениях углеводородов.

Во-вторых, исполнители полевых работ на геодинамических полигонах должны иметь опыт выполнения геодезических работ, связанных с использованием высокоточных методов, что в настоящее время, к огромному сожалению, является большой редкостью. При этом очень важным является выполнение всех циклов наблюдений одной и той же геодезической компанией с целью сохранения единообразия подходов к выполнению требований нормативной документации в части выполнения геодезических работ.

Третий вывод напрашивается сам собой: нельзя оставлять попытки усовершенствования нормативно-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

го обеспечения работ, связанных с проектированием геодинамических полигонов и разработкой горно-геологических обоснований их закладки. Только в этом случае элементарная логика и здравый смысл будут подкреплены подробными требованиями нормативной документации, благодаря чему значительно повысится качество проектной документации на создание систем наблюдений за геодинамическими процессами, происходящими при разработке нефтегазовых месторождений, что в свою очередь приведет к финансовой выгоде для заказчиков данных работ - наших отечественных нефтегазодобывающих компаний.

Литература

1. "Инструкция по производству маркшейдерских работ" (РД 07-603-03).
2. "Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей", утверждены приказом ГУГК СССР от 14.01.1991 № 6 п.
3. Арутюнов А. Е., Грунин А. Г., Зубарев А. П., Кузьмин Ю.О., Никонов А. Н., Осипов А. А., Полухина С. С. Горно-геологическое обоснование и проектирование геодинамических полигонов на подземных хранилищах газа (на примере Касимовского ПХГ) // Маркшейдерский вестник. – 2012. - №4. – С. 43 – 51.
4. Геннике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применения

в геодезии, М.: Картгеоцентр, издание 2-е, переработанное и дополненное, 2004. – 346с.

5. Грунин А.Г., Залялов И.М., Иванчик О.Д., Кузьмин Ю.О. Результаты повторных геодезических наблюдений на Мухановском техногенном геодинамическом полигоне // Записки Горного института, 2010, том 185, С. 243-236.

6. Кузьмин Ю.О. Современная геодинамика и оценка геодинамического риска при недропользовании // М.: АЭН, 1999/ - 220 с.

7. Кузьмин Ю.О. Геодинамический риск объектов нефтегазового комплекса // Российская Газовая Энциклопедия, М.: Большая Российская Энциклопедия, 2004. - С. 121-124.

8. Кузьмин Ю.О. Научно-методические основы обеспечения геодинамической безопасности объектов нефтегазового комплекса // Записки Горного института. – Санкт-Петербург. - 2010, том 188, С. 158 – 163.

9. Кузьмин Ю.О. Физические основы измерения смещений земной поверхности методом РСА интерферометрии и проблемы их идентификации на месторождениях углеводородного сырья (УВ) // Маркшейдерский вестник. – 2013. - №5. – С. 37 – 44.

10. Кузьмин Ю.О. Актуальные проблемы идентификации результатов наблюдений в современной геодинамике. // Физика Земли. 2014. №5. С. 51 - 64.

11. Kuzmin Yu.O., Churikov V.A. Relation between deformation and seismicity in the active fault zone of Kamchatka, Russia.// Geophysical Journal International, (1998), v.133, pp. 607-614.

Александр Геннадиевич Грунин, Генеральный директор ЗАО НПЦ «ПромНедраЭксперт»;

Юрий Олегович Кузьмин, д-р физ.-мат. наук, профессор, Исполнительный директор Института Физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН по направлению «Геодинамическая безопасность объектов ТЭК», профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» ГИ НИТУ МИСИС, E-mail: kuzpnex@gmail.com;
Евгений Альбертович Фаттахов, аспирант Института Физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН

ООО «Союз маркшейдеров России» НОЧУ «ЦДО «Горное образование»
(Лицензия серии 77 № 002121, Регистрационный № 029073)

График проведения курсов на 2015 год (72 часа):

Сроки проведения	Направление	Категория слушателей
09.02.2015-18.02.2015 10.03.2015-19.03.2015* 13.04.2015-22.04.2015 25.05.2015-03.06.2015** 21.09.2015-30.09.2015*** 19.10.2015-28.10.2015**** 16.11.2015-25.11.2015	«Маркшейдерское дело»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
10.03.2015-19.03.2015* 25.05.2015-03.06.2015** 21.09.2015-30.09.2015*** 19.10.2015-28.10.2015****	«Промышленная безопасность опасных производственных объектов»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
10.03.2015-19.03.2015* 25.05.2015-03.06.2015** 21.09.2015-30.09.2015*** 19.10.2015-28.10.2015****	«Рациональное использование и охрана недр»	специалисты служб лицензирования, недропользования, главного геолога

* - курсы проводятся в г. Ханты-Мансийске. Слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Промышленная безопасность и геолого-маркшейдерское обеспечение работ при добыче углеводородного сырья»

** - курсы проводятся в г.Ессентуки. Слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Промышленная безопасность при недропользовании и охрана недр»

*** - курсы проводятся в г.Ялте. Слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской конференции «Рациональное и безопасное недропользование»

**** - слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии в горном деле, геологическом и маркшейдерско-геодезическом обеспечении горных работ» в г. Москве

Получить более подробную информацию о полном перечне направлений курсов повышения квалификации и переподготовки можно на сайте www.twork.su, по e-mail: obr@twork.su; gorobr@inbox.ru или по тел. (495)641-00-45, (499)263-15-55

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА В БЛОКЕ №1 НА РУДНИКЕ «МИР» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГИДРОГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Представлены результаты выполненной оценки состояния горного массива в блоке №1 на руднике «Мир» по результатам анализа комплекса данных, включающих сведения о динамике водопритоков в рудник, данные сейсмического просвечивания, ультразвукового каротажа и инструментальных маркшейдерских измерений, проводимых на наблюдательных станциях и данных инклинометрических замеров по контрольным скважинам. Сделан вывод о сложности гидрогеомеханической ситуации на руднике и предложены меры по исправлению сложившейся ситуации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: месторождение алмазов; трубка «Мир»; подземный рудник; предохранительный целик; маркшейдерская служба; водоприток; репер; инклинометрическая скважина; смещения; деформация.



С.В.Черкашин А.В.Дроздов

Крупнейшее месторождение алмазов – трубка «Мир», находится в сложных крио-гидрогеологических и горнотехнических условиях [1]. Основными

негативными факторами при ее подземной разработке являются: развитие высоконапорного метегероичерского водоносного комплекса (МИВК), подземные воды которого представлены агрессивными газонасыщенными рассолами с сероводородом; приуроченность трубки к Параллельному разлому, который является зоной повышенной трещиноватости и водопроницаемости пород; присутствие на глубоких горизонтах галогенных отложений (до 300 м); наличие базитовых тел и т.д. В 2009 г. на месторождении введен в эксплуатацию подземный рудник с проектной производительностью 1 млн.т в год. Добыча руды осуществляется слоевой системой разработки при комбайновой отбойке с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями и нисходящим порядком выемки слоев.

Для защиты горных выработок подземного рудника от обводнения реализован проект «сухой» консервации карьера, суть которого сводилась к засыпке полотна до отметки -160 абс.м грубообломочными долеритами, созданию грунтово-плёночного экрана и заглубленного карьерного водоотлива на отметке -141 абс.м (рис.1). Поступающие в карьер рассолы и атмосферные осадки отводятся по штольне (подошва -152 абс.м) к водоподъемным скважинам. Объем отводимой через штольню воды составляет порядка 1000–1100 м³/ч. Между дном карьера и подземными выработками оставлен рудный предохранительный целик мощностью 20 м в интервалах -190...-210 абс.м. Оработку запасов ранее предполагалось начать с блока №2 в отметках -310...-410 абс.м, оставив между верхней границей ведения горных работ и дном карьера целик толщиной 120 м. Однако по ряду причин добыча подкарьерных запасов начата с блока №1 (горизонт -210...-310 абс.м), при этом отработка первых трех слоев приостановлена, т.е. мощность оставленного предохранительного целика составила

35 м. Для увеличения фронта работ в блоке было выполнено 2 разрезки на горизонтах -225...-230 и -260...-265 абс.м.

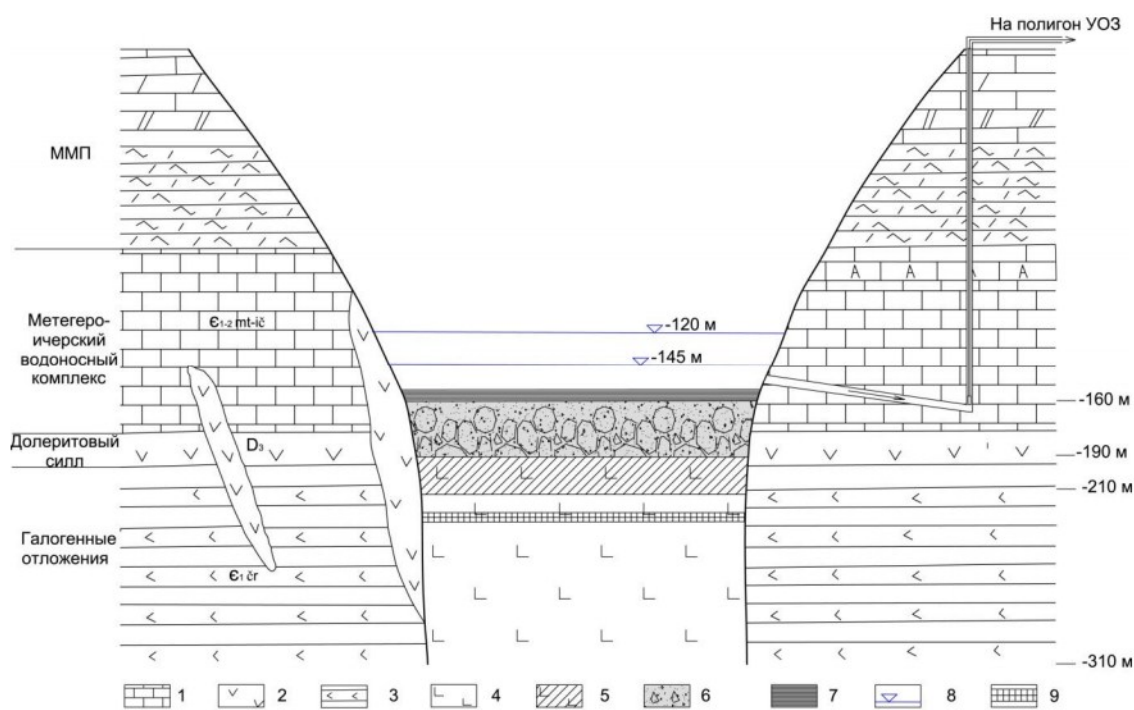


Рис. 1. Система консервации карьера «Мир»

1 – метегероичерский водоносный комплекс; 2 – долеритовый силл; 3 – галогенные отложения; 4 - рудное тело; 5 – предохранительный целик; 6 – крупнообломочная отсыпка; 7 – глинистый экран с полиэтиленовой пленкой; 8 – уровень воды в карьере; 9 – горные выработки

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

В связи с началом развития горных работ при отставании закладки в пройденных лентах, несвоевременном выполнении мероприятий по водоотведению на руднике создалась сложная ситуация с возникновением опасных проявлений геомеханических и гидродинамических процессов в рудном целике и закладочном массиве. Объем поступающей воды через пленочно-суглинистый экран должен составлять $55 \text{ м}^3/\text{ч}$ при нормальном режиме и $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ в аварийной ситуации. При этом, доля профильтровавшихся рассолов должна перехватываться в слое долеритового щебня специальными дренажными скважинами и перекачиваться на поверхность комплексом главной водоотливной установки (КГВУ), расположенной на горизонте -210 абс.м.

На горизонте -210 абс.м построена вспомогательная насосная установка (ВНС-210), сбрасывающая часть поступившей воды через предохранительный экран обратно в карьер. Отставание проходки дренажных скважин в слое долеритового щебня обусловило обводнение обратной засыпки с увеличением нагрузок на предохранительный целик. В настоящее время объемы воды, поступающей в подземный рудник, превышают расчетные величины (рис.2). При этом откачка воды из противодинамического экрана осуществляется в нормальном режиме. Дренажные скважины, пробуренные в слой долеритового щебня, функционируют с меньшей производительностью, а часть рассолов поступает в горные выработки через предохранительный рудный экран. На сегодняшний день производительность действующей КГВУ составляет около $50 \text{ м}^3/\text{ч}$, а остальная часть стока перекачивается ВНС-210. Таким образом, общий водоприток в подземные выработки рудника на

нынешний период достигает $180 \text{ м}^3/\text{ч}$, что относится по критерию безопасности к I уровню [2]. В настоящее время основными участками поступления воды в подземный рудник является фильтрация через трещинные зоны в рудном целике, причем часть водопроводящих нарушений еще не выявлена.

С развитием фронта очистных работ на руднике происходило увеличение поступления минерализованных вод в горные выработки, что осложняет их проведение со снижением устойчивости рудной потолчины. Затопление очистных заходов приводит к снижению производительности добычных и нарезных комплексов, увеличивается аварийность на горношахтном оборудовании, снижается качество армировки и прочность закладки, а значит и устойчивость искусственной потолчины и т.п. Вмещающие породы блока №1 – галогенные, поэтому имеются случаи размыва приконтактной зоны руда-вмещающие породы, что ведет к дополнительным закладочным работам по ликвидации деструктивных элементов (промин-каверн).

Хотя объемы водопритоков не достигли опасного уровня и не угрожают полным затоплением подземного рудника, развитие деформаций в целике, обусловленных в основном недозакладом очистных заходов, вызывает определенное опасение. При расчете параметров целика (его толщина принималась равной 20 м) предполагалось, что прогиб подкарьерного целика будет симметричным. Расчетные критические оседания нижней границы целика, при которых начнется образование водопроводящих трещин в кимберлитах по результатам расчетов НТЦ «НОВОТЭК», должны составлять 25 см.

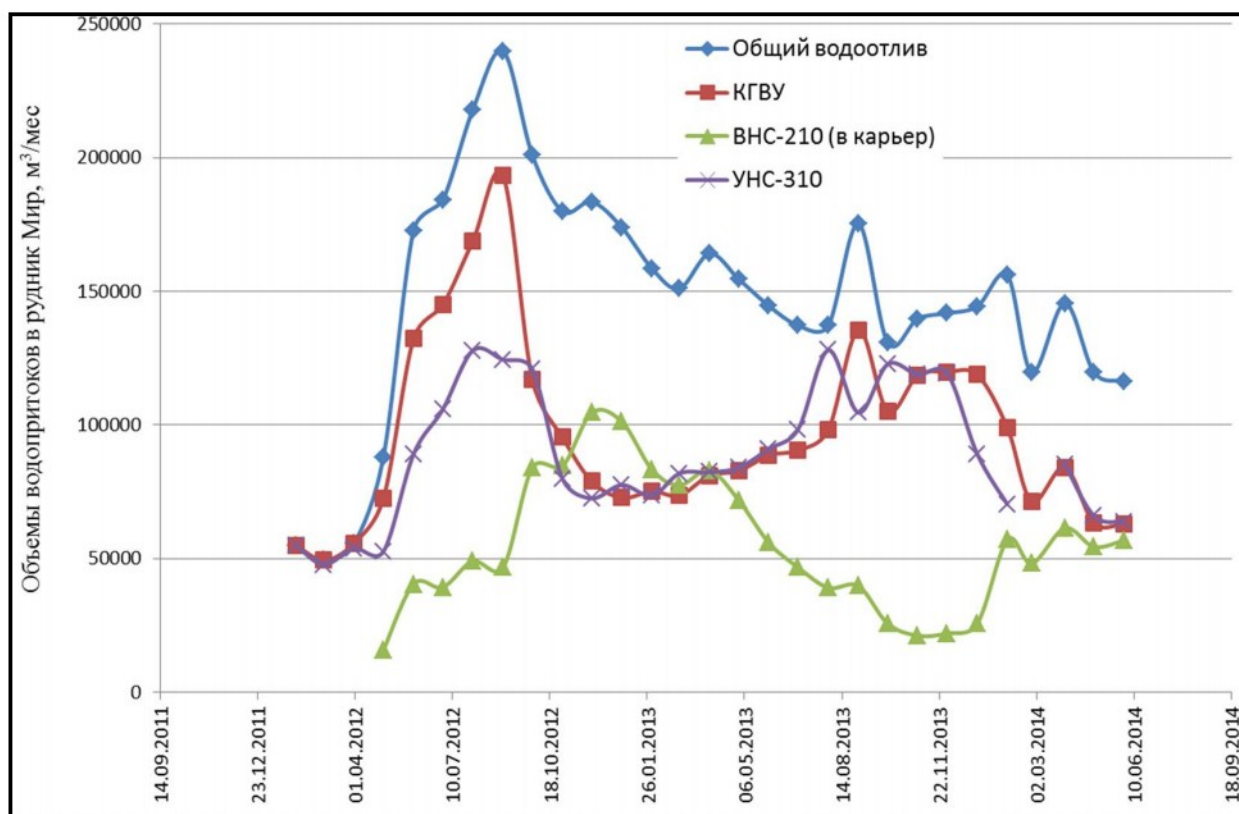


Рис. 2. Среднемесячные водопритоки в подземный рудник «Мир»

Требуемый для безопасности производства горных работ и осуществляемый гидрогеомеханический мониторинг за состоянием предохранительного целика под МИВК проводится в рамках существующего проекта [3], включающего комплекс сейсмического просвечивания и ультразвукового каротажа, инструментальных маркшейдерских измерений, проводимых на наблюдательных станциях и данных инклинометрических замеров по контрольным скважинам. С запуском подземного рудника выполняются регулярные наблюдения за интенсивностью водопроявлений через рудный целик, а также состоянием устойчивости рудных, породных и закладочных массивов. На горизонте -210 абс.м создана сеть наблюдательных станций, состоящих из пьезометрических скважин, акустических зондов и тензометрических реперов. Пробурено 8 горизонтальных скважин глубиной от 49 до 58 м, которые обсажены гибкими пластиковыми трубами диаметром 70 мм. Фиксация горизонтальных смещений реперов в скважинах осуществляется при помощи магнито-герконового экстензометра. Вертикальные смещения фиксируются путем периодического проведения инклинометрической съемки скважин при помощи системы DIS 500.

На горизонте -210 абс.м вдоль длинной оси планового положения трубки «Мир» пройдены три субпараллельных водоуплаивающие выработки с организацией системы инструментального контроля за гидрогеомеханическим состоянием рудного целика, которая позволяет получать надежную информацию о его поведении в зависимости от масштабов горно-подготовительных и добычных работ в 1-м блоке рудника. Создается стационарная сеть наблюдательных станций за развитием гидрогеологической и геомеханической ситуации непосредственно в зоне, примыкающей к рудному целику. Ранее реализованный проект гидрогеомеханического мониторинга с установкой систем наблюдения в непосредственной близости к зоне ведения горных работ привел к ликвидации и перераспределению точек наблюдения. Внедряется методика наблюдений с использованием скважинной телевизионной аппаратуры, способствующая по сгущенной сети водоуплаивающих субгоризонтальных скважин, забуриваемых из выработок горизонта -210 м, визуальное контролировать зоны фильтрации в рудном целике и на контакте с вмещающими породами.

Наиболее достоверными методами проводимого комплекса наблюдений, позволяющими получить численные данные поведения рудного и вмещающего массивов под воздействием добычных и горно-подготовительных работ в подкарьерном блоке, являются маркшейдерские измерения смещений установленных реперов и искривления скважин. Комплекс измерений постепенно наращивался во времени, т.е. сроки наблюдения за отдельными реперами различны. Обобщенная схема системы комплекса наблюдений показана на рис.3. Следует отметить, что указанный комплекс геомеханических наблюдений в своей реализации по времени несколько отставал от работ

по подготовке добычных работ и их начала в подкарьерном блоке. С этим обстоятельством связана неопределенность в оценке начального геомеханического состояния рудного массива в блоке №1. То есть, интенсивность фиксируемых сдвижений реперных точек и искривлений специальных скважин может быть следствием не только влияния воздействий добычных и горно-подготовительных работ текущего периода, но и предыдущих воздействий на горный массив.

Первыми были установлены наблюдательные реперы в районе буровой камеры №9. При этом группа реперов 1-8 была установлена в рудном массиве, а система реперов 10-14 – во вмещающих породах. Анализ динамики развития оседаний реперов позволяет утверждать, что оседания в рудном массиве в буровой камере №9 до февраля 2014 г. отсутствовали, а во вмещающих породах наблюдается устойчивый рост смещений со скоростью порядка 1 мм/мес. Максимальная величина оседаний достигла 13-14 мм, т.е. близко к возможной погрешности наблюдений. Объяснением этому является отсутствие горных работ на этом фланге месторождения. В настоящее время наблюдения по этой группе реперов прекращены.

Результаты наблюдений за инклинометрическими скважинами позволяют утверждать, что северная часть целика оседает гораздо интенсивнее южной. Величина оседаний устьев скважин 6 и 7 практически совпадает с оседаниями реперов в перемычке с юга в заезде к ВВ №3, при этом оседания устьев скважин 4 и 5 достигли 75 см. Скорость увеличения оседаний северной части целика достигает 8 см/мес, что в 6-10 раз превышает скорость оседаний южной части целика. Обобщенная картина оседаний по всем реперным станциям приведена на рис.4. К концу июня 2014 г. практически все инклинометрические скважины вышли из строя, и кроме того были потеряны подходы к остальным реперам. Позднее, по водосборным выработкам, пройденным на горизонте -210 абс.м, была установлена новая система реперов, позволяющая уверенно регистрировать картину развития деформаций как по простиранию выработок, так и по площади целика.

Таким образом, по результатам инструментальных измерений, проводимых на наблюдательных станциях (гор. -210 абс.м), размещенных в переходной зоне рудного массива, можно утверждать, что деформации в теле целика развиваются неравномерно как во времени, так и в пространстве. Наиболее интенсивно оседает северо-восточная часть целика, в которой общая величина оседаний на конец сентября 2014 г. превысила 750 мм. К примеру, оседания в юго-западной части целика составляют порядка 100-120 мм. Реальная картина деформирования отличается от ранее заложенной в расчетных показателях. Оседания в средней (по высоте) части целика превысили в 3 раза расчетные критические оседания в нижней кромке, без заметного увеличения водопритока, что свидетельствует, с одной стороны, о целостности суглинисто-пленочного экрана, а с другой стороны – о том, что основными путями транзита воды

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

из карьера является раздробленный рудный предохранительный экран. Скорости оседаний реперов достаточно высоки, чтобы можно было предположить, что пустоты, накопленные из-за недозаклада отработанных участков, уже погашены.

В целом можно сделать следующие выводы: происходящие деформации носят интенсивный, значительный, непоследовательный характер, что ха-

рактерно для блочного строения массива. Геомеханическое воздействие на рудный массив, связанное с подземными работами и недозакладам в лентах, приводит к неупругим деформационным процессам при трещиноватой, мелкоблочной его структуре, для которой характерным является дискретный характер смещений.

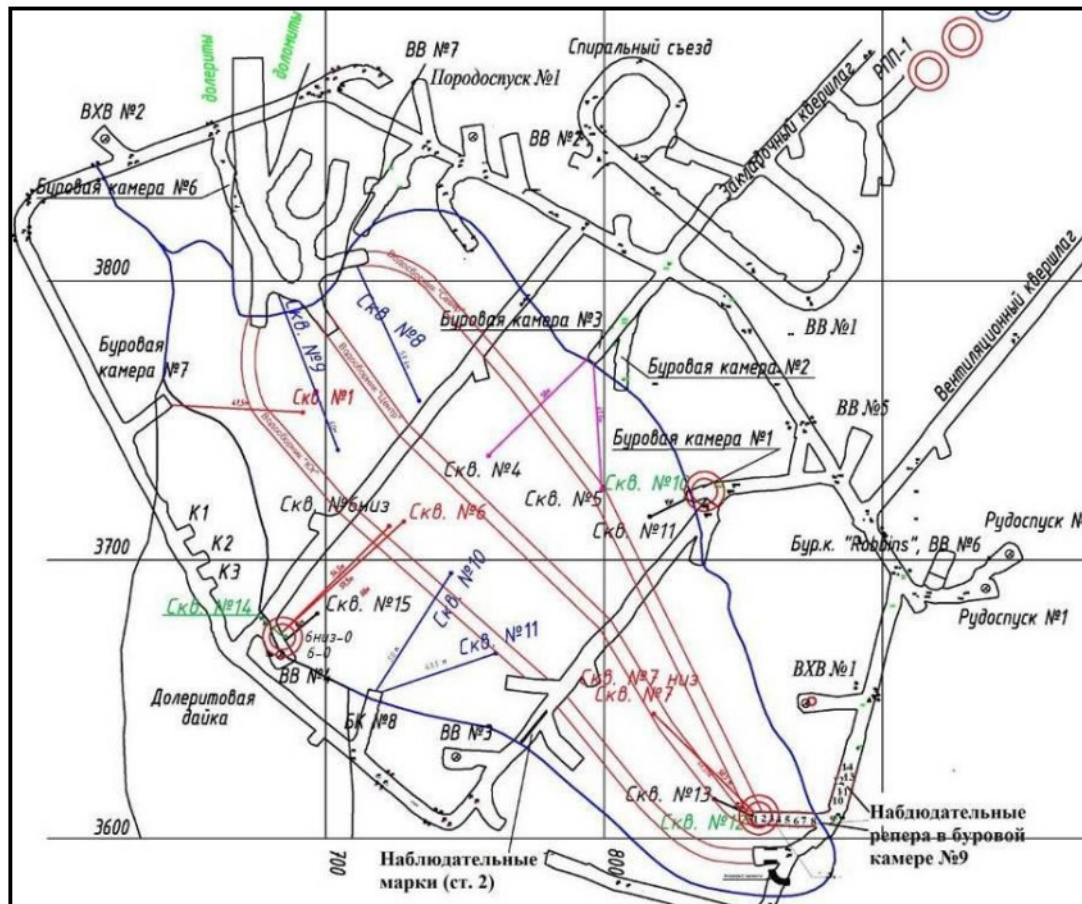


Рис.3. Схема станций наблюдений за реперами и искривлениями скважин на гор. -210 м

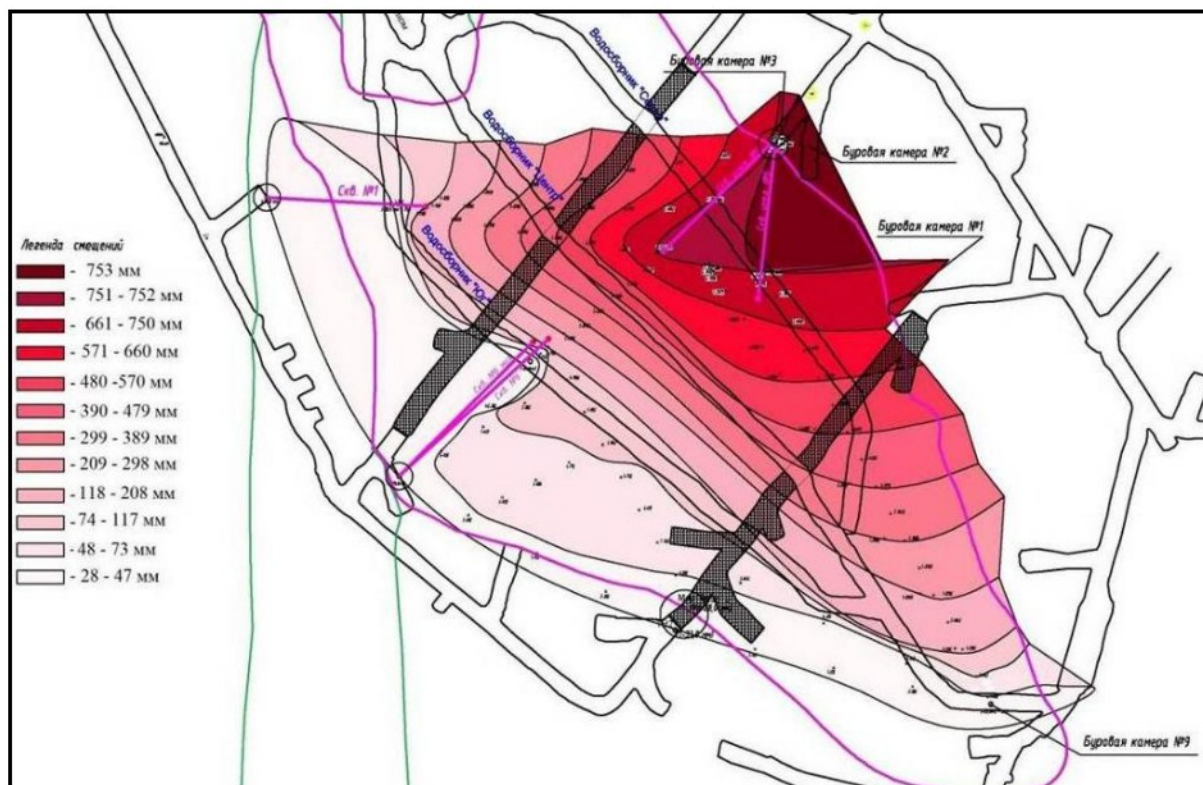


Рис.4. Схема оседаний реперов на горизонте -210 абс.м на конец сентября 2014 г.

В настоящее время на руднике выполнено несколько серий наблюдений, позволяющих установить влияние горных работ на деформации блоков в предохранительном рудном целике. Анализ результатов прямых инструментальных измерений показал, что массив кимберлитов на горизонте -210 абс.м находится в относительно неустойчивом состоянии. Напряжения в руде на некоторых участках достигли своих критических значений. Сделанный вывод подтверждается инструментальными измерениями, зафиксировавшими места и величины дискретного распределения деформаций массива горных пород. На некоторых участках эти показатели достигали больших значений (более 0,75 м), что подтверждалось визуально наблюдаемыми разрывными нарушениями в этих блоках (к примеру, срез и смятия обсадки скважин).

Можно предположить, что на расстоянии 25-30 м от контура рудного тела в наблюдаемом интервале произошел отрыв (или сдвиг, срез) в районе границы плоского дна мульды оседания. Как следствие, горные породы, слагающие рудный целик, в результате неравномерных оседаний блоков, испытывают растяжение. Данный процесс зафиксирован на всех инклинометрических скважинах, за исключением №4. При этом наблюдения показывают, что обрыв происходит в результате знакопеременных вертикальных деформаций после увеличившегося оседания. Оставшаяся часть наблюдательных скважин, доступная для измерений после обрыва, испытывает поднятия, что объясняется снятием нагрузки в результате разрыва сплошности центральной части массива. Целик, в сегодняшнем его состоянии, геомеханически относительно устойчив, но пронизан сетью высокопроводящих гидродинамически соединенных трещин и не в полной мере выполняет возложенную на него гидроизолирующую функцию.

Таким образом, по анализу всех имеющихся данных в оставленном рудном целике, гидрогеомеханическая ситуация на руднике «Мир» в настоящее время остается сложной. Основной причиной деформаций пород рудного предохранительного целика считается нарушение технологической дисциплины и несовершенство технологии горных работ с регулярным недозакладом в очистных лентах твердеющей закладки и конфигурацией кровли от проходки с «мешками» в очистных лентах. Дальнейшее внешнее воздействие на горный массив в районе проведения гидрогеомеханического мониторинга может привести к усугублению ситуации на руднике, а именно, к появлению новых водопроводящих нарушений и увеличению блочности, устойчивости и проницаемости рудного целика. Поэтому необходимо разработать технические мероприятия, направленные на снижение

негативного влияния горных работ на рудный и породный массивы.

Неравномерность оседаний различных частей оставленного рудного целика создает определенную угрозу для целостности суглинисто-пленочного экрана, нарушение которого может привести к резкому возрастанию водопритоков в подземный рудник. Надежно оценить величину критических оседаний невозможно из-за демпфирующей роли слоя долеритового щебня. В случае выхода из строя системы «сухой консервации», объемы водопритоков в горные выработки рудника могут возрасти до 1100-1200 м³/ч. Если при этом сохранится соотношение между долями воды, перехватываемой дренажными скважинами и перетекающей на горизонт -310 абс.м (на сегодняшний день это порядка 50% всей воды, поступающей в рудник), то затопление выработок 2 и 3 блоков неизбежно. Поэтому необходимо пересмотреть систему водоотлива рудника, обеспечив возможность перехвата части объема воды участковыми насосами на горизонтах -310 и -410 абс.м.

Определенные опасения также вызывает величина оседаний: даже при равномерном смещении всего целика с сохранением целостности противифльтрационного экрана постоянно будет нарастать столб воды между поверхностью экрана и нижней границей штольни, что, свою очередь, будет сопровождаться увеличением водопритоков в рудник. Для более достоверных прогнозных оценок состояния рудного целика необходимо развивать и совершенствовать систему гидрогеомеханического мониторинга с продолжением регулярных наблюдений за развитием геомеханических и гидродинамических процессов в предохранительном экране и окружающем его горном массиве с привязкой их к местам и срокам проведения подземных горных работ, а также выполнять дополнительные исследования гидрогеомеханической направленности в требуемых объемах.

Литература

1. Дроздов А.В., Иост Н.А., Лобанов В.В. Криогидрогеология алмазных месторождений Западной Якутии. – Иркутск: Изд-во ИГТУ, 2008. – 507 с.
2. Инструкция по безопасному ведению горных работ при комбинированной (совмещенной) разработке рудных и нерудных месторождений полезных ископаемых. РД 06 -174-97. – М., ЗАО НТЦ ПБ, 2011. – 26 с.
3. Инструкция по наблюдению за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. – М., Недра, 1988. – 112 с.
4. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Основы гидрогеомеханики. – М.: Недра, 1974. – 296 с.

Сергей Геннадиевич Черкашин, ведущий инженер-технолог лаборатории геомеханики, тел. (8 41136) 90498, 89142520136, E-mail: CherkashinSG@alrosa.ru;
Александр Викторович Дроздов, канд. геол.-мин. наук, ст.науч.сотр. лаборатории горно-геологических проблем разработки месторождений, тел. (8-41136) 92038, 89142517174, E-mail: DrozdovAV@alrosa.ru (Институт «Якутнiproалмаз» АК «АЛРОСА», г. Мирный)

УДК 622.831.322

С.А.Антонюк, С.В.Кузьмин

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ПАРНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ НА УДАРООПАСНЫХ ПЛАСТАХ

Рассмотрены вопросы определения расстояния между парными выработками на удароопасных пластах, позволяющими обеспечить эффективное их проведение и поддержание.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: целик; взаимное влияние выработок; горный удар; глубина разработки; прочность; мощность пласта.



С.А.Антонюк

С.В.Кузьмин

Как показывает практика, в настоящее время достижение высоких нагрузок на очистной забой невозможно без оставления охранных целиков для поддержа-

ния горных выработок.

На данный момент, жесточайшая конкуренция между поставщиками угля определяет постоянную необходимость повышения эффективности горных работ, совершенствования техники и технологии добычи и переработки угля. О необходимости этого говорит также неизбежное постоянное усложнение условий эксплуатации угольных месторождений. Значительная часть разведанных мировых запасов высококачественного угля сосредоточена в пластах, залегающих на больших глубинах. При отработке таких запасов короткими забоями гораздо сложнее обеспечить требуемую эффективность и безопасность горных работ, чем при отработке лавами. Это предопределяет ведущую роль лавной технологии подземной угледобычи в будущем. По мере роста угледобычи во всем мире все большее количество стран начинают отрабатывать запасы длинными забоями (лавами), которые обеспечивают наибольшую производительность. А так как отработка месторождения длинными столбами по простиранию или по падению, сопряжена с целиковой системой охраны выработок [1, 2], то тут возникает вопрос об определении расстояния между парными выработками, на мощных удароопасных пластах.

Согласно «Инструкции...» [3] ширина охранных целиков капитальных пластовых выработок со стороны будущих выработанных пространств должна быть не менее l (ширины зоны опорного давления), которая принимается по номограмме (рис. 1).

Предположим, что глубина разработки (H) равняется 400 м, а мощность пласта (m) равна 3 м, тогда зона опорного давления (l) получается равной 70 м, следовательно, ширина целика между параллельными выработками должна быть не менее $0,5l$, т.е. 35 м.

Разрешается оставлять целик меньше $0,5l$ (10 м) при условии, если после (в период) проведения первой выработки участок будущего целика приводится в неудароопасное состояние. Это значит, что при проведении подготовительных выработок в установленных прогнозом опасных зонах для предотвра-

щения горных ударов осуществляются региональные и локальные мероприятия, которые применяются с целью активного и направленного воздействия на участок удароопасного угольного массива (проходка выработок допускается БВР способом или проходческим комбайном) [4].

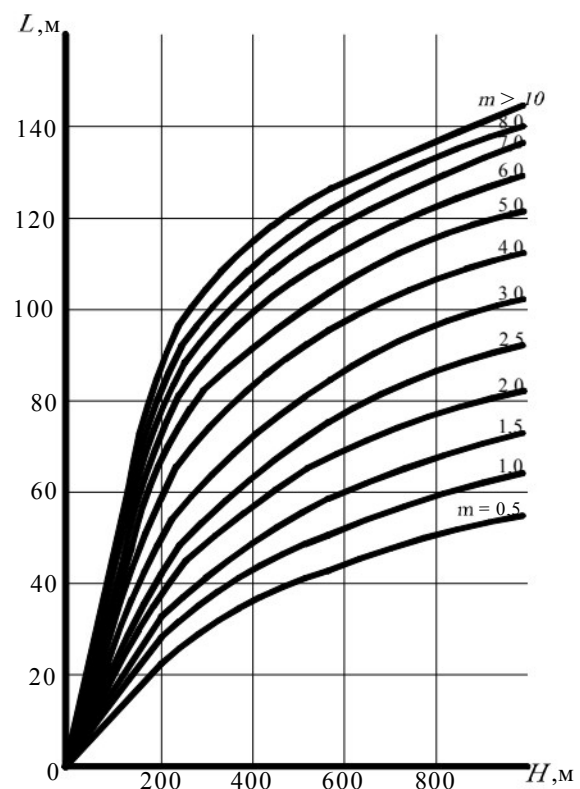


Рис. 1. Номограмма для определения ширины зоны опорного давления в зависимости от глубины разработки (H) и мощности пласта или вынимаемого слоя (m)

В итоге при принятии окончательной ширины предохранительного целика возникает ряд вопросов:

1. При ширине целика меньше $0,5l$, необходимо знать параметры разгрузки, а конкретно длину разгрузочных скважин, шпуров и т.д. и т.п.

2. Также, при ширине целика меньше $0,5l$, отсутствует гарантия, что при данной величине не будет сказываться влияние одной выработки на другую. Ведь, из-за взаимного влияния выработок друг на друга, может получиться так, что крепление не будет удовлетворять данным условиям, зоны влияния наложатся, и крепь придется усиливать [5].

Одинаковый подход к решению данной проблемы затрагивается в работах [6, 7].

В работах сказано, что протяженные участки околоствольных и вскрывающих выработок для исключения их взаимного влияния должны находиться друг от друга на расстоянии более L_d , определяемом

по формуле:

$$L_d = (b_1 + b_2)k_L,$$

где $b_1 + b_2$ – суммарная ширина взаимовлияющих выработок в проходке, м; k_L – коэффициент взаимного влияния выработок, определяемы по таблице 1 [6].

Коэффициент k_L для квершлагов, проведенных под углом 30-70° к напластованию пород, принимают как среднее между значениями первой и второй группы. При расположении выработок на расстоянии менее L_d , параллельные выработки рекомендуется проходить одновременно или с небольшим отставанием во времени (до закрепления их постоянной крепью). Однако это методика разработана для пластов не опасных по горным ударам.

3. Помимо взаимного влияния выработок и величины разгрузки, необходимо знать, хотя бы приблизительно, фактическую глубину разрушения пласта в случае горного удара. Эта физическая величина, которая зависит от таких факторов как: мощность и глубина разработки пласта, объемный вес пород кровли, площадь сечения выработки и прочность бо-

ковых пород.

Как показывает практика, зона опорного давления, для пород со средней прочностью 400-500 кгс/см², в два раза меньше значения, рекомендованного в «Инструкции...» [3], в то время как график, изображенный на рис.1, построен для труднообрушающихся пород кровли [8]. Таким образом, выбор длины зоны опорного давления, без учета прочности пород кровли, приводит к значительным потерям угля в охранных целиках.

Исходя из выше перечисленного, можно сделать вывод, что расстояние между парными выработками на удароопасных пластах принимается с большим запасом.

По нашему мнению, ширину целика между параллельными выработками необходимо принимать с учетом прочностных характеристик пород кровли, а также взаимного влияния выработок и прогнозной величины возможного разрушения приконтурного массива в случае горного удара [9].

Таблица 1

Значение коэффициента k_L

Глубина расположения выработки, м	k_L при расчетном сопротивлении $R_{c,cp}$, МПа							
	До 30	31-60	61-90	91-120 и более	До 30	31-60	61-90	91-120 и более
	Группа 1				Группа 2			
	Выработки: пластовые горизонтальные и наклонные; полевые горизонтальные, проведенные по простиранию; полевые наклонные, проведенные в пределах одного слоя породы				Полевые (квершлаг), проведенные под углом 70-90° к напластованию (простиранию) пород			
До 300	3,5	1,8	1,5	1,2	1,8	1,5	1,2	1,0
301-600	4,0	2,0	1,7	1,4	2,2	1,8	1,5	1,2
601-900	4,5	2,5	2,0	1,6	2,6	2,1	1,7	1,4
901-1200	5,0	3,5	2,5	1,8	3,0	2,5	2,0	1,5
Более 1200	5,5	4,0	3,0	2,0	3,4	2,9	2,4	1,7

Литература

1. Петухов И.М. О механизме границах защитного действия. Использование защитных пластов для борьбы с горными ударами и внезапными выбросами угля и газа: Сб. науч. тр. – Ленинград: ВНИМИ, 1966.
2. Петухов И.М., Линьков А.М., Фельдман И.А., Кузнецов В.П., Тетеревенков В.В. Защитные пласты. Издательство: Ленинград «Недра», 1972. - 424 с.
3. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам. РД 05-328-99. Утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 29.11.99 №87.
4. Руководство по предупреждению геодинамических явлений при разработке угольных пластов Баренцбургско-

- го месторождения. - Санкт-Петербург; ВНИМИ; 2009, 56 с.
5. Фисенко Г.Л. Предельные состояния горных пород вокруг выработок; М., Недра, 1975. - 272 с.
6. Рева В.Н., Мельников О.И., Райский В.В. Поддержание горных выработок; - М., Недра, 1995.- 272 с.
7. Межотраслевой научный центр ВНИМИ. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР: Издание четвертое, дополненное. Издательство: Ленинград, 1986.- 222 с.
8. Петухов И.М. Горные удары на угольных шахтах. - М.- Недра, 1972. - 222 с.
9. Розенбаум М.А., Антонюк С.А. К вопросу об определении фактической глубины разрушения в случае горного удара; - Кемерово, «Вестник КузГТУ» №3, 2014.

Сергей Анатольевич Антонюк, горный инженер, аспирант лаборатории геомеханики, тел. раб.: 8-812-328-86-54, тел. моб.: 8-906-923-3583, E-mail: Antonyuk.Sergey.90@mail.ru; Сергей Владимирович Кузьмин, горный инженер, аспирант, мл. научн. сотр. лаборатории геомеханики, тел. раб.: 8-812-328-86-54, тел. моб.: 8-904-617-88-39, E-mail: kuzmichsv87@mail.ru (Научный центр геомеханики и проблем горного производства НМСУ «Горный»)

УДК 622.8

К.И.Никуфоров

К ВОПРОСУ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ГОРИСТОЙ И ХОЛМИСТОЙ МЕСТНОСТИ

Предложен способ комбинированной (открыто-подземной) разработки месторождений полезных ископаемых в гористой и холмистой местности, позволяющий существенно снизить объемы и стоимость вскрышных работ и их вредное влияние на экологическую среду, повысить устойчивость уступов и бортов карьера, сократить сроки освоения месторождений и уменьшить потери полезных ископаемых.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: месторождение полезных ископаемых; комбинированная (открыто-подземная) разработка; устойчивость бортов карьера; выколаживание.

Современный этап развития открытых горных работ характеризуется освоением месторождений со сложными горно-геологическими и климатическими условиями, интенсификацией горных работ на основе применения оборудования повышенной единичной мощности, внедрением циклично-поточной технологии, в том числе с использованием крутонаклонного конвейерного подъема, значительным увеличением фактической и проектной глубины эксплуатируемых и проектируемых карьеров, достигающей 1000 и более метров. Глубина карьеров ежегодно увеличивается на 10-15 м и более, площадь рабочей зоны изменяется ежегодно на 5-20%, длина транспортных коммуникаций в течение сроков отработки увеличивается в 10-20 раз, трансформируются схемы вскрытия, конструкции транспортных коммуникаций, изменяются основные параметры системы разработки, высота уступа, ширина рабочей площадки, углы откосов бортов.

Следует отметить, что увеличение глубины карьеров - один из основных факторов, который приводит к уменьшению эффективности добычи руды, производительности транспортных средств, усложнению схем вскрытия и снижению устойчивости бортов.

Большинство обрабатываемых АК «АПРОСА» кимберлитовых карьеров относятся к глубоким, с большим периодом функционирования. Размеры погашенных, обрабатываемых и проектируемых карьеров варьируют в широком диапазоне – глубина отработки от 37.5 до 610 м, площадь карьерного поля по поверхности от 9 до 360 га, продолжительность отработки карьеров от 3 до 45 лет [1]. На данный период технические возможности открытого способа в условиях Западной Якутии позволяют технически осваивать глубины на крупных кимберлитовых телах с высоким содержанием алмазов до 800-850 м. При попытке увеличения глубины карьера ниже данной отметки (например, до 900 м) были получены отрицательные результаты. Это очевидно связано с тем, что, во-первых, освоение таких глубин открытым способом технически затруднено, так как требует увеличения имеющихся горно-транспортных мощностей более чем в 2 раза, во-вторых, продолжительность реконструкции карьера составляет более 17 - 20 лет с перерывом в добыче руды на срок от 8 до 12 лет. Наконец, отработка карьера на такую глубину может привести к потере руды, остающейся в бортах и под дном карьера.

При этом следует учесть, что параметры открытых горных работ находятся на грани предельных, и их оптимизация вряд ли возможна. Поэтому минимум на 6 кимберлитовых трубках планируется переход на подземную отработку подкарьерных запасов, то есть комбинированную отработку открыто-подземным способом всех разведанных запасов месторождения.

В этих условиях для повышения безопасности и эффективности разработки весьма существенное значение приобретают вопросы обеспечения устойчивости карьерных откосов на основе изучения инженерно-геологических условий месторождения и оценки степени опасности возникающих деформационных процессов при постановке бортов в конечный контур. Становится очевидной необходимость управления сдвижением и деформациями массива горных пород путем приведения во взаимное соответствие технологических параметров разработки и геомеханического состояния толщи горных пород.

Как известно, все технологические процессы, связанные с добычей полезных ископаемых открытым способом, неизбежно приводят к изменению напряженно-деформационного состояния (НДС) массива горных пород, т.е. к перераспределению напряжений в массиве и росту касательных напряжений в прибортовом массиве.

Точки в прибортовом массиве с максимумом касательных напряжений и соответствующим им максимумом деформаций сдвига образуют поверхность наибольших напряжений, которая при предельных напряжениях становится поверхностью скольжения. В зависимости от инженерно-геологических условий и горнотехнической обстановки поверхность сдвига может приобретать различный вид, от чего зависит выбор конкретной расчетной схемы, и соответствующего математического решения. Местоположение поверхности скольжения можно определить по методу, предложенному Г.Л.Фисенко [2], основанному на использовании теории сыпучей среды, или по данным маркшейдерских наблюдений, путем инклинометрических измерений в скважинах, пробуренных в оползневом массиве и др. Устойчивость массива в условиях предельного равновесия оценивается по соотношению суммарных удерживающих и сдвигающих сил по потенциальной поверхности сдвига. Тогда условие устойчивости горных пород имеет вид:

$$\sum S_i > \sum T_i, \quad (1)$$

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

где $\sum S_i$ - сумма сил, удерживающих откос от сдвига по наиболее слабой поверхности; $\sum T_i$ - сумма сдвигающих сил по этой поверхности.

Одним из известных способов повышения устойчивости бортов карьера и его уступов является выполаживание бортов уменьшение высоты или угла наклона откосов уступов [3]. К недостаткам этого способа следует отнести увеличение объемов вскрыши и площадей нарушенных земель, ухудшение экологической обстановки в горнодобывающем регионе, повышение стоимости вскрышных работ и удорожание последующей рекультивации нарушенных территорий. В этом случае при разработке месторождений полезных ископаемых в гористой и холмистой местности для вскрытия месторождения приходится дополнительно извлекать и перемещать на значительные расстояния большие объемы горных пород, слагающих холмы и горы, расположенные над месторождением. Все это в целом снижает эффективность способа.

Известен также способ повышения устойчивости бортов карьера и его уступов, включающий определение местоположения потенциальных поверхностей скольжения и укрепление контактной прочности пород по этим поверхностям путем сооружения железобетонных свай и шпон, штанг и гибких тросовых связей, защитных и железобетонных подпорных стенок или путем упрочения пород цементацией, смолизацией, силикатизацией и нагнетанием в массив других укрепляющих растворов. Среди недостатков описанного способа следует отметить высокую стоимость работ, невысокую надежность, низкую технологичность работ, ухудшение экологической обстановки горнопромышленного района, трудность осуществления на плотно застроенных склонах, где не всегда представляется возможность пробурить скважины с необходимой густотой сетки.

Существенного снижения объема и стоимости вскрышных работ и их вредного влияния на экологическую среду, повышения устойчивости уступов и бортов карьера, сокращения сроков освоения месторождений и уменьшения потерь полезных ископаемых при разработке месторождений полезных ископаемых комбинированным (открыто-подземным) способом в гористой и холмистой местности можно добиться путем более полного взаимного учета особенностей рельефа местности, их влияния на развитие геомеханических процессов в породном массиве и изменения порядка ведения горных работ по вскрытию и отработке месторождений.

Для достижения указанных целей предлагается способ, реализуемый следующим образом.

Одновременно с вскрышными работами в карьере ведутся работы по вскрытию месторождения для подземной добычи полезного ископаемого под наиболее высокой частью горы или холма. Под влиянием подземных горных работ происходит выполаживание откосов уступов и бортов карьера, что значительно повышает их устойчивость. При этом выполаживает-

ся и потенциальная поверхность скольжения, что еще больше повышает устойчивость массива горных пород, слагающих гору или холм, за счет увеличения сил, удерживающих оползневой клин от сползания и уменьшения сил, сдвигающих его.

В качестве критерия устойчивости борта карьера принимается угол наклона склона горы или холма, который сформировался в течении длительного времени под интегральным влиянием строения и свойств массива горных пород, климатических условий и других особенностей осваиваемой территории. Поэтому подземные горные работы в зоне влияния на борт карьера ведутся в два этапа. На первом этапе эти работы ведут к выполаживанию борта карьера, обеспечивающему безопасную и эффективную отработку месторождения открытым способом. На втором этапе, после завершения работ открытым способом вблизи борта карьера, производится отработка оставшихся запасов подземным способом. При этом нерабочий борт карьера принимает положение, примерно параллельное склону горы или холма, существовавшему до начала ведения горных работ. Для этого из точки в основании склона горы или холма, где заканчивается кривизна и начинается прямолинейная часть склона, т.е. где склон пересекается горизонтальной поверхностью, проводится линия в сторону залежи полезного ископаемого под граничным углом до пересечения ее с залежью. Полученная точка пересечения принимается за границу между открытыми и подземными горными работами на первом этапе их осуществления. Рассчитываются и наносятся на вертикальный разрез ожидаемые сдвигения от подземных горных работ. Вычитанием полученных величин оседаний из контура склона до подработки получается его контур после подработки. Как видно из рис.1, верхняя половина склона под влиянием подземных горных работ стала более пологой, а весь склон более устойчивым.

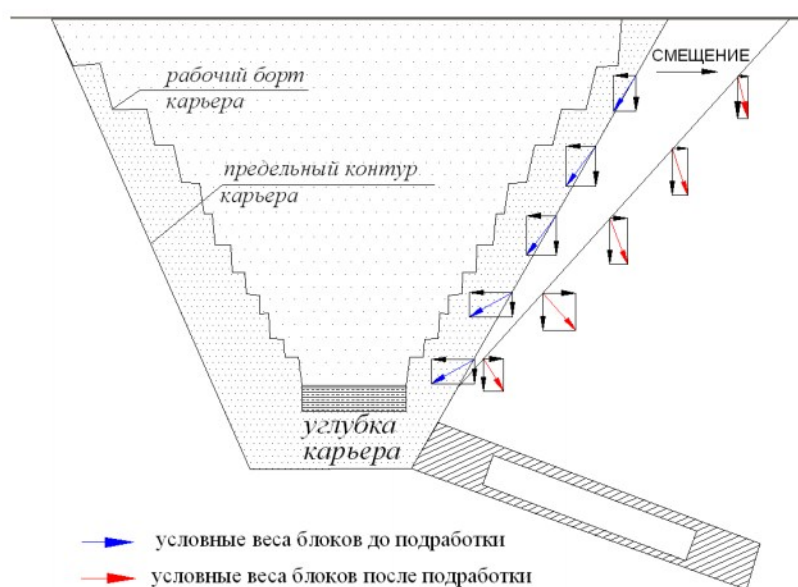


Рис.1

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

После этого либо продолжают работу в карьере, сохраняя приданную ему устойчивость борта, либо полностью переходят на подземную добычу полезного ископаемого, либо повторяют цикл перечисленных выше операций. Повышение устойчивости достигается за счет выколаживания бортов карьера и склонов горы или холма, поворота векторов в сторону массива и уменьшения нагрузки на потенциальную поверхность скольжения.

Таким образом возможно значительно снизить объемы и стоимость вскрышных работ и их вредное влияния на экологическую среду, повысить устойчивость уступов и бортов карьера, сократить сроки освоения месторождений и уменьшить потери полезных ископаемых.

Литература

1. Ганченко М.В., Акишев А.Н., Бахтин В.А. Определение границ и оптимизация технологических параметров открытых горных работ – 2005 // Горный журнал. – № 7. – с.77-80.
2. Фисенко Г. Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. - М.: Недра, 1965. - 378 с.
3. Певзнер М.Е., Иофис М.А., Попов В.Н. Геомеханика: Учебник для вузов - М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2008. – 438 с.
4. Певзнер М.Е. Деформации горных пород на карьерах. М.: Недра, - 1992 г. - 235 с.
5. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов, строящихся и эксплуатируемых карьеров.- Л.: ВНИМИ, 1972 – 165 с.

Константин Игоревич Никифоров, мл.науч.сотр., ИПКОН РАН, тел.(495) 360-49-04, E-mail: kostikus095@mail.ru

УДК 622.831; 622.2; 622.235

М.В.Рыльникова, В.А.Еременко, Е.Н.Есина, Д.Н.Радченко

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОН КОНЦЕНТРАЦИИ ЭНЕРГИИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГОРНОГО МАССИВА*

На основе проведенных исследований методом численного моделирования и обработки результатов многолетних натуральных наблюдений, выполненных методами регионального и локального контроля, за напряженно-деформированным состоянием массива горных пород, установлены закономерности формирования зон концентрации энергии деформирования массива горных пород, которые могут использоваться для и извлечения и преобразования энергии горного массива в электрическую. Определены зоны и значения коэффициента концентрации напряжений и деформаций в различных горно-геологических, геомеханических и горнотехнических условиях освоения месторождений твердых полезных ископаемых.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рекуперация энергии; напряженно-деформированное состояние; массив; горные породы; численное моделирование; напряжения; деформации; коэффициент концентрации; боковое давление; разгрузочная полость.

* Работа выполнена в рамках государственного контракта Российского научного фонда – грант №14-17-00255.

Подземные горные работы, проводимые на месторождениях с целью добычи твердых полезных ископаемых, нарушают сплошность горного массива [1, 2]. Перераспределяется природное поле напряжений, формируются зоны концентрации и разгрузки в конструктивных элементах горнотехнических систем в массиве вблизи контура горных выработок по всему периметру обнажений [3-5]. На значительных расстояниях от выработок и очистного пространства наблюдаются смещения, из-за неравномерности которых происходит изменение напряженного состояния и деформирование массива. Наблюдаются квазистатические проявления горного давления, которые происходят в течение длительного времени (рис. 1а). Технологические и массовые взрывы инициируют выделение в горном массиве сейсмической энергии и провоцируют динамические проявления горного давления, происходящие с мгновенным выделением огромной энергии, которая потенциально может быть преобразована в электрическую (рис. б).

Горные предприятия потребляют до 10% всей производимой в горнодобывающих странах электроэнергии. Снижение энергетических затрат на произ-

водство основных и вспомогательных технологических процессов, а также преобразование энергии колебаний и деформаций горного массива в иной вид энергии являются перспективным направлением ресурсосбережения и повышения эффективности функционирования горнотехнических систем. В процессе подземной разработки месторождений полезных ископаемых, управляя энергией массива горных пород, появляется возможность ее использования в качестве собственного дополнительного источника механической и электрической энергии [6-8]. Проведение исследований в данной области имеет свои особенности. Например, контролировать и оперативно управлять процессами деформирования массива в ходе подземной разработки месторождений на больших глубинах весьма сложно и ответственно. Большие значения горного давления, например, на глубине 1000 м оно достигает 150 МПа и более, определяют особые требования к устройствам для сбора и преобразования энергии. Они должны обладать повышенной несущей способностью, высокой прочностью, а также иметь возможность передвигаться вслед за развитием фронта горных работ.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

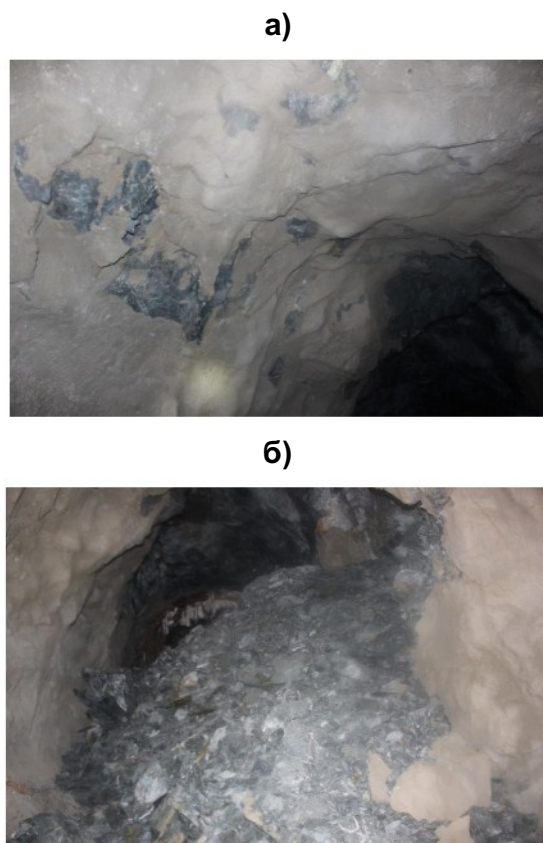


Рис.1. Статические (шелушение) и динамические проявления горного давления в ортах Абаканского рудника (Хакасия) (гор. – 200 м, глубина 700 м)

После вскрытия на месторождении горными выработками рудного участка, массив, в большей степени обладающий потенциальной квазистатической энергией, начинает активизироваться с выделением значительных объемов кинетической энергии. Массив смещается, деформируется, разгружается с проявлением наведенной трещиноватости вплоть до полного разрушения. Наибольшее влияние оказывают взрывные работы, а также накопленные на рудниках технологические подземные пустоты.

Применение способов рекуперации энергии с установкой в техногенных подземных пустотах энергетических «ловушек» и устройств для передачи энергии горного массива позволяет преобразовывать механическую энергию в электрическую. Для эффективного применения данного способа целесообразно использовать несущую способность горного массива в окрестностях выработок, учитывать величину месторасположение зон повышенных упругих и неупругих деформаций горных пород, а также значения резонансных колебаний массива, создаваемых, например, виброустановками.

Рекуперировать энергию горного давления возможно с применением нескольких вариантов нарушения природной сплошности массива горных пород. Например, при проходке горной выработки в ней превентивно устанавливаются перед забоем непосредственно в зоне ведения проходческих или очистных работ специальные устройства различной конструкции. Эти устройства циклично передвигаются вслед за развитием фронта горных работ. При этом работа деформирования массива с максимальными смеще-

ниями до стадии релаксации напряжений преобразуется в электрическую энергию. Например, устройства для сбора и преобразования энергии могут входить в систему временной или постоянной горной крепи преимущественно тяжелого вида. После набора крепью полной несущей способности эти устройства демонтируются и устанавливаются в систему в следующем цикле крепления.

Второй вариант преобразования энергии деформирования горного массива в электрическую предусматривает формирование разгрузочных полостей в районе выработок малого или большого сечения (камер) в структурно нарушенных и удароопасных массивах. Этот вариант базируется на разгрузке контура горных конструкций от действия повышенных напряжений. Для преобразования механической энергии массива горных пород при разгрузке возможно использовать пьезоэлектрические преобразователи. В последующем производится демонтаж преобразователей энергии и передаточных устройств для циклического их перемещения в пространстве. В этом случае разработанное технологическое решение позволяет решить две весьма актуальные задачи: разгрузить массив горных пород от действия повышенных напряжений и преобразовать энергию деформирования пород под действием горного давления в электрическую энергию.

В качестве энергоносителя используется энергия деформируемого массива горных пород (механическая энергия), зоны концентрации которой формируются при техногенном нарушении сплошности массива в условиях действия вертикальных гравитационных и горизонтальных тектонических напряжений. Специальное устройство для преобразования энергии могут устанавливаться в зоне ведения очистных, подготовительных, нарезных работ и др. Рабочие поверхности устройства для сбора энергии ориентируются перпендикулярно направлению действия максимальных главных напряжений и соответственно смещений горного массива.

Для эффективности работы разрабатываемого способа необходимо обеспечить наиболее полное и комплексное извлечение энергоресурсов. Полнота извлечения достигается при работе оборудования в массивах, в которых регистрируются максимальные смещения приконтурной части выработанного пространства (структурно нарушенных и напряженных массивах, в условиях развития пластических деформаций, повышенных амплитуд смещений и т.п.). Устройства для преобразования энергии в удароопасных массивах должны обладать повышенной прочностью, учитывая высокие значения горного давления. Например, при аккумуляции механической энергии внешнего сейсмического воздействия на упругую систему энергоносителя в удароопасных массивах и при совпадении частоты колебаний внешнего воздействия и собственных колебаний массива возможен резонансный эффект, который проявляется в интенсивном росте амплитуды колебания горного массива по сравнению с внешним воздействием. Разрабатывае-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

мый способ также перспективно использовать в зонах тектонических нарушений, в том числе в сейсмоактивных регионах.

Применение разрабатываемого способа включает несколько этапов подготовки в массивах горных пород:

1. Процесс образования в зонах концентрации напряжений и деформаций технологических пустот в виде выработок, камеры, скважин и пр.

2. Установка в этих пустотах специального оборудования, способного собирать и преобразовывать энергию деформирования горного массива.

3. Воздействие на участки сбора и преобразования энергии посредством проведения специальных технологических мероприятий, например, взрыв, вибрация, упругие колебания, создаваемые горным оборудованием и др.

Для эффективного применения разрабатываемого способа проведены теоретические и экспериментальные исследования по установлению закономерностей напряженно-деформированного состояния массивов горных пород в части выявления «энергетических центров» - потенциальных источников получения электроэнергии при различных горно-геологических, геомеханических и горнотехнических условиях.

Определение местоположения зон концентрации напряжений и коэффициента бокового давления при проходке горизонтальных и вертикальных выработок камер

Горные выработки – вскрывающие, подготовительные, нарезные, очистные, - являются основными элементами горных конструкций, которые используются в шахте для извлечения полезных ископаемых. В процессе развития горных работ на месторождениях, особенно с глубиной, появляются признаки горного давления. Наиболее достоверные сведения о напряженно-деформированном состоянии массива горных пород получают путем проведения натуральных измерений в шахтах и рудниках [9].

Проведение аналитических исследований с использованием численного моделирования позволяет на стадии проектирования определить местоположение зон концентрации напряжений для условий гравитационного, гидростатического и гравитационно-тектонического природного поля напряжений с изменяющимся значением коэффициента бокового давления.

Расчеты выполнялись методом граничных сингулярных интегральных уравнений [10-12] на примере протяженной горизонтальной и вертикальной выработки (камеры) размером 4×3,5×16 м (ширина – высота – длина). Массив горных пород представлен упругим изотропным материалом с механическими свойствами руд и пород Таштагольского месторождения, которое обрабатывается этажной системой разработки с массовым обрушением руды и этажно-камерной с закладкой. Для горизонтальной выработки: ось X ориентирована по простиранию (длина), Z – высота и Y – ширина. Для вертикальной выработки задавалось исходное гравитационно-тектоническое поле напряжений:

$\sigma_x^0 = \sigma_y^0 = \lambda \gamma H$; $\sigma_z^0 = \gamma H = 1$. (камеры): ось X – ширина по простиранию, Z – высота выработки и Y – ширина вкост простирания. Расчеты выполнялись с изменением значений коэффициента бокового давления $\lambda=0,5$; 1; 2; 3 и 5 с расчетом коэффициентов концентрации соответствующих компонент напряжений K_x , K_y и K_z .

Для определения коэффициента концентрации рассчитывается компонента тензора напряжений в горизонтальном (σ_x) и вертикальном направлении (σ_z) по линии L, направленной вдоль горизонтальной (рис.2, 3) и вертикальной выработки (рис.4, 5) вглубь массива, от центра забоя.

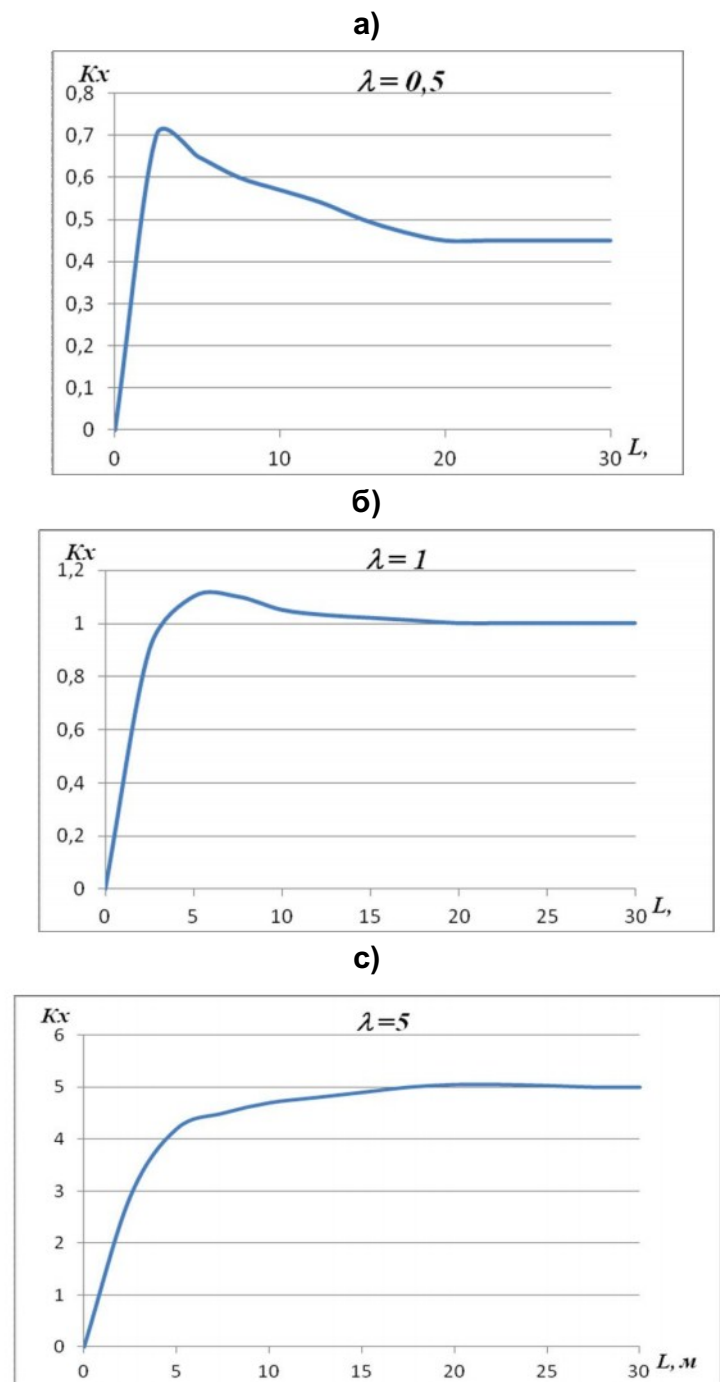


Рис. 2. Коэффициент концентрации горизонтальных напряжений в направлении вдоль горизонтальной выработки в условиях гравитационного (а), гидростатического (б) и гравитационно-тектонического (в) исходного поля напряжений. λ - коэффициент бокового давления; K_x - коэффициент концентрации σ_x

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

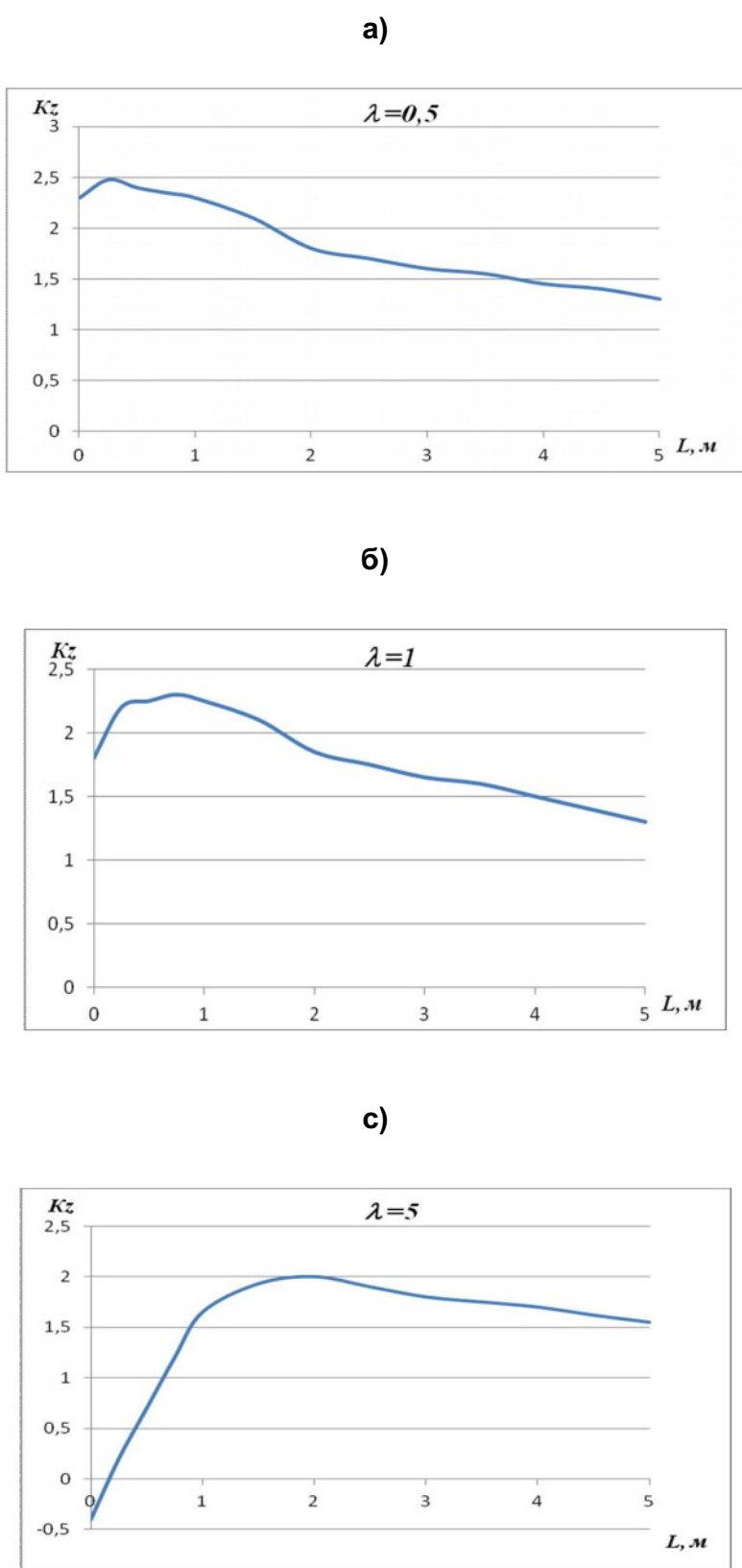


Рис. 3. Коэффициент концентрации вертикальных напряжений в направлении вдоль горизонтальной выработки в условиях гравитационного (а), гидростатического (б) и гравитационно-тектонического (в) исходного поля напряжений. λ - коэффициент бокового давления; K_z - коэффициент концентрации σ_z

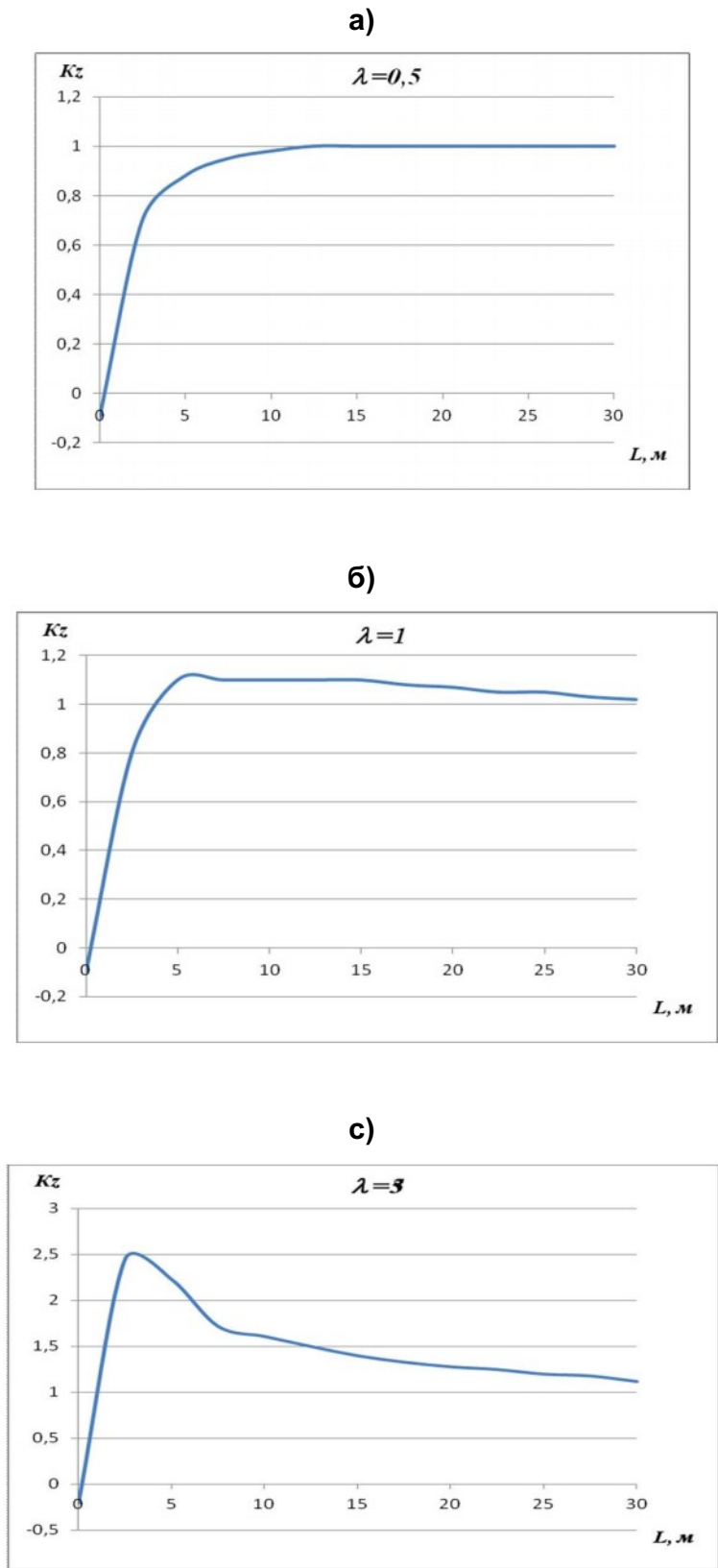


Рис. 4. Коэффициент концентрации вертикальных напряжений по направлению вдоль вертикальной выработки в условиях гравитационного (а), гидростатического (б) и гравитационно-тектонического (в) исходного поля напряжений. λ - коэффициент бокового давления; K_z - коэффициент концентрации σ_z

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

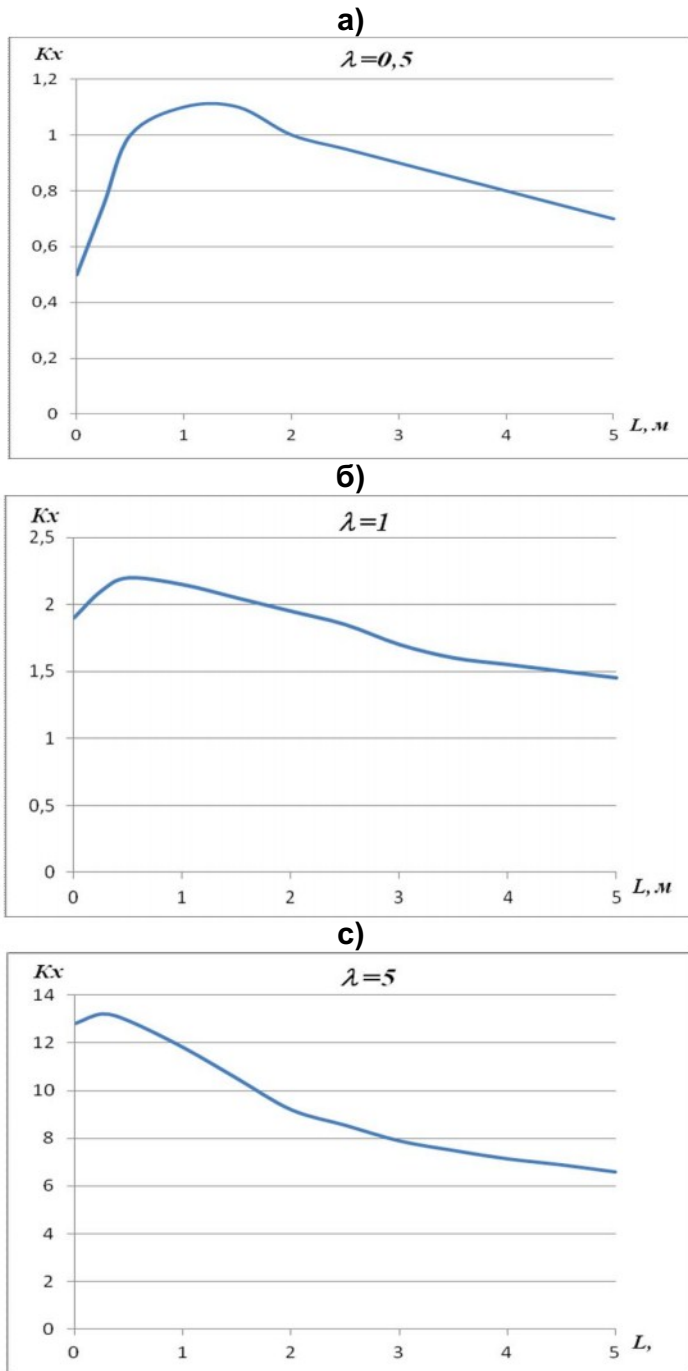


Рис.5. Коэффициент концентрации горизонтальных напряжений в направлении вдоль вертикальной выработки в условиях гравитационного (а), гидростатического (б) и гравитационно-тектонического (в) исходного поля напряжений. λ - коэффициент бокового давления; K_z - коэффициент концентрации σ_z

Установлено, что при проходке горизонтальной выработки с ростом горизонтальных напряжений в нетронутом массиве увеличивается зона влияния выработки на напряженное состояние массива.

Вертикальные напряжения (опорное давление) в зоне концентрации наибольшее значение имеют при минимальном коэффициенте бокового отпора $\lambda=0,5$. Коэффициент концентрации принимает максимальное значение 2,5 на расстоянии не более 0,25 м от контура выработки. С увеличением бокового давления в природном поле максимум уменьшается, отдаляясь от контура выработки.

Сравнение значений концентраций вертикальных и горизонтальных напряжений позволило установить, что при проходке горизонтальной выработки в

массиве вблизи ее забоя формируется зона концентраций вертикальных напряжений, максимальные значения которых уменьшаются с ростом горизонтальной составляющей тензора напряжений в исходном поле.

При проходке вертикальной выработки установлено, чем больше горизонтальная составляющая тензора напряжений в нетронутом массиве, тем на меньшем расстоянии от забоя выработки формируется зона концентрации вертикальных напряжений. Коэффициент концентрации вертикальных напряжений K_z , например, для $\lambda=5$ равен 2,5, т.е. в два раза меньше, чем коэффициент бокового давления. С увеличением бокового давления в нетронутом массиве максимальные значения коэффициента концентрации горизонтальных составляющей тензора напряжений увеличиваются, а расстояние до формируемой зоны концентрации горизонтальных напряжений от краевой поверхности выработки уменьшается.

Сравнение значений концентраций вертикальных и горизонтальных напряжений позволило установить, что при проходке вертикальной выработки в районе дна формируется зона концентрации максимальных горизонтальных напряжений, при этом горизонтальные напряжения превышают вертикальные, более чем в пять раз, и их значения достигают $13\gamma H$ при $\lambda=5$ [4].

Результаты расчетов позволили утверждать, что в массивах с гравитационно-тектоническим исходным полем напряжений впереди фронта очистных работ формируется зона концентраций горизонтальных напряжений. Значения напряжений и местоположение зон их концентрации подтверждены результатами проведенных экспериментальных исследований в натурных условиях с применением методов регионального и локального контроля за напряженно-деформируемым состоянием массива горных пород на руднике (рис.6, 7).

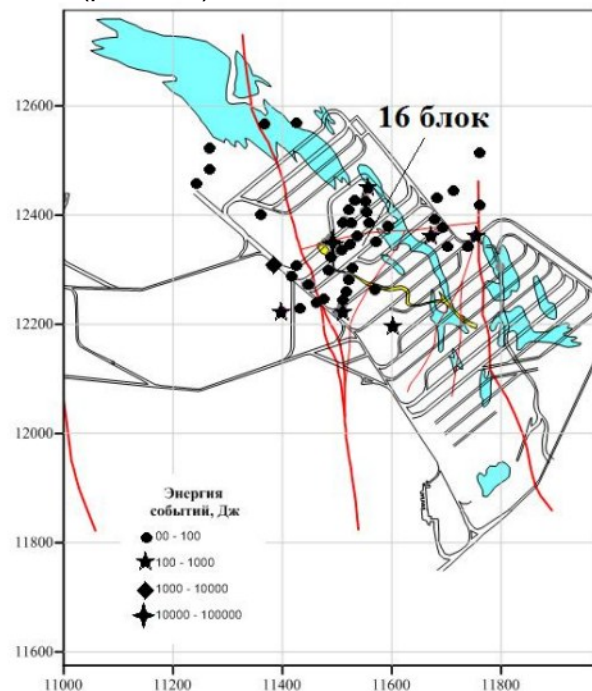


Рис.6. Зарегистрированные сейсмическим методом толчки после массового взрыва блока №16 в этаже $-350 \div -280$ м участка Восточный Таштагольского месторождения (глубина 890 м от земной поверхности). $11000 \div 11800 - 11600 \div 12600$ - координаты участка, м

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Следует отметить, что изменение упругих свойств массива горных пород, закладываемых в численную модель, приводит к перераспределению значений коэффициента концентрации напряжений, но общие закономерности зон их формирования сохраняются.

Для условий упругого деформирования массива горных пород разработаны рекомендации по опреде-

лению мест установки устройств для сбора и преобразования энергии в зонах концентрации напряжений – «энергетических центрах» в окрестностях горизонтальных и вертикальных выработок (табл.1, 2). Рабочие поверхности этих устройств рекомендуется ориентировать перпендикулярно направлению действия максимальных напряжений в массиве горных пород.

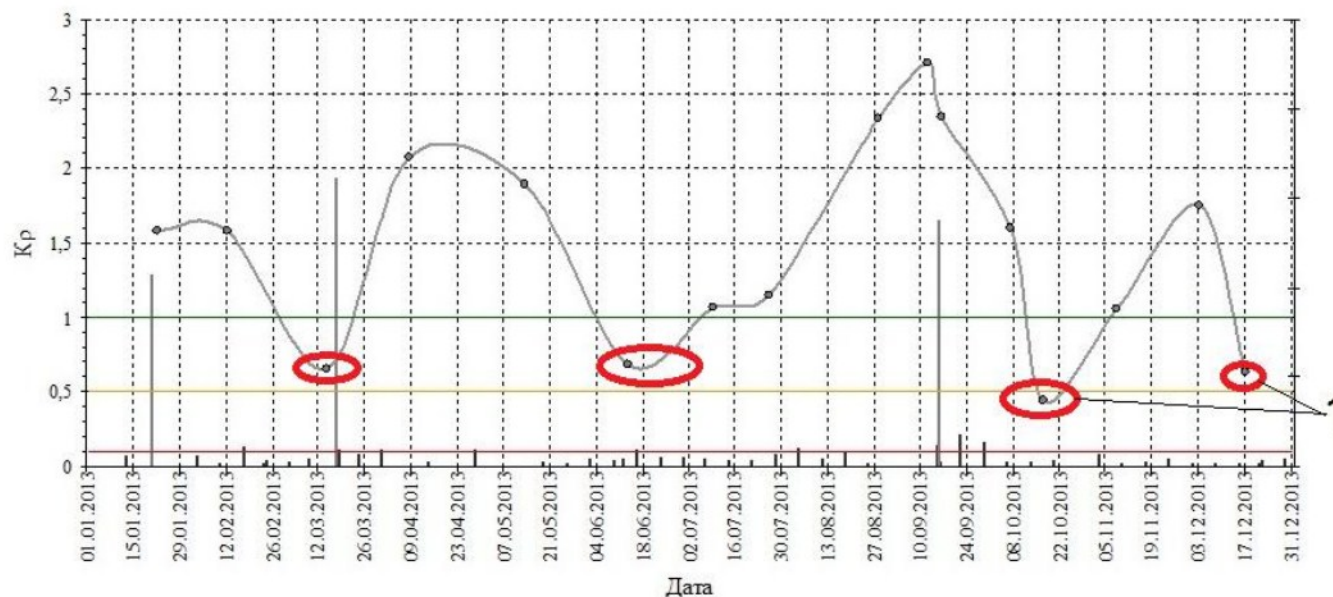


Рис.7. Результаты измерений коэффициента электрометрии (K_p) в северо-западном полевом штреке Таштагольского месторождения на гор. –280 м на глубине 820 м от земной поверхности.
1 – концентрация напряжений в процессе сжатия массива горных пород

Таблица 1

Характеристики зон максимальных концентраций напряжений вблизи горизонтальной выработки

Исходное напряженное состояние	Максимальное значение коэффициента концентрации вертикальных напряжений, K_z	Расстояние до зоны концентрации напряжений от центра забоя выработки, L_1 , м	Максимальное значение коэффициента концентрации горизонтальных напряжений, K_x	Расстояние до зоны концентрации напряжений от центра забоя выработки, L_2 , м
Гравитационное $\lambda = 0,5$	2,5	0,3	0,7	3
Гидростатическое $\lambda = 1$	2,3	1	1,1	6
Гравитационно-тектоническое $\lambda = 2$ $\lambda = 3$ $\lambda = 5$	2,2	1,5	2,1	20
	2,1	1,5	3	20
	2	2	5	20

Таблица 2

Характеристики зон максимальных концентраций напряжений вблизи вертикальной выработки

Исходное напряженное состояние	Максимальное значение коэффициента концентрации вертикальных напряжений, K_z	Расстояние до зоны концентрации напряжений от центра забоя выработки, L_1 , м	Максимальное значение коэффициента концентрации горизонтальных напряжений, K_x	Расстояние до зоны концентрации напряжений от центра забоя выработки, L_2 , м
Гравитационное $\lambda = 0,5$	1	12	1,1	1,5
Гидростатическое $\lambda = 1$	1,1	6	2,2	0,5
Гравитационно-тектоническое $\lambda = 2$ $\lambda = 3$ $\lambda = 5$	1,3	3	5	0,3
	1,8	3	7,5	0,3
	2,5	3	13	0,3

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Исследование напряженного состояния массива горных пород в окрестности выработки с формированием разгрузочной полости

Размеры и форма поперечного сечения выработок и сформированных из них разгрузочных полостей оказывают влияние на процессы деформирования массива. Проведены исследования по определению влияния формы разгрузочной полости и ее местоположения на напряженно-деформационное состояние массива горных пород. Эта полость проходится для разгрузки массива вблизи одиночной выработки, и в ней предусмотрена установка пьезоэлектрических преобразователей механической энергии в электрическую для направления ее в рудничную электрическую сеть. Разгрузочная полость высотой 1 м располагалась в кровле, почве и бортах выработки.

Задавалось исходное гидростатическое напряженное состояние поле напряжений в массиве горных пород Орловского месторождения полиметаллических руд (Северный Казахстан), с глубины 600 м отнесенное к склонным по горным ударам. Оработка рудных запасов на месторождении производится системами разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства в нисходящем и восходящем порядке, а также камерно-целиковой системой с твердеющей закладкой. Физико-механические свойства окolorудной зоны приняты по данным предприятия. Рассматривались условия развития горных работ до глубины 700 м.

Наблюдения в шахте за состоянием контура выработок показали, что при закрепленной кровле в её бортах наблюдаются обрушения и расслоения. Это свидетельствует о том, что вертикальные сжимающие напряжения в бортах выработки превышают предел прочности массива на сжатие (18 МПа). Напряженное состояние в окрестности одиночной выработки определялось с помощью численного моделирования и характеризуется формированием в бортах и кровле области неупругих деформаций.

Наиболее благоприятная геомеханическая ситуация в приконтурной части выработки создается при придании разгрузочной полости дугообразной формы (рис.8). В этом случае в бортах выработки вертикальные сжимающие напряжения не превышают 7 МПа (рис.8б); в то же время, в кровле выработки принципиальных изменений не происходит (рис.8а).

Наличие разгрузочных полостей на удалении 4 м от бортов выработки снижает устойчивость ее бортов. С ростом вертикальных напряжений зоны неупругих деформаций увеличиваются и охватывают борта выработки. Установлено, что создание вокруг одиночной выработки с размерами 4×4 м разгрузочной полости высотой 1 м дугообразной формы на удалении 6 м от ее кровли позволяет повисить устойчивость бортов и уменьшить зону неупругих деформаций. Наличие ослабленной зоны (например, обводненной) в окрестности выработки на глубину от 0,5 до 2 м и более вызывает частичное разрушение свода и бортов выработки, но не приводит к дальнейшему разрушению приконтурной ее части, при

этом рост глубины расположения разгрузочной щели приводит к росту неупругих деформаций определяется зависимостью, согласно данным рис.9.

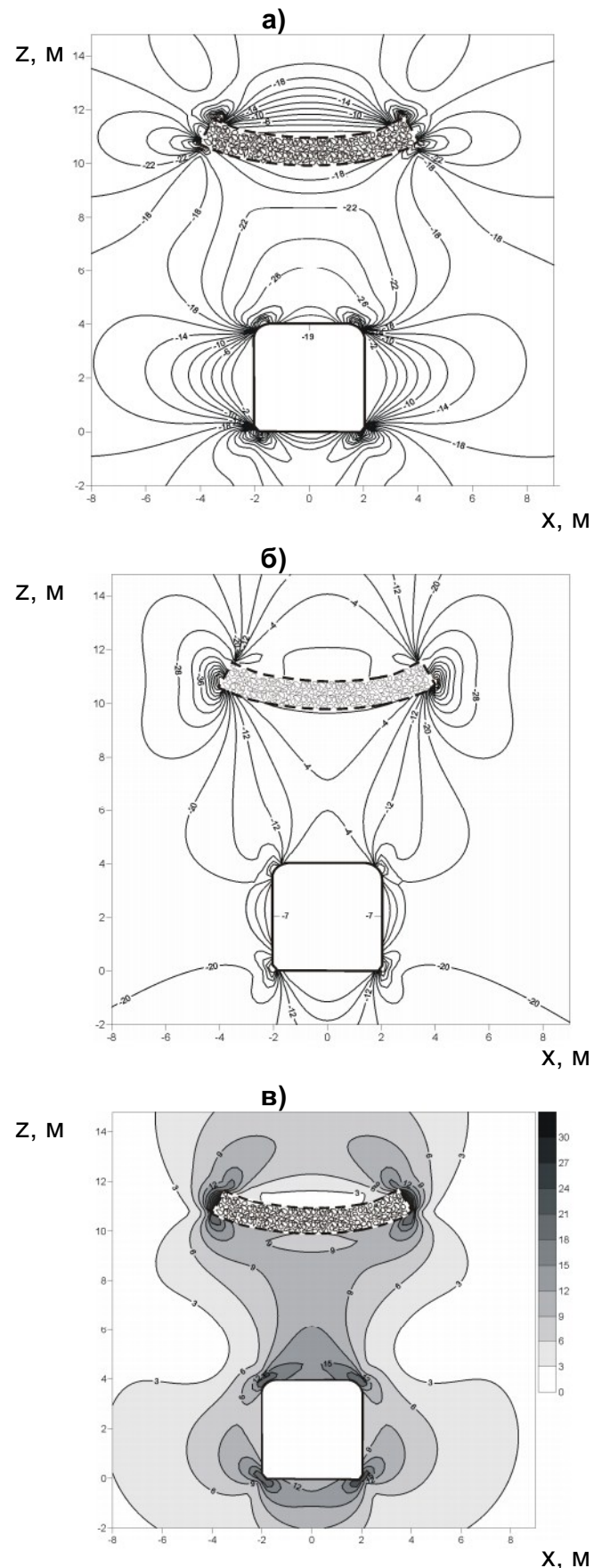


Рис.8. Изолинии горизонтальных σ_x (МПа) (а), вертикальных σ_z (МПа) (б) и касательных τ (МПа) (в) напряжений в окрестностях одиночной выработки при сформированной на удалении 6 м от её кровли разгрузочной полости дугообразной формы протяженностью 8 м высотой 1 м

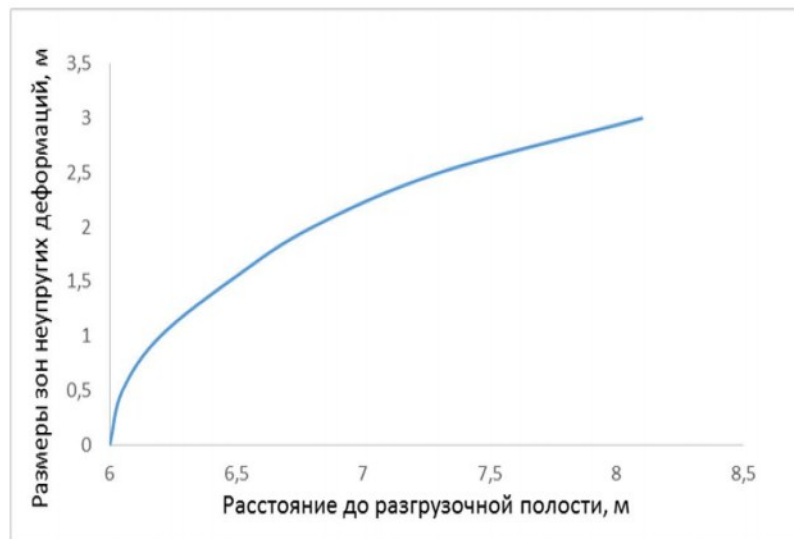


Рис.9. Влияние глубины расположения разгрузочной полости на размеры зоны неупругих деформаций

Проведенные методом численного моделирования исследования позволили установить закономерности распределения зон концентрации энергии деформирования горного массива под действием сил горного давления. Эти зоны формируются в результате разгрузки массива горизонтальными и вертикальными выработками. Местоположение зон подтверждено методами регионального и локального контроля при разработке рудных месторождений с применением систем с обрушением руды и с закладкой выработанного пространства.

Литература

1. Курленя М.В., Серяков В.М., Еременко А.А. *Техногенные геомеханические поля напряжений*. - Новосибирск:

Наука, 2005. – 264 с.

2. Еременко А.А., Еременко В.А., Гайдин А.П. *Совершенствование геотехнологии освоения железорудных удароопасных месторождений в условиях действия природных и техногенных факторов*. — Новосибирск: Наука, 2008. — 312 с.

3. Рыльникова М.В., Зотеев О.В. *Геомеханика*. М.: изд. дом «Руда и металлы», 2003. — 240 с.

4. Слесарев В. Д. *Механика горных пород и рудничное крепление*. – М.: Углетехиздат, 1948. – 304 с.

5. Еременко В.А., Гахова Л.Н., Семенякин Е.Н. *Формирование зон концентрации напряжений и динамических явлений при отработке рудных тел Таштагольского месторождения на больших глубинах // ФТПРПИ*. – 2012. - №2. – С. 80-87.

6. Patent № CN2011245417U 20110224. 02.11.2011. *Mine energy regeneration wireless sensor / CHINA UNIVERSITY OF MINING & TECHNOLOGY*.

7. Patent № GB19870013576 19870610. 03.02.1988. *A METHOD AND SYSTEM FOR THE PRODUCTION OF ELECTRICAL ENERGY BY MEANS OF A PRESSURE MEDIUM / HERMANN HEMSCHEIDT MASCHINENFABRIK GMBH & CO*.

8. Пат. № 2377413 РФ. Оpubл. 29.10.2008. Бюл. №3. *СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ДРУГИХ ВИДОВ ЭНЕРГИЙ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МАССИВА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ / В.М. Серяков, В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова и др.*

9. Макаров А.Б. *Практическая геомеханика. Пособие для горных инженеров*. – М.: Издательство «Горная книга», 2006. – 391 с.

10. *Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости // под ред. Купрадзе В.Д.* – М.: Наука, 1976.

11. Gakhova L.N. *Solving problems of stressed states of a mass having block structure / Geocology and Computers*. - Moscow: Balkema. - 2000.

12. V.D.Baryshnikov, L.N.Gakhova. *Estimating and Forecasting the Parameters of Technogenic Faulting Zones Around Mine Workings // Proceedings of the 6th International Conference on Physical Problems of Rock Destruction*. – China: Metallurgical Industry Press. – 2009. – pp.114 – 117.

Марина Владимировна Рыльникова, д-р техн. наук, профессор, зав. отделом, E-mail: rylnikova@mail.ru;
 Виталий Андреевич Еременко, д-р техн. наук, вед. научн. сотр., E-mail: eremenko@ngs.ru;
 Екатерина Николаевна Есина, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., E-mail: esina555@list.ru;
 Дмитрий Николаевич Радченко, канд. техн. наук, ст. научн. сотр., E-mail: mining_expert@mail.ru
 (Институт проблем комплексного освоения недр РАН, Москва, Россия)

УДК 622.1:528; 550.814

Ю.И.Кантемиров

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОСМИЧЕСКОЙ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ В ВОПРОСАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ЗОН ПРИ ВЕДЕНИИ РАБОТ, СВЯЗАННЫХ С ПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕДРАМИ

Показана возможность картирования компонент полного вектора смещений точек земной поверхности по данным её космических съёмок радарными с синтезированной аппаратурой (метод дифференциальной РСА интерферометрии), а также применение этого метода в условиях наличия толщ многолетнемерзлых пород в районах разработки месторождений углеводородного сырья.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: космическая радарная интерферометрия; разработка месторождений полезных ископаемых; полный вектор смещений точки; геокриологические условия.



Технология радарной интерферометрии была предложена в 1971 г. в качестве метода получения матриц высот земной поверхности [1].

Сегодня указанная технология активно используется, в т.ч. и при мониторинге смещений (как вертикальных, так и горизонтальных) земной поверхности на месторождениях углеводородного сырья. Так, спутниковая радарная интерферометрия применяется на месторождениях Кувейта, Ирана, США, Канады, Омана, Казахстана и др. [2-8]. Метод дифференциальной РСА интерферометрии при ведении такого мониторинга успешно применяется и в России: Тюменская, Волгоградская, Иркутская области, Республика Якутия, Красноярский, Пермский край и др. [9-12].

Время от времени в периодических научно-технических изданиях по маркшейдерскому делу появляются публикации, критикующие применение метода дифференциальной РСА интерферометрии при мониторинге проявлений процесса сдвижения земной поверхности, а также геодинамических и геокриологических процессов на площадях горных отводов.

Рассмотрим отдельные аспекты применения технологии радарной интерферометрии на примере замечаний, представленных в [13,14].

В [13] даётся утверждение: «Определение полного вектора смещений в форме трёх составляющих: например, вверх (up), на север (n) и на восток (e) в рамках только РСА интерферометрии (без дополнительных данных) принципиально невозможно».

Раскроем необоснованность этого утверждения.

1) Направление вверх (up). Известно, что угол космической съёмки с использованием РСА зависит от цели съёмки и выбирается при планировании. При минимально возможных углах съёмки от вертикали ($20-25^\circ$) делением полученной карты смещений в направлении линии визирования радара на косинус угла съёмки ($\cos 25^\circ$ имеет значение 0,9) получить вертикальную компоненту смещений земной поверхности возможно.

Точность вертикальной компоненты смещений увеличивается при использовании съёмок, как на восходящем, так и на нисходящем витках орбиты. Здесь вертикальные смещения определяются путём суммирования векторов смещений в направлениях двух разных линий визирования (восходящего и нисходящего витка орбиты радарного спутника).

2) Направление на север (n). Существует технология «Multi-Aperture Interferometry (MAI)» [15-16], с помощью которой вместо одной интерферограммы строится две или несколько «вперед-смотрящих» (forward-looking) и «назад-смотрящих» (backward-looking) интерферограмм, что позволяет замерять смещения земной поверхности в направлении движения радарного спутника (т.е. горизонтальную компоненту «север-юг»). На рис.1 дана схема работы метода MAI.

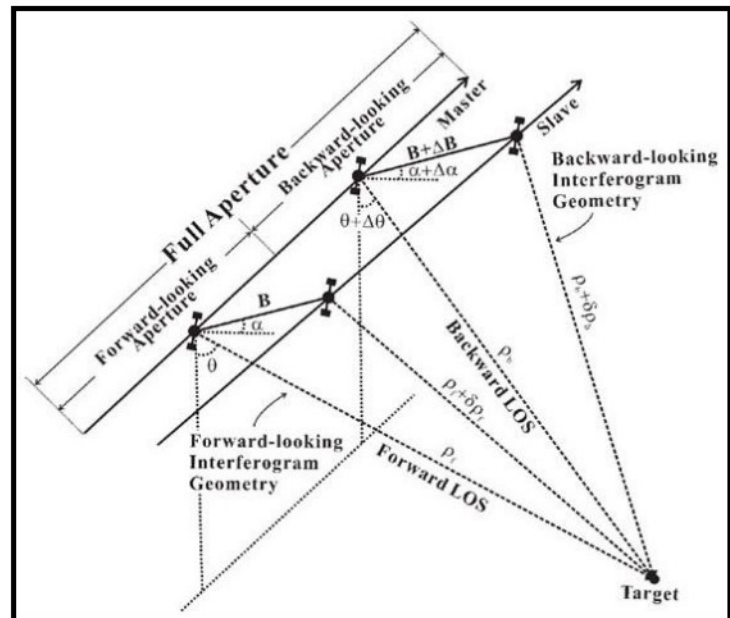


Рис. 1. Схема реализации технологии мультиапертурной интерферометрии [15-16]

3) Направление на восток (e). Горизонтальные смещения в направлении на восток выявить возможно, рассчитав векторную сумму смещений, полученных из интерферограмм на восходящем и на нисходящем витках орбиты.

Таким образом, используя только лишь радарную интерферометрию, картировать все три компоненты полного вектора смещений земной поверхности возможно.

На примере содержания работы [13] раскроем ещё одно заблуждение, связанное с комплексированием различных методов наблюдений за смещениями земной поверхности – традиционных геодезических, спутниковых геодезических и космических радарных: «автономное использование интерферометрических данных ... невозможно без комплексирования с наземными методами геодезических наблюдений».

Часто термин «комплексирование» понимается как использование данных нивелирования или диф-

ференциальных GPS-наблюдений в процессе интерферометрической обработки радарных снимков, что неверно. Принципиально важно, что эти данные можно, но не обязательно использовать в процессе интерферометрической обработки. Преимущество радарной интерферометрии заключается как раз в том, что это - независимый метод наблюдений за смещениями. На практике радарные снимки обрабатываются сами по себе, никакие дополнительные данные (за исключением цифровой модели рельефа местности, которая тоже может быть получена по радарным интерферометрическим данным) не привлекаются. По окончании обработки, после получения радарных карт смещений земной поверхности, возможен их сравнительный анализ с данными нивелирования и дифференциальных GPS-наблюдений. Такой сопоставительный анализ направлен на получение наиболее полной информации о смещениях земной поверхности, использование которой позволяет устанавливать проблемные участки, динамику поведения опасных зон, оптимизировать систему наземных наблюдений и т.д.

Дискуссионным также является вопрос необходимости установки на местности угловых отражателей (УО) радарного сигнала при выполнении работ по космическому радарному мониторингу смещений земной поверхности. Автор имеет опыт установки УО на Уренгойском и Заполярном месторождениях углеводородов и на Жезказганском месторождении медной руды. Этот опыт показал, что УО в реальных проектах по мониторингу смещений не нужны. УО используются, в основном, для целей калибровки радарных космоснимков и для экспериментов по оценке точности мониторинга смещений радарным интерферометрическим методом. Для этих целей УО передвигаются по вертикали и жестко крепятся в различных положениях, в каждом из этих положений выполняется съемка радарным спутником, после чего сравниваются реальные значения смещений со значениями смещений, полученными по результатам интерферометрической обработки радарных снимков. Автор участвовал в подобном эксперименте с подвижными угловыми отражателями на тестовом полигоне в Краснодарском крае. В ходе эксперимента были подтверждены миллиметровые точности замера смещений интерферометрическим методом.

В [13] ставятся под сомнение выводы, полученные авторами [7] относительно положения мульды оседания месторождения Тенгиз. Автору [13] следовало бы знать, что истинный вектор смещения можно восстановить с нескольких направлений. По указанному месторождению были использованы снимки с двух космических аппаратов - ENVISAT ASAR (нисходящий виток орбиты) и ALOS PALSAR (восходящий виток орбиты), о чем в [7] указывается.

Здесь следует также отметить, что в [13] запугивающе говорится о «существенных искажениях результатов измерений истинной картины смещений земной поверхности». Существенные – это значит значительные. Здесь достаточно задаться вопросом:

насколько значительна разница амплитуд оседаний земной поверхности, определенных с использованием данных высокоточного нивелирования, и данных космической съемки РСА, составляющая величину 2-5 мм по высоте (по рассмотренному в [13] примеру) в вопросах обеспечения безопасного ведения работ, связанных с использованием недр. Ответ очевиден.

Кроме того, в [13] «для выявления истинных смещений земной поверхности по данным РСА интерферометрии» предлагается сначала выполнить «математическое моделирование и построение поля вертикальных и горизонтальных смещений» (!), где входной информацией в модель служат данные «наземных наблюдений (ГНСС и нивелирования) в фиксированных точках», а затем «провести редукцию данных РСА». Выражаясь более понятным языком – предлагается «подгонять» результаты измерений под априорную модель. Создается впечатление, что автор [13] не понимает, что и как измеряется космической съемкой РСА.

Существует обывательское мнение, что технология космической радарной интерферометрии позволяет выявлять смещения земной поверхности одного характера (например, смещения геокриологического характера) и при этом не может выявлять смещений, обусловленных другими процессами (например, вызванные отбором углеводородов).

Так, в [14], после достаточно полного обзора проявлений геокриологических процессов, характерных для Ямальского и Надым-Пур-Газовского регионов, в заключении, автор утверждает следующее: «...для субарктических и арктических территорий метод РСА-интерферометрии для обеспечения промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса не может использоваться, т.к. не позволяет:

- 1) разделить сигнал от экзогенных (геокриологических процессов) и эндогенных (деформация пород коллектора и активизация разломных зон) источников вертикальных движений земной поверхности;
- 2) определять истинные составляющие вектора смещения земной поверхности в форме трех его составляющих для всех типов устойчивых отражателей;
- 3) проводить объективную оценку формирования полей смещений земной поверхности при использовании природно-техногенных отражателей, как для обширных просядок, так и локальных в разломных зонах».

Это типичное заблуждение. Поясним следующим.

Съемка с радарного спутника фиксирует результирующее поле природных и техногенных смещений земной поверхности, обусловленное действиями и геокриологических, и геодинамических процессов, процессов сдвига земной поверхности, иных процессов. Разделяют источники вертикальных движений земной поверхности путем простейшего сопоставительного анализа разнородных данных, имеющихся в геоинформационной системе.

Так разломы, зоны разрывных нарушений, безамплитудные и малоамплитудные зоны современной

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

геодинамической активности, как правило, закартированы по данным площадных и скважинных геофизических съемок, по результатам линеamentного анализа космических снимков, сделанных в разных диапазонах электромагнитного спектра и т.д. Достаточно вынести на радарную карту смещений геопривязанные векторные файлы разломов и выполнить визуальный поиск корреляции между зафиксированными методом РСА интерферометрии смещениями и пространственным положением разломов. При этом, например, опыт автора по реализации проектов по радарному интерферометрическому мониторингу смещений земной поверхности позволил установить, что для большинства месторождений севера Западной Сибири корреляции между регистрируемыми смещениями земной поверхности и разломами не просматривается. Сопоставление смещений земной поверхности с закартированными ранее по космическим данным или данным фото- или цифровых аэросъемок хасыреями, булгунями, буграми пучения и другими проявлениями геокриологических процессов показывает, что локальные максимумы или минимумы смещений могут совпадать с участками проявлений геокриологических процессов, но крупные, в отдельных случаях даже сопоставимые по площади с размерами месторождений, зоны оседания земной поверхности (мульды сдвижения земной поверхности), не могут быть объяснены геокриологическими особенностями района. При этом, сопоставление карт смещений земной поверхности с картами разработки, картами падения пластового давления в пласте коллекторе, картами подъема газоводяного контакта и т.п., как правило, даёт их наилучшую корреляцию, что позволяет сделать выводы о преобладании процесса сдвижения земной поверхности¹, вызванного добычей нефти и газа.

Так, например, в результате такого сопоставительного анализа был сделан вывод о преобладании на Уренгойском и Заполярном месторождениях смещений, обусловленных добычей углеводородов [10]. На месторождении Тенгиз было установлено, что смещения, вызванные добычей углеводородов, в от-

дельной части месторождения дополнительно ускоряются за счёт влияния геодинамически активного разлома [7]. На другом месторождении нефти [8] была выявлена активизация грязевого вулкана (грифона), и анализ имеющейся геологической и иной документации по месторождению позволил выделить причину его «раздувания» - закачка водяного пара и горячей воды в нефтяной пласт для интенсификации добычи нефти. Таким образом, разделение природных и техногенных эндогенных и экзогенных смещений из общего поля смещений, фиксируемого радарным спутником, принципиально возможно.

Вопрос определения истинных составляющих вектора смещения земной поверхности в форме трех его составляющих для всех типов устойчивых отражателей был рассмотрен выше. Их определение только по данным космической радарной интерферометрической съемки принципиально возможно.

По утверждению, касающемуся объективной оценки формирования полей смещений земной поверхности, возникает закономерный вопрос - а по каким данным можно выполнить такую оценку?

По данным нивелирования? Оно выполняется на дискретных в пространстве реперах разного качества (рис.2) и в лучшем случае с частотой один раз в год, а в условиях севера Западной Сибири - один раз в несколько лет. Нередко один цикл нивелирования по профильным линиям реперов на отдельном взятом месторождении сам по себе занимает несколько лет. О какой объективной оценке поля смещений в таком случае может идти речь? Только на территории Уренгойского месторождения по результатам обследования подверглось морозному пучению порядка 20% всех заложенных в разное время центров геодезических пунктов, а также глубинных реперов геодинамического полигона. На Ямбургском, Бованенковском месторождениях их количество больше. Не говоря уже здесь об объективности анализа циклов наблюдений, не стоит забывать и экономический ущерб: стоимость одного глубинного репера с обсадной трубой составляет порядка 75 тыс.руб.



Рис.2. Пункт триангуляции 3 класса, подвергшийся действиям геокриологических процессов

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Уместно ли здесь говорить об оперативности получаемых данных для своевременного прогнозирования и планирования мероприятий по предупреждению негативного влияния смещений земной поверхности на объекты инфраструктуры месторождения, иные здания и сооружения? Вспомним некоторые требования по нивелированию II класса, которое, видимо по привычке продолжают считать основным методом наблюдений на геодинамических полигонах на месторождениях углеводородного сырья, закладываемых для контроля опасных деформаций земной поверхности в установленных границах². Так, нормальная длина луча визирования – 65 м. Нивелир устанавливают за 45 минут до начала наблюдений. Неравенство расстояний от места установки нивелира до рейки до 2 м. Указанное расстояние измеряется тонким стальным тросом или стальной рулеткой. Нивелирование производят в прямом и обратном направлении. Необходим анализ точности существующей гравиметрической съемки территории... Какими научными суждениями обусловлена необходимость проводить работы по высокоточному нивелированию в суровых климатических условиях, где вокруг тайга и болота? Напомним, что наблюдения за осадками и деформациями объектов поверхности при разработке месторождений углеводородного сырья осуществляются в рамках иных требований РД 07-603-03, не относящихся к геодинамическим полигонам.

По данным GPS-наблюдений? Дискретных в пространстве, в условиях малого количества и большой удаленности от региона базовых станций, с учетом различных методик интерпретации одних и тех же «сырых» данных? Вряд ли полученные таким образом данные о смещениях будут объективными. Потенциально возможна замена геометрического нивелирования по реперам профильных линий на спутниковое. В этом случае существует объективная трудность, связанная с разработкой методики производства работ, предусматривающей взаимосвязку международных систем счёта высот с отечественными системами.

Следует иметь в виду, что дискретными точками наблюдений, данные по которым необходимы автору [13] для построения математических моделей смещения земной поверхности³, охватить всю площадь горного отвода маловероятно. При этом, как, например, показано в работе [8], максимумы оседаний и поднятий земной поверхности могут быть в принципе не охвачены ни профильными линиями реперов нивелирования, ни дифференциальными GPS-наблюдениями. Ну и чтобы убедить уже самого искушённого читателя в «эффективности» организации локальных и площадных геодинамических полигонов, периметр нивелирования которых, кстати, при II классе точности не должен превышать 20 км, приведём рис.3 и 4. Добавим, что место провала земной поверхности в районе Соликамского калийного производственного рудоуправления 2 (далее – СКПРУ), произошедшего 18.11.2014 и хорошо освещаемого в СМИ, проявлялось по данным космической радарной съемки еще в 2007-2009 гг.

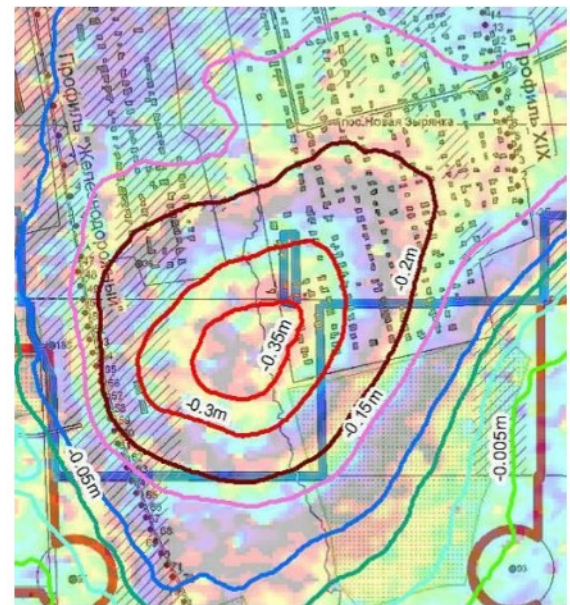


Рис.3. Расположение профильных линий и фактические сдвигания земной поверхности подрабатываемой территории

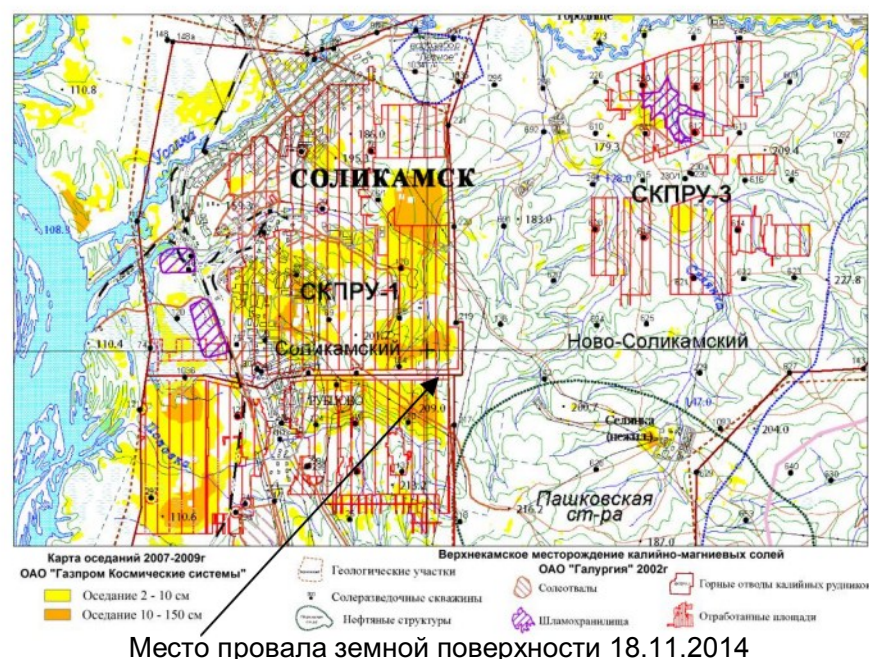


Рис. 4. Карта оседаний земной поверхности в районе СКПРУ 1 и 2, подготовленная на основе использования метода дифференциальной РСА интерферометрии, совмещенная с планом горных работ (по данным Д.С. Сергеева)

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Принимая во внимание вышесказанное, в Заполярье радарная интерферометрия является более объективным из трёх равноправных методов наблюдения за смещениями земной поверхности.

На основании каких знаний и для чего сделано такого рода заключение, как заключение в [14], остаётся только догадываться. Кроме этого, свои рассуждения о контролируемых параметрах при мониторинге на объектах нефтегазового комплекса в криолитозоне автору [14] следовало бы основывать на требованиях нормативных и методических документов, в частности СТО Газпром 2-3.1-072-2006 «Регламент на проведение геотехнического мониторинга объектов газового комплекса в криолитозоне».

Радарные съемки могут выполняться по всей площади месторождения с временной частотой до нескольких раз в месяц. Карты смещений при этом могут обновляться ежегодно, ежеквартально или ежемесячно. Наиболее точный замер смещений может осуществляться по зданиям, сооружениям и элементам наземной инфраструктуры месторождения по точечному методу интерферометрии устойчивых отражателей радарного сигнала (Persistent Scatterers Interferometry). При этом те же самые исходные радарные снимки могут быть дополнительно обработаны по площадному методу интерферометрии серий малых базовых линий (Small Baseline Series Interferometry), дающему карту смещений по всей площади месторождения. А учитывая слаборазвитую транспортную инфраструктуру месторождений севера Западной Сибири и вызванную этим повышенную трудоемкость и стоимость наземных наблюдений за смещениями, можно сделать вывод о том, что космическая радарная интерферометрия представляется основным методом наблюдения за смещениями земной поверхности на нефтегазовых месторождениях в арктических и субарктических регионах, который может быть локально – на наиболее важных или проблемных участках – дополнен наземными геодезическими измерениями.

Более подробно о космическом мониторинге геокриологических процессов изложено в [10].

Выводы

- имеют место публикации, содержащие обывательские безосновательные утверждения по применению метода дифференциальной РСА интерферометрии в вопросах контроля смещений земной поверхности, формирующие у читателей ложные представления о данном методе;

- знания по особенностям применения технологии дифференциальной интерферометрии при мониторинге состояния недр, включая процессы сдвига горных пород и земной поверхности, геодинамических и геокриологических процессов в условиях разработки месторождений углеводородного сырья, а также при контроле состояния зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния разработки таких месторождений, постоянно совершенствуются. Необходимо лишь детально изучить технологию и грамотно применять её при ведении работ, связанных с использованием недр;

- метод дифференциальной РСА интерферометрии дополняет и повышает эффективность постановки маркшейдерско-геодезического мониторинга деформационных процессов с заложением геодинамических полигонов (наблюдательных станций) в исследуемых участках.

Литература

1. D.Richman. Three dimensional, azimuth-correcting mapping radar. U.S. patent 4,321,601, Mar. 23, 1982.
2. Use of interferometric techniques for detecting subsidence in the oil fields of Kuwait using Synthetic Aperture Radar Data / Saif ud din, A. Al-Dousari, A. Al-Ghadban / Journal of Petroleum Science and Engineering, 50, p. 1 – 10, 2006.
3. Subsidence rate monitoring of Aghajari oil field based in differential SAR interferometry / N. Fouladi Moghaddam, M.R. Sahebi, A.A. Matkan, M. Roostaei / Advances in Space Research, 51, p. 2285-2296, 2013.
4. E.J.Fielding, R.G.Blom, R.Goldstein. Rapid subsidence over oil fields measured by SAR Interferometry / Geophys. Res. Lett., 25 (17), p. 3215–3218, 1998.
5. R.P.W.Stancliffe, M.W.A.van der Kooij. The use of satellite-based radar interferometry to monitor production activity at the Cold Lake heavy oil field, Alberta, Canada / American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 85, №5, 2001, p. 781-793.
6. R.Burren, A.Thomas, R.Stokes. RADARSAT interferometric analysis of the Yibal oilfield, Oman: InSAR pair «4 April 2007 – 13 October 2007» / NPA satellite mapping, Report, 2007.
7. Методические подходы к оценке сдвижений земной поверхности на основе радиолокационной космической съемки (на примере месторождения Тенгиз) / Ж.Ш. Жантаев, А.Г.Фрейд, Ю.И. Кантемиров и др. / Маркшейдерский вестник. – 2012, №6, с.34-43.
8. Опыт использования технологии радарной интерферометрии в контроле смещений земной поверхности в условиях наличия водной среды и сорных участков /Ю.И.Кантемиров, А.Т.Камза, А.М.Бермуханова и др. Маркшейдерский вестник. - 2014, № 5, с. 49-52.
9. Космический мониторинг смещений земной поверхности на разрабатываемых месторождениях углеводородов ОАО «Газпром» /Р.О.Самсонов, Н.А.Гафаров, Ю.Б.Баранов и др./ Газовая промышленность. – 2009, спецвыпуск «Освоение и разработка месторождений углеводородов», с. 29-33.
10. Использование космической информации в газовой промышленности /Н.А.Гафаров, Ю.Б.Баранов, Е.В.Киселевский и др. – М.: ООО «Газпром экспо», 2010. 132 с.
11. Горяйнов М.С. Применение космической радарной съемки для оптимизации освоения нефтегазовых месторождений / Материалы VI Международной конференции «Космическая съемка – на пике высоких технологий». М.: Совзонд, 2012, CD-диск с материалами конференции и Интернет-сайт <http://www.sovzondconference.ru>.
12. Организация космической системы наблюдений за опасными природными процессами на месторождениях нефти и газа для обеспечения требований действующего законодательства в области промышленной безопасности и охраны недр /Ю.Б.Баранов, Л.Ю.Кожина, Е.В.Денисевич и др./ Материалы VII Международной конференции «Космическая съемка – на пике высоких технологий». М.: Совзонд, 2013, CD-диск с материалами конференции и Интернет-сайт <http://www.sovzondconference.ru>.
13. Кузьмин Ю.О. Физические основы измерения смещений земной поверхности методом РСА интерферометрии и проблемы их идентификации на месторождениях углеводородного сырья (УВ) / Маркшейдерский вестник. – 2013, № 5, с. 37-44.
14. Никонов А.И. О необходимости учета геокриологических процессов при исследовании современной геодинамики недр арктических территорий нефтегазовых месторождений / Маркшейдерский вестник. – 2014, № 4, с. 41-47.
15. N.B.D.Bechor, H.A.Zebker. Measuring two-dimensional movements using a single InSAR pair. Geophys. Res. Lett., 33, 2006.
16. H.-S.Jung, J.-S.Won, S.W.Kim. An Improvement of the Performance of Multi-Aperture SAR Interferometry (MAI) / Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions, 2009, № 8, pp. 2859-2869.

¹ Сдвигание земной поверхности – участок земной поверхности, подвергшийся сдвиганию в результате нарушения естественного равновесия пород под влиянием горных разработок

² См. п.263 Инструкции по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03)

³ Геодинамика претендует на объективное и математически точное описание деформационных процессов в литосфере и на земной поверхности. Однако принципиальная нелинейность геологической среды не позволяет рассчитывать на создание абсолютно адекватных моделей механических процессов и структур, реально развивающихся в земной коре

Юрий Игоревич Кантемиров, ведущий специалист отдела программного обеспечения (компания "Совзонд"), тел.(495)988-75-11, E-mail:sovzond@sovzond.ru

В.А.Бабелло, А.В.Гришин, И.Л.Никифорова, К.С.Смолич

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПРОЧНОСТИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД С РАЗНОНАПРАВЛЕННОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТЬЮ И ПОВЕРХНОСТЯМИ ОСЛАБЛЕНИЯ

Рассмотрены вопросы оценки параметров прочности скальных пород в лабораторных и натуральных условиях. Показано, что большие трудности возникают при исследовании массивов с разнонаправленной трещиноватостью и поверхностями ослабления. Показано, что для увеличения достоверности прогноза развития геомеханических процессов при освоении недр необходимо учитывать блочное строение массива, в том числе и при проведении лабораторных испытаний на образцах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: горные породы; скальные горные породы; массив; показатели прочности; трещиноватость; поверхность ослабления; образцы; лабораторные испытания; призма обрушения; метод обрушения призм.

Вопросы оценки устойчивости обнажений скальных массивов при строительстве дорожных выемок, котлованов или бортов карьеров остаются на сегодняшний день достаточно актуальными, особенно если массив представлен горными породами, нарушенными большим количеством разнонаправленных трещин и поверхностями ослабления тектонического происхождения.

Примером может служить месторождение сурьмы Хара-Шибирь, находящееся на стадии разведочных работ в Забайкальском крае на границе Могойтуйского и Шилкинского районов. На рис.1 представлен западный борт действующего карьера этого месторождения.



Рис. 1. Западный борт карьера месторождения Хара-Шибирь

В геологическом строении территории месторождения принимают участие стратифицированные образования верхнего отдела триасовой системы. Непосредственно рудовмещающей толщей являются конгломераты и туфоконгломераты нижнекаменской подсвиты. На юге конгломераты имеют четко выраженный тектонический контакт с песчаниками и алевропесчаниками. Северный фланг сложен туфогенно-вулканогенными породами верхнекаменской подсвиты с преобладанием дацитов и экструзивных кластолав. Вулканогенно-терригенная формация верхнего триаса представлена андезитами, дацитами, туфолавами среднего состава, туфами кислого состава, ту-

фоконглобрекчиями, конгломератами и туфоконгломератами с прослоями андезитовых и андезит-базальтовых порфиритов, дацитовых порфиритов, их туфами и туфолавами, а также прослоями реалитовых порфиритов. В породах отмечаются зоны развития вторичных кварцитов. Породы формации прочные, относятся к группе скальных.

Проблема оценки устойчивости бортов действующего карьера месторождения Хара-Шибирь возникла в связи с предстоящей его реконструкцией – углублением и расширением. В связи с этим необходимо было обеспечить получение надежных исходных данных для проведения геомеханических расчетов, в первую очередь, параметров физико-механических свойств пород. Анализ фондовых материалов показал, что имеются лишь отдельные разрозненные сведения, касающиеся упомянутых характеристик. При этом параметры прочности пород были получены в лаборатории при одноосном сжатии образцов, что было явно недостаточно для оценки устойчивости бортов карьера.

Следует отметить, что в рассматриваемых условиях традиционные лабораторные методы определения прочностных характеристик горных пород, рекомендуемые автором книги [7], могут давать завышенные значения. Это связано с тем, что на прочность рассматриваемого массива, в первую очередь, оказывает влияние ряд факторов: наличие трещин, расстояние между ними, их частота и ориентация, протяженность поверхности ослабления, шероховатость и прочность по контакту, влажность и сцепление заполнителя. В качестве доказательства этого положения авторами настоящей статьи было выполнено сравнение прочностных характеристик рассматриваемых горных пород двумя методами: (1) традиционным методом испытаний образцов горных пород в лаборатории путем их нагружения сферическими инденторами [2] с использованием прибора «Викинг» [3]; (2) методом обрушения призм горных пород в натуральных условиях (рис. 2–4) [1]. Результаты сравнения опытных данных приведены в табл.1.

Результаты испытаний образцов горных пород в лабораторных условиях указывают на то, что среднее значение угла внутреннего трения достаточно устойчиво, так как коэффициент вариации составил менее 1%. А надежность определения сцепления оставляет желать лучшего, так как коэффициент вариации составил 76,72%.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

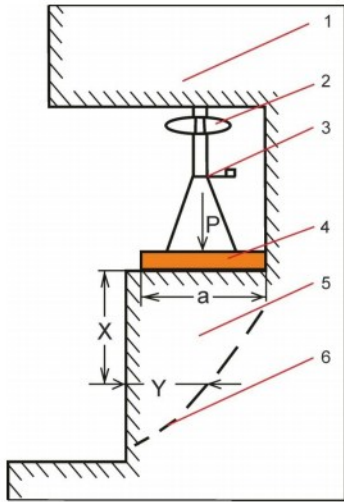


Рис. 2. Схема определение физико-механических свойств горных пород методом обрушения призмы:

1 – массив горных пород; 2 – динамометр; 3 – домкрат;
4 – пластина, передающая давление на призму; 5 – призма обрушения; 6 – поверхность обрушения



Рис. 3. Определение физико-механических свойств горных пород методом обрушения призмы в натуральных условиях



Рис. 4. Обрушенная призма с сформировавшейся очень сложной поверхностью обрушения

Значительные коэффициенты вариации, полученные при испытаниях методом обрушения призм, объясняются характером неоднородности массива, его значительной раздробленностью, а также сравнительно малым количеством дорогостоящих экспериментов (5 испытаний). Количество испытываемых образцов в лабораторных условиях составляли несколько десятков на геологический элемент, что снижает общие погрешности определения средних значений показателей, хотя и они значительны, особенно для сцепления.

Поскольку массив горных пород представляет собой сложно структурированную, неоднородную среду, разбитую системами трещин различной иерархии на блоки, то на развитие геомеханических процессов существенную роль оказывает, какое количество этих блоков попадет в зону влияния горных пород [8]. Так можно предположить, чем больше структурных блоков разного порядка будет попадать в зону влияния горных пород, тем интенсивнее будут протекать деформационные процессы в рассматриваемом массиве.

Таблица 1

Сравнение результатов испытаний образцов горных пород в лабораторных условиях и методом обрушения призм

Параметр	Лабораторные испытания (нагрузением образцов сферическими инденторами)			Полевые испытания (методом обрушения призм)			Отклонение
	среднее значение	стандартное отклонение	коэффициент вариации	среднее значение	стандартное отклонение	коэффициент вариации	
Угол внутреннего трения φ , град.	23,16	0,13	0,57	35,90	9,66	24,03	-17,03
Сцепление c , МПа	17,25	13,23	76,72	0,72	0,42	59,20	16,53

Для проверки выдвинутого предположения был проведен лабораторный эксперимент по определению прочности образцов горных пород, заключающийся в определении способности образцов горной породы разного размера сопротивляться нагрузкам на одноосное сжатие.

Перед испытанием образец обмеряли и устанавливали на пресс с точной подгонкой его контактной поверхности к давящей плите пресса.

При оценке прочности образцов в расчет при-

нимались максимальные усилия, затрачиваемые на разрушения образцов, которые относились к их объему. В результате испытаний было выявлено, что разрушение образца большего размера происходило гораздо сильнее, чем аналогичное разрушение меньшего образца. Это можно объяснить тем, что в образце большего размера находится большее количество микротрещин разного иерархического порядка, по сравнению с аналогичным образцом меньшего размера. При нагружении образца эти микротрещины

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

раскрываются, нарушается целостность образца и при определенном пределе происходит его разрушение.

По изложенной методике испытанию на раздавливание подверглось более 20 образцов, четырех вариантов размеров, с 125-кратным отношением их объемов и с 10-кратным отношением их линейных

размеров. Результаты испытания образцов приведены в сводной табл.2.

По данным, полученным в результате испытания образцов, построен график зависимости временного сопротивления раздавливанию доломита от величины объема испытуемого образца (рис.5).

Таблица 2

Результаты средних данных испытаний образцов доломита

№ п/п	Толщина, мм	Ширина, мм	Глубина, мм	Объем V, мм	Максимум нагрузки σ , kN	Нагрузка объема образца P, kN/см ³
1	9,8	10,0	10,0	1019,2	6,81	6,95
2	19,0	20,0	20,0	7600,0	19,67	2,58
3	40,0	40,2	40,0	64320	141,78	2,20
4	50,0	50,0	50,0	125000	76,25	0,6

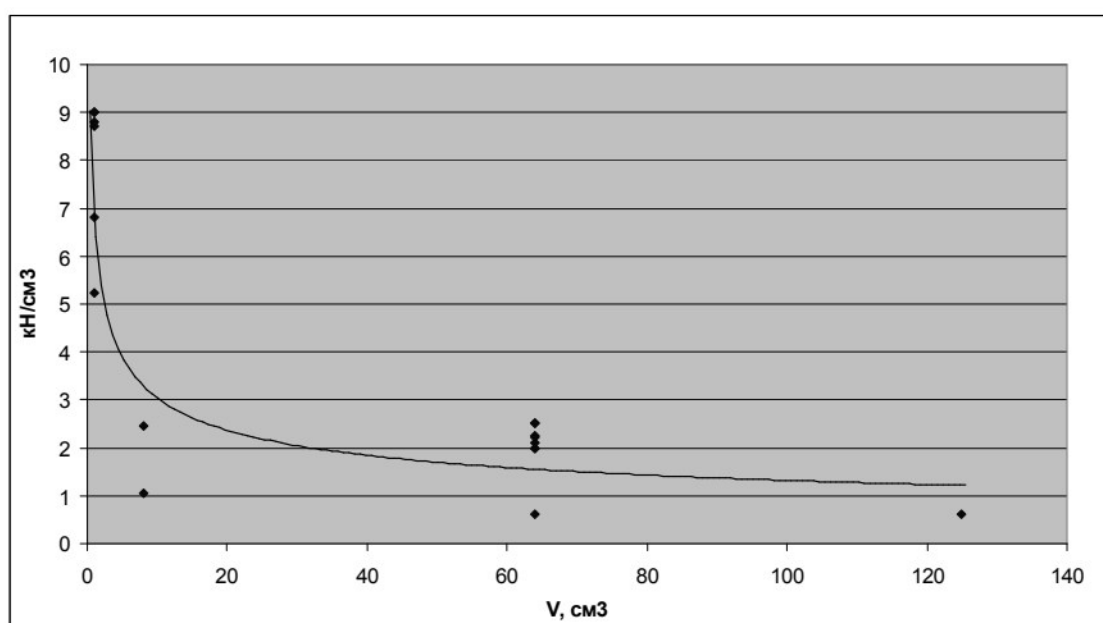


Рис.5. График зависимости временного сопротивления раздавливанию объема образца доломита P кН/см³ от объема образца V, см³

Из графика видно, что при 125-кратном увеличении объема образца горной породы временное сопротивление раздавливанию падает, на 80-90%. Начиная с размера образца объемом 64 см³ (плечо 4 см), кривая начинает выполаживаться.

Общая тенденция уменьшения прочности образца с увеличением его размеров может быть объяснена большей вероятностью наличия в нем трещин различной иерархии, в том числе и достаточно крупных, понижающих прочность больших образцов по сравнению с более мелкими образцами.

В целом по полученным в результате эксперимента результатам можно сделать вывод о том, что при ведении горных работ на больших глубинах в увеличенную зону влияния будет попадать большее количество структурных неоднородностей различного порядка. Вследствие этого, геомеханические процессы, протекающие в этом массиве, будут существенно отличаться от аналогичных процессов при ведении горных работ на малых глубинах, когда в зону их влияния попадает меньшее количество структурных неоднородностей, т.е. массив более целостный. Поэтому для увеличения достоверности прогноза развития геомеханических процессов при освоении недр необходимо учитывать блочное строение массива, в

том числе и при проведении лабораторных испытаний на образцах.

При определении механических характеристик горных пород оба метода показали, что наименее точно определяется сцепление, причем по методу обрушения призм были получены низкие его значения (почти в 24 раза меньше по сравнению с величинами, полученными в лабораторных условиях). Это указывает на то, что данный метод в большей степени начинает учитывать раздробленность массива трещинами.

Необходимо отметить, что при определении физико-механических свойств лабораторным методом значение сцепления в массиве горных пород согласно [4-6,8] принимается для расчетов исправленным, с учетом коэффициента структурного ослабления λ :

$$C_m = \lambda \cdot C_0,$$

где λ – коэффициент структурного ослабления, отн.ед.; C_m – сцепление в массиве горных пород, МПа; C_0 – сцепление по данным лабораторных испытаний, МПа.

При этом значение λ для прочных горных пород с $\sigma_{сж} = 200 \div 300$ кг/см² (20÷30 МПа) согласно [5-6] и размере элементарного блока порядка 0,13÷0,17 м примерно составляет 0,02. Иными словами, значение

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

коэффициента сцепления, определенное при лабораторных испытаниях, уменьшают в 50 раз, а значение угла внутреннего трения предлагается оставить неизменным.



Рис. 6. Разрушение налегающего массива при испытаниях методом разрушения призм

Все это указывает на то, что в настоящее время все еще нет достаточно объективных методов определения характеристик механических свойств горных пород. Даже дорогостоящий метод обрушения призм не может дать полностью объективную информацию. Например, в одном из испытаний авторам не удалось разрушить призму, так как домкратом была выдавлена налегающая толща горных пород, что указывает на наличие ослабленных зон в массиве, учет которых в настоящее время достаточно сложен (рис.6).

Выводы

1. На примере месторождения Хара-Шибирь показана проблематичность определения параметров прочности скальных горных пород в массиве, имеющем поверхности ослабления и системы разнонаправленных трещин.

2. Полевые методы, например обрушения призм в массиве, тоже не позволяют учесть масштабный фактор в полном объеме и могут вносить в рассматриваемых условиях неопределенность в оценку прочности пород. Об этом свидетельствуют деформации налегающего массива, служащего упором для гидродомкрата, установленного на выделенной в массиве призме.

3. Среди причин сложившегося положения следует назвать и недостаточно полное инженерно-геологическое исследование массивов, имеющих тектоническую раздробленность, слоистость и трещиноватость. Особое значение приобретает выявление закономерностей развития сетей крупных трещин в массиве и их направленность, которые, в свою очередь, могут указать на положение ослабленных зон.

4. Такой прочностной параметр, как сцепление, определяется с очень низкой точностью даже с использованием метода обрушения призм, а введение коэффициента структурного ослабления λ , определяемого по среднему размеру элементарного блока массива, является, по существу, «страховочным» коэффициентом. Так как размеры элементарных блоков в массиве имеют тоже значительный разброс, согласно квадратичным правилам сложения погрешностей общая ошибка определения величины сцепления, используемого в окончательных расчетах, еще больше увеличивается.

5. Подводя итог, можно отметить, что для увеличения достоверности прогноза развития геомеханических процессов при освоении недр необходимо учитывать блочное строение массива, в том числе и при проведении лабораторных испытаний на образцах.

Литература

1. Бабелло В.А., Смолич С.В. К вопросу определения характеристик прочности пород методом вертикального обрушения призм // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельный выпуск «Забайкалье». М.: Мир горной книги, 2007. № 0В4. С. 331–343.
2. ГОСТ 24941-81. Породы горные. Методы определения механических свойств нагружением сферическими инденторами. М.: Госстандарт СССР, 1982 (по сост. на 18.05.2011 г.). 16 с.
3. Индикатор механических свойств «ВИКИНГ»: руководство по эксплуатации. С-Пб.: ООО «ЭНЭКОПРОМ», 2012.
4. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. СПб.: ВНИМИ, 1998, 208 с.
5. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. Л.: ВНИМИ, 1971, 188 с.
6. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. – Л.: ВНИМИ, 1972, 165 с.
7. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. М.: Недра, 1965. 378 с.
8. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли/ РАН, АГН, РАЕН, МИА; Под ред. академика К.Н.Трубецкого. – М.: Издательство Академии горных наук, 1997. – 478 с.
9. Певзнер М.Е., Иофис М.А., Попов В.Н. Геомеханика. Москва, издательство МГТУ, 2005. 437 с.

Виктор Анатольевич Бабелло, д-р техн.наук, профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Забайкальского государственного университета, г.Чита;

Александр Викторович Гришин, канд.техн.наук, доцент, и.о. заведующего отделом, Институт проблем комплексного освоения недр РАН, г.Москва;
Ирина Львовна Никифорова, научный сотрудник, Институт проблем комплексного освоения недр РАН, г.Москва;

Константин Сергеевич Смолич, канд.техн.наук, доцент Забайкальского института предпринимательства Сибирского университета потребительской кооперации, г.Чита, E-mail: chita-ssv@yandex.ru

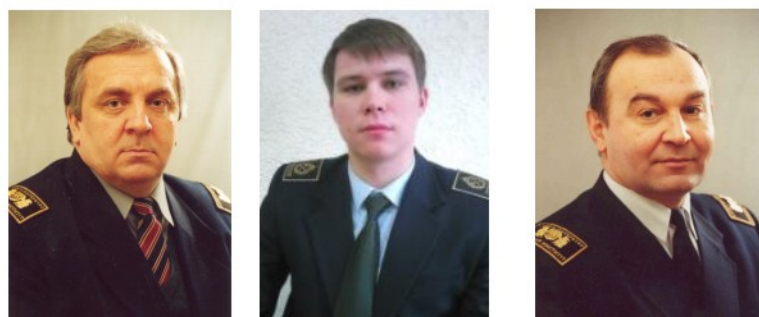
УДК 622.235.53

Г.П.Парамонов, В.А.Ишейский, В.Н.Ковалевский

К ВОПРОСУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ И ЕЁ ПРОЧНОСТИ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ЗОН РАЗРУШЕНИЯ

Описан модельный эксперимент на эквивалентных материалах и приведены результаты первого этапа комплексных исследований, которые были направлены на установление закономерности влияния энергетических показателей ВВ на прочностные характеристики кусков в развале взорванной горной массы и распределение гранулометрического состава из различных зон разрушения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эквивалентные материалы; модель зонного дробления; зона разрушения; прочностные характеристики; гранулометрический состав.



Г.П.Парамонов В.А.Ишейский В.Н.Ковалевский

Для исследования влияния энергетических характеристик взрывчатого вещества, применяемого для разрушения горных пород, на выход мелких фракций был выполнен комплекс экспериментов на физических моделях из эквивалентного горным породам материала. По заказу кафедры «Взрывного дела» НМСУ Горный на базе специализированной лаборатории компании *Vauchemi Russia* были изготовлены модельные блоки, отвечающие всем геометрическим, упругим и прочностным требованиям натуре. Процесс создания модельных блоков описан ниже.

Для обоснования численных расчетов модельные эксперименты проводились на цилиндрических блоках. При реализации модели зонного взрывного дробления была изготовлена съемная опалубка из пустотелых тонкостенных цилиндрических форм различного диаметра. Общее количество цилиндров составляло 6 штук. Радиус цилиндров изменялся от 10 до 100 относительных радиусов заряда (r_3). Высота всех цилиндров составляла 80 r_3 . Конструктивные параметры и схема модели представлены на рис. 1.

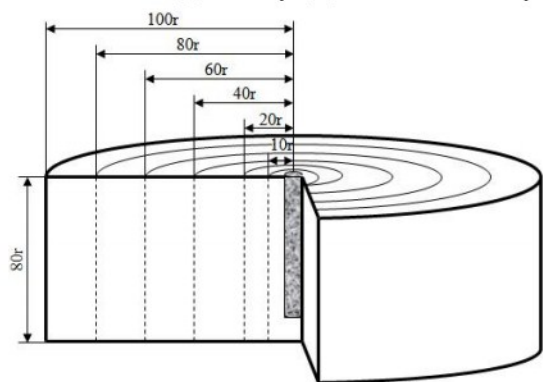


Рис.1. Общий вид и конструкция модели

При изготовлении модели раствор в цилиндрических формах укладывался на всю высоту опалубки. Раствор приготавливался в общей таре в объеме, необходимом для одновременной заливки всех зон модели, что обеспечивает неизменность физико-

механических свойств материала. Для уменьшения вероятности возникновения ошибки перед заполнением опалубки каждой модели раствор заливался в специальную форму для последующих испытаний и сверки с эталонными параметрами материала.

Сначала заливались цилиндры с радиусами 10 и 20 r_3 от центра модели. В каждый цилиндр поступала смесь различного цвета. Цвет смеси придавался путем разделения всего приготовленного раствора на 6 частей, в каждую из которых вводилось некоторое количество колера. Отношение объема вводимого колера в каждую часть к объему раствора из каждой части есть величина постоянная.

После заполнения опалубки (внутреннего и внешнего цилиндров) на всю высоту внутренний цилиндр демонтировался. Материал внутреннего и внешнего цилиндров соприкасаются. В последующем происходило схватывание двух зон как монолитного объема. Алгоритм действий повторялся с каждой из последующих зон от центра модели к внешнему цилиндру с радиусом в 100 r_3 . Данный цилиндр оставался несъемным в течении всего периода набора прочности материала с момента окончания формирования модели.

После заполнения всех зон раствором на открытые поверхности модели укладывалась влажная мешковина для исключения потери влаги, после чего модель помещалась в герметичный пластиковый мешок для защиты от потери влаги на период набора прочности. Уровень влажности и температуры контролировался при помощи влагомера.

Основным условием при выборе зарядов и их подготовке к эксперименту было одинаковое значение линейных параметров. Поскольку в модельных условиях невозможно применение распространенных промышленных ВВ ввиду большого критического диаметра, в качестве взрывчатого вещества применялся мелкокристаллический ТЭН. Энергетические характеристики взрывчатого вещества менялись путем ввода в колонку заряда хлорида натрия от 0 до 20%, с шагом 10%. Изменение скорости детонации заряда от процентного содержания ингибитора в колонке заряда при различных сериях экспериментов представлено на рис.2.

В модели проходились зарядные каналы диаметром 5 мм, после чего осуществлялось их заряжание. Навеска мелкокристаллического ТЭНа, расходуемая на заряжание, тщательно взвешивалась, определялась длина заряда, фактическая плотность заряжания и линейная масса заряда. При каждой новой серии экспериментов в колонку заряда вводился ингибитор (хлорид натрия).

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

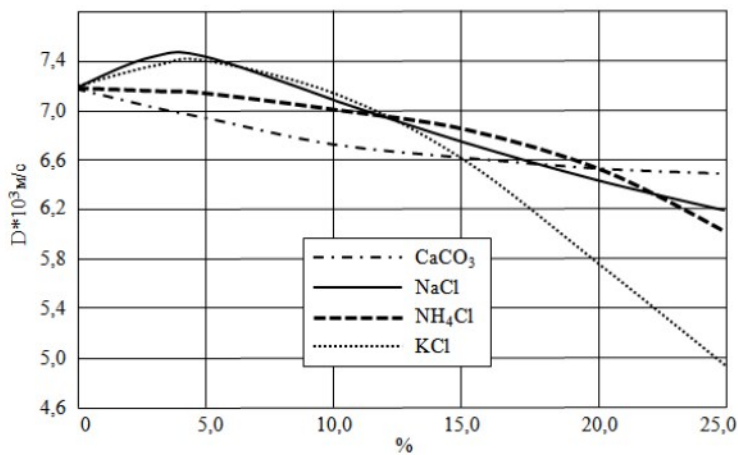


Рис.2. Изменение скорости детонации от процентного содержания ингибитора в колонке заряда при различных сериях модельных экспериментов

Для инициирования модельного заряда в устье зарядного канала вводился инициатор из азида свинца. Модель помещалась в герметичную емкость для того, чтобы исключить потери материала после взрыва. После основных этапов подготовки модель размещалась во взрывной камере, после чего осуществлялся подрыв. Поэтапная программа модельного эксперимента приведена на рис.3. В данной статье рассмотрены результаты первого этапа исследований.

Критерием оценки передачи энергии взрыва служил фракционный состав, а именно средний размер куска [1]. Для исследования гранулометрического состава после взрыва применялся программный комплекс WipFrag Granulometry Analysis Software производства WipWare Inc. Canada. WipFrag преобразует сеть 2-D измерений в 3-D фрагменты, используя для перевода математические функции, эмпирические поправочные коэффициенты, и основываясь на принципах геометрической вероятности. Затем происходит процедура «просеивания» и построения кривой распределения Розина-Раммлера в логарифмических координатах [2].

Объем взорванной массы из различных зон разрушения делился по цветам. Разделение массы

производилось по цветовому спектру, после чего определялся гранулометрический состав взорванной массы из каждой зоны и средний размер куска. Ниже приведен пример анализа гранулометрического состава при модельном эксперименте №1 (100% ТЭН) из зоны 11-20 относительных радиусов заряда (рис.4).

Коэффициент однородности Розина-Раммлера и средний размер куска для различных зон разрушения представлен в табл. 1.

Из таблицы видно, что коэффициент однородности Розина-Раммлера, равный наклону прямой Розина-Раммлера в логарифмических координатах, увеличивается в зависимости от снижения мощности ВВ, что по закону Розина-Раммлера указывает на более равномерное распределение кусков породы по крупности, а значит более равномерное формирование поля напряжений в массиве при взрыве ВВ с меньшими энергетическими параметрами [3].

Для последующего перехода к промышленным взрывам и экстраполяции полученных результатов на натуру потребуются оценка взорванной горной массы по значению прочности среднего размера куска.

Для определения прочностных характеристик кусков взорванной массы образцы из различных зон разрушения подвергались испытаниям на точечную прочность на аппарате точечной нагрузки TS706, выполненным в соответствии со стандартом ASTM D 5731 [4]. Прочностные характеристики кусков, не подходящих для измерений по стандарту ASTM по критерию отбора проб, были получены из метода определения коэффициента крепости по методике проф. Протодьяконова [5]. Предел прочности на сжатие для таких образцов был установлен, исходя из выражения:

$$f = \frac{20 \cdot n}{h} = 0.1 \sigma_{сж} ,$$

где n – число сбрасываний гири при испытании одной навески; h – высота столбика мелкой фракции в объеме после испытания пяти навесок, мм.; $\sigma_{сж}$ – предел прочности на сжатие.



Рис.3. Планограмма модельных экспериментов

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

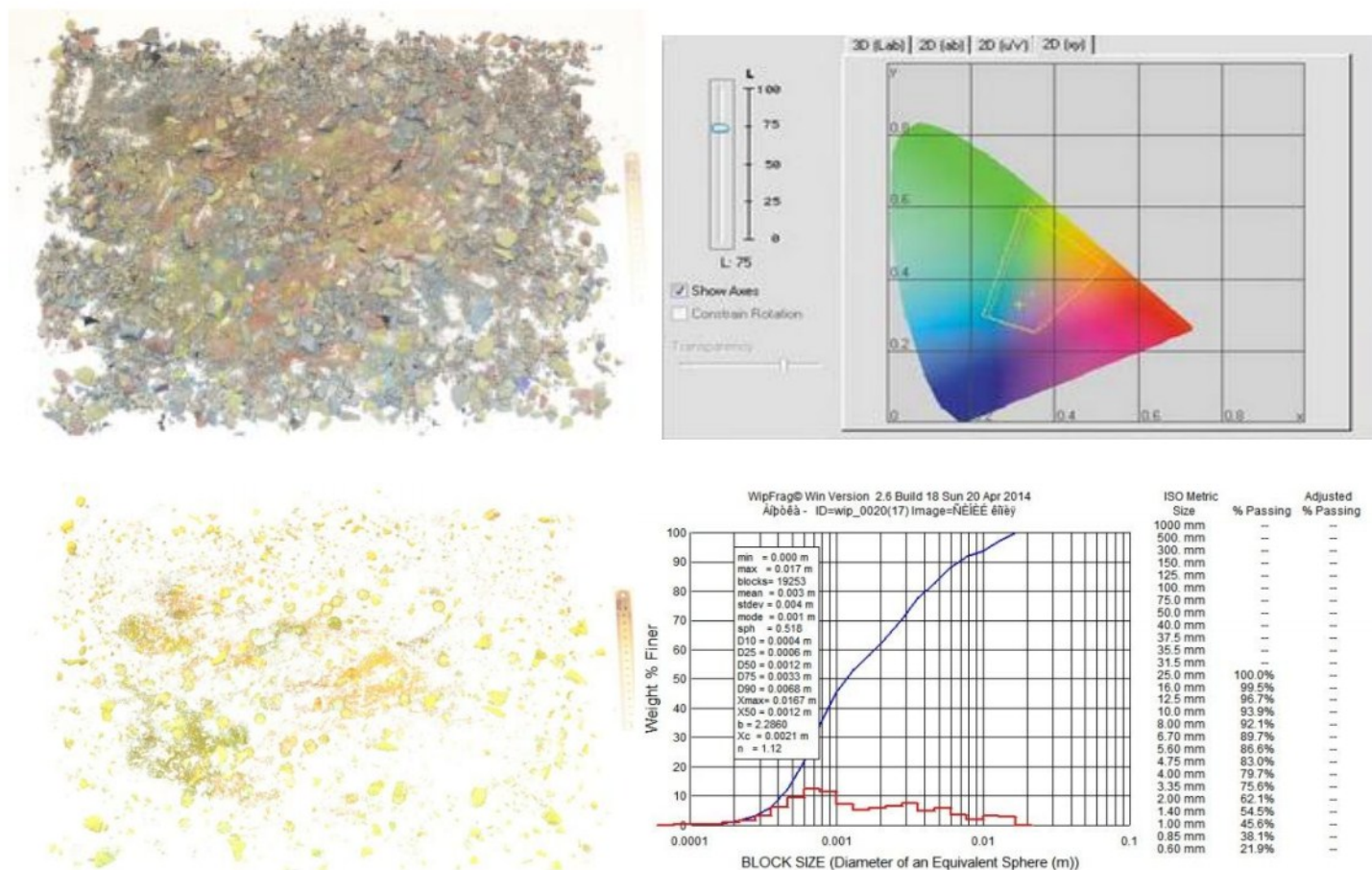


Рис.4. Анализ гранулометрического состава

Таблица 1

Коэффициент однородности Розина-Рамллера и средний размер куска из различных зон разрушения

Модельный взрыв		Коэффициент однородности Розина-Рамллера/ Средний размер куска из зоны					
		0-10r	11-20r	21-40r	41-60r	61-80r	81-100r
№ взрыва	Состав % (ТЭН/NaCl)						
1,2,3;	100/0	1,64/0,71	1,19/1,10	1,17/1,43	1,12/1,54	1,10/1,70	-/-
4,5;	90/10	1,69/0,72	1,22/1,17	1,20/1,60	1,17/1,66	1,11/1,84	-/-
6,7;	80/20	1,72/0,74	1,46/1,21	1,33/1,66	1,22/1,73	1,21/1,92	-/-

Предел прочности пород на растяжение при использовании метода определения коэффициента крепости по методике проф. Протодьяконова определялся из корреляционных зависимостей:

$$\sigma_{сж} = 18\sigma_p.$$

Прочностные характеристики кусков взорванной горной массы из различных зон по удалению от заряда после серии модельных экспериментов сведены в табл.2.

Таблица 2

Прочностные характеристики кусков взорванной горной массы после серии испытаний

Модельный взрыв		Средний предел прочности по зоне на растяжение/сжатие (МПа)					
№ взрыва	Состав % (ТЭН/NaCl)	0-10r	11-20r	21-40r	41-60r	61-80r	81-100r
1,2,3;	100/0	-/-	1,32/23,0	1,52/33,3	2,53/44,1	2,88/52,05	2,89/53,04
4,5;	90/10	0,8/15,0	1,8/30,0	2,2/37,0	2,65/47,5	2,87/51,5	2,9/52,5
6,7;	80/20	1,05/25,0	1,98/33,0	2,3/41,0	2,77/48,5	2,86/52,5	2,91/53,5
Исходная прочность		2,72/53,2	2,83/51,3	2,75/54,0	2,81/49,2	2,89/53,4	2,95/53,2

Как видно из результатов экспериментов, при взрывном разрушении зарядами с высокими энергетическими характеристиками образуются куски горной

массы, прочность которых меньше прочности кусков при использовании меньших по энергетике зарядов, например, на относительных расстояниях 20-40 г₃

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

прочность этих кусков отличается на 15-20%.

Для установления принадлежности среднего куска из каждой зоны в натуральных условиях планируется проходка «пустых» скважин на указанных расстояниях от зон разрушения с учетом переводного коэффициента геометрического подобия и последующей окраской внутренней полости скважины красящим веществом. Такой подход позволит идентифицировать взорванную горную массу из различных зон разрушения. Отбирая из развала окрашенную горную массу, а затем отбирая средний по размеру кусок, представляется возможным оценить его прочностные характеристики из различных зон разрушения в реальных условиях. На втором этапе модельных экспериментов представляется возможным определить количество энергии, затраченное на разрушение куска при переработке (энергоёмкость разрушения), и обосновать те или иные энергозатраты как на стадии отделения горной массы от массива, так и на стадии дальнейшей переработки, учитывая гранулометрический состав и прочностные характеристики кусков горной массы в развале.

Из анализа полученных результатов гранулометрического состава видно, что наибольшее количество мелкой фракции образовалось при взрыве заряда из чистого ТЭНа. Это может объясняться увеличением бризантного действия заряда. Видно, что с уменьшением детонационных характеристик снижается выход мелких фракций. С целью более эффективного использования энергии взрыва и уменьшения

выхода отсева целесообразно применять низкобризантные ВВ.

Выход среднего размера куска из каждой зоны увеличивается по удалению от центра заряда. С увеличением мощности взрывчатого вещества средний кусок из одинаковых зон при разных модельных экспериментах уменьшается. Наблюдаемые во взрывных экспериментах изменение зависимости среднего размера куска от расстояния могут быть обусловлены изменением механизма разрушения по мере удаления от центра взрыва (сдвиг – отрыв) и влиянием вторичного объемного дробления вблизи центра взрыва.

Литература

1. Вилкун Ю.Г., Перегудов В.В. Влияние гранулометрического состава взорванной горной массы на технико-экономические показатели работы карьеров. *Разработка рудных месторождений*. – КТУ – 2011 – №94.
2. Maerz N.H., Palangio T.C. WipFrag image based granulometry system. *Proceedings of the FRAGBLAST5 Workshop on Measurement of Blast Fragmentation, Canada, 1996*.
3. Бирюков А.В., Репин Н.Я. Анализ применимости некоторых законов распределения при изучении кусковых смесей. – КузПИ, – 1973 – №48.
4. Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength. *ASTM Book of Standards Volume 4.08: Construction: Soil and Rock (I)*. Canada, 2013.
5. ГОСТ 21153.1-75. Породы горные. Метод определения коэффициента крепости по Протождьяконову. (Актуализированная редакция от 19.03.2013)

Геннадий Петрович Парамонов, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой взрывного дела, тел. +7 (921) 911-68-95, E-mail: paramonov@spmi.ru;

Валентин Александрович Ишейский, аспирант кафедры взрывного дела, тел. +7 (950) 009-97-07, E-mail: vd07@bk.ru;

Владимир Николаевич Ковалевский, канд. техн. наук, доцент кафедры взрывного дела, тел. +7 (921) 982-35-04, E-mail: vladimir_kovalevskiy@mail.ru

(Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург)

Уважаемые коллеги!

Приглашаем вас принять участие в XI Международном Форуме «Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2015», который начнет свою работу 13 апреля на территории СГГА и продолжит работу в МВК «Новосибирск ЭкспоЦентр», где 20-22 апреля пройдут пленарные заседания и выставочная часть форума.

Организаторы форума: Сибирская государственная геодезическая академия (СГГА), выставочный оператор «Интерэкспо ГЕО Сибирь» при поддержке международных специализированных организаций (DVW, FIG, ISPRS, ICA, ISDE, IEAS, DGfK, EAGE), государственных органов управления, ведущих фирм, вузов и научных учреждений.

Цель форума: определение перспективных направлений развития, оценка реального состояния, выявление новых научных разработок, методов, методик и технологий, формирование системы подготовки специалистов в соответствии с направлениями конгресса и выставки.

Содержание форума: демонстрация новых средств измерений, научных и практических достижений в области геодезии, маркшейдерии, картографии, кадастра и землеустройства; геоэкологии; оптики и оптического приборостроения и др.; а так же внедрения в промышленность и экономику современных технологий по созданию единого гео-пространства, технологий лазерного сканирования и беспилотных летательных аппаратов; геомониторинга природных и промышленных объектов; моделирования явлений и процессов, разведки и разработки полезных ископаемых и эксплуатации нефтегазовых и горно-добывающих комплексов, территориального планирования, создания сети базовых станций Глонасс/GPS и многое другое.

Получить информацию о порядке оформления участия в конференции, программе и участниках, а также о дополнительных мероприятиях можно на сайте www.expo-geo.ru или по тел.: +7(383) 349-23-00; +7(383) 349-23-00.

Редакция «МВ»

60 ЛЕТ ЮРИЮ ОЛЕГОВИЧУ КУЗЬМИНУ



Юрий Олегович Кузьмин родился 24 ноября 1954 г. в г.Ашхабаде в семье университетских преподавателей. После окончания школы поступил в 1972 г. в Туркменский Государственный Университет, который закончил в 1977 г. по специальности «физика». В этом же году был направлен на работу в Институт Сейсмологии Академии Наук Туркменистана. В 1982 году он защитил в ИФЗ АН СССР им.О.Ю.Шмидта кандидат-

скую диссертацию под руководством выдающегося отечественного ученого Ю.Д.Буланже. В 1990 г., также в ИФЗ АН СССР, им была защищена докторская диссертация на тему «Современная геодинамика разломных зон осадочных бассейнов». За все время работы в Институте Сейсмологии Туркменистана Ю.О.Кузьмин прошел путь от старшего лаборанта до заместителя директора по научной работе. В 1995 г. Юрий Олегович переезжает в Москву на постоянное место жительства и приглашается на работу в Институт Физики Земли РАН. В ИФЗ РАН он начал свою карьеру с главного научного сотрудника. С 1997 г. и по настоящее время он возглавляет лабораторию «Современной Геодинамики», а с 2014 г. - Отделение «Разведочной геофизики и прикладной геодинамики», является Исполнительным директором института по направлению «Геодинамическая безопасность объектов ТЭК».

Вся научная жизнь Ю.О.Кузьмина связана с современной геодинамикой сейсмоактивных и нефтегазоносных регионов. Им были проведены обширные исследования по выявлению пространственно-временной структуры геодинамических процессов и выявлен новый класс тектонических движений – параметрически индуцированных малыми воздействиями, аномальных, суперинтенсивных деформаций в зонах разломов. Анализ многочисленных материалов по повторным геодезическим и геофизическим наблюдениям, которые проводились в сейсмоактивных (Копетдаг, Камчатка, Северный Кавказ и др.) и асейсмичных (Припятская впадина, Западная Сибирь и др.) регионах бывшего Советского Союза, показали, что аномальная деформационная активность разломов в асейсмичных районах не уступает сейсмоактивным. Были выявлены автоволновые деформационные процессы, детально изучен «парадокс больших скоростей деформаций» в платформенных регионах, обоснован «парадокс малых деформаций» в сейсмоактивных. Для объяснения выявленных особенностей пространственно-временного спектра движений была предложен механизм параметрического возбуждения деформаций в разломах с последующим автоволновым его распространением.

В области прикладных исследований Ю.О.Кузьминым введено понятие «опасный разлом» и на его основе построена научно-методическая основа оценки геодинамической опасности особо ответственных объектов. Он активно занимается обоснованием и постановкой систем геодинамического мониторинга особо ответственных сооружений и различных объектов недропользования. В частности, под его руководством было запроектировано и введено в дей-

ствие более 100 геодинамических полигонов на месторождениях УВ и подземных газохранилищ на территории РФ и странах ближнего и дальнего зарубежья. Он является ответственным исполнителем проведенных в последние годы масштабных работ по сейсмологическим и сейсмотектоническим исследованием, а также сейсмическому микрорайонированию в рамках таких крупных инвестиционных проектов, как «Сила Сибири», «Южный поток (Сербский сегмент)», «Завод СПГ Владивосток» и др.

Ю.О.Кузьмин является автором и соавтором свыше 300 публикаций в отечественных и зарубежных изданиях, среди которых 7 монографий, 1 учебник для Вузов и 3 патента на изобретения. Наиболее известными монографиями являются «Современные движения земной коры осадочных бассейнов», «Современная геодинамика и нефтегазоносность», «Современная геодинамика и оценка геодинамического риска при недропользовании», «Современная геодинамика и вариации физических свойств горных пород», «Современная геодинамика и сейсмичность Юго-Востока Татарстана». Он являлся автором разделов «Российской Газовой Энциклопедии» и последнего издания «Геологического Словаря», одним из авторов-составителей «Маркшейдерской Энциклопедии», соавтором ряда нормативных документов.

С 1998 г. Юрий Олегович начал преподавательскую деятельность в качестве профессора кафедры «Маркшейдерского дела и геодезии» факультета «Разработки рудных и нерудных месторождений» Московского Государственного Горного Университета. Им разработан и читается курс «Геодинамика недр». Он является соавтором учебника для вузов «Маркшейдерия». С 2014 г. разработана магистерская программа и читается курс «Современная геодинамика сейсмоопасных и нефтегазоносных регионов» для студентов кафедры «Физика Земли» Физического факультета МГУ им М.В.Ломоносова. В течение многих лет Ю.О.Кузьмин читает лекции на курсах повышения квалификации специалистов маркшейдерских служб.

Ю.О.Кузьмин является членом Ученого и Диссертационного совета ИФЗ РАН, Сопредседателем Общественного семинара по геодинамике и геомеханике, входит в редколлегии и редсоветы журналов "Физика Земли", «Геодинамика и тектонофизика», «Маркшейдерский вестник». Он является Экспертом высшей квалификации системы экспертизы промышленной безопасности Ростехнадзора; членом НТС Ростехнадзора; Научным руководителем НПЦ «ПромНедраЭксперт»; зарегистрирован в Федеральном реестре экспертов научно-технической сферы Минобрнауки. Среди непосредственных учеников Ю.О.Кузьмина 5 кандидатов и 1 доктор наук.

Юрий Олегович всегда готов делиться своим опытом и знаниями, его неустанная энергия, глубокие и разносторонние знания, профессиональная компетентность в сочетании с личным обаянием и скромностью позволили получить заслуженное уважение и доверие коллег.

Коллективы ИФЗ РАН, НПЦ «ПромНедраЭксперт», Ростехнадзор, СМР, редакции журналов «Физика Земли», «Геодинамика и тектонофизика», «Маркшейдерский вестник» сердечно поздравляют юбиляра, желают ему крепкого здоровья, успехов в производственной и общественной деятельности, благополучия в личной жизни.



ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ

Обзор Всероссийской научно-практической конференции «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ»

С 20 по 24 октября 2014 г. в г. Санкт-Петербурге прошла Всероссийская научно-практическая конференция «Новые технологии при недропользовании». Организаторами конференции выступили: Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России», Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Некоммерческое партнерство «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело» и НОЧУ «ЦДО «Горное образование».



В работе конференции приняли участие порядка 130 человек, включая руководителей и ведущих специалистов маркшейдерских и геологических служб горно- и нефтегазодобывающих организаций: ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Газпром нефть», ООО «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь», ОАО «Татнефть им. В.Д.Шашина», ОАО «СУЭК», АК «АЛРОСА» (ОАО), ОАО «Стойленский ГОК», ОАО «Самолторнефтегаз», ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», ОАО «Оренбургнефть», ЗАО «Ванкорнефть», ЗАО «Газпром нефть Оренбург», ЗАО «РОСПАН ИНТЕРНЭШНЛ», ООО «Газпром Нефть Шельф», ОАО «Славнефть – Мегионнефтегаз», ОАО «Варьеганнефть», ООО «Газпром ПХГ», ООО «Новатэк – Юрхаровнефтегаз», ОАО «РН-Няганьнефтегаз», ООО «РН-Ставропольнефтегаз», ООО «РН-Пурнефтегаз», ООО «РН-Северная нефть», ООО «РН-Ставропольнефтегаз», ООО «РН –Уватнефтегаз», ЗАО «ЛУКОЙЛ – АИК», ОАО «Верхнечонскнефтегаз», ООО «Газпром добыча Ямбург», ООО «Газпромнефть - Ангара», ООО «Газпром добыча Астрахань», ООО «Газпром добыча Уренгой», ООО «Компания Полярное Сияние», ОАО «Архангельскгеолдобыча», ООО «Таас – Юрях нефтегаздобыча», ОАО «Газпромнефть – ННГ», ЗАО «Разрез Назаровский», ЗАО «Разрез Березовский», ЗАО «Разрез Бородинский», ОАО «Разрез Тугнуйский», ОАО «Разрез Изыхский», ОАО «Ковдорский ГОК», ОАО «ЕвроХимВолгаКалий» и др., а также специалисты федеральных органов исполнительной власти, слушатели курсов повышения квалификации и представители научных, общественных, экспертных организаций, ведущих специализированных маркшейдерско-геодезических компаний, включая ИПКОН РАН, СП «КРЕДО-ДИАЛОГ», ООО Навгеоком, ООО «НПП «Гео-Профи», ООО «Центр «Земля и недвижимость», ООО «Тerra технолоджис».

С приветственным словом и сообщением по актуальным проблемам горного образования к участникам конференции выступил ректор Национального минерально-сырьевого университета «Горный» - Владимир Стефанович Литвиненко. В ходе заседаний было заслушано доклады на такие актуальные темы, как: «О лицензировании производства маркшейдерских работ», «О научном обеспечении

производства маркшейдерских работ», «О допуске к работам, связанным с использованием недр», «Оценка нарушениями горного массива при разработке Яковлевского месторождения железных руд», «Проблемы внедрения новых технологий в маркшейдерском обеспечении недропользования», «О результатах мониторинга при проходке микротоннелей в Санкт-Петербурге», «Интерферометрический радар IBIS-FM – современная технология непрерывного мониторинга состояния бортов карьера», «Нормативно-правовые вопросы метрологического обеспечения маркшейдерских работ», «Сравнение современных способов расчета запасов, потерь и разубоживания при использовании кодекса JORC и Классификации запасов ГКЗ», «Применение математического моделирования геомеханических процессов при строительстве объектов метрополитена», «Об использовании роботизированных тахеометров для контроля деформаций подрабатываемых зданий», «О совершенствовании программных комплексов для недропользования», «О подготовке профессионального стандарта по маркшейдерским специальностям», «О деформационном мониторинге гражданских объектов».



В рамках конференции были проведены круглые столы на темы: «Метрологическое обеспечение маркшейдерских работ», «О квалификационных требованиях к специалистам маркшейдерских служб» и «О ценообразовании на виды маркшейдерских работ».

На конференции были вручены награды Минэнерго России, почетные грамоты и благодарности за большой вклад в маркшейдерское дело, обеспечение безопасного, рационального недропользования и охраны недр от Союза маркшейдеров России и НП «СРГП «Горное дело».



В рамках конференции были проведены технические экскурсии.

По результатам работы участниками конференции было принято решение.

ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ



РЕШЕНИЕ

Всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии при недропользовании»

23.10.2014 г.

г. Санкт-Петербург

1. Одобрить проводимую Общероссийской общественной организацией «Союз маркшейдеров России» и Некоммерческим партнерством «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело» работу по обеспечению промышленной безопасности при недропользовании и геолого-маркшейдерскому обеспечению работ при добыче минерального сырья.

2. Рекомендовать руководителям геологических, маркшейдерских и иных инженерных служб горно- и нефтегазодобывающих организаций обеспечить:

- подготовку предложений по формированию ведомственных документов Ростехнадзора для реализации требований проектов постановлений Правительства Российской Федерации по утверждению «Положения о подготовке, рассмотрении и согласовании планов или схем развития горных работ по видам полезных ископаемых» и «Положения о подготовке и оформлении документов, удостоверяющих уточнённые границы горного отвода», а также по дополнению и изменению «Инструкции по производству маркшейдерских работ»;
- организационно-техническую поддержку деятельности кафедр геологии, маркшейдерского дела и промышленной безопасности, иных инженерных кафедр горных вузов, включая их оснащение новейшими приборами и оборудованием, технической литературой, организацию производственных практик студентов, привлечение к выполнению хозяйственных работ;
- подписку предприятий-недропользователей на профессиональные издания - «Маркшейдерский вестник», «Маркшейдерия и недропользование», «Разведка и охрана недр», «Безопасность труда в промышленности» - для обсуждения актуальных проблем в сфере горного производства, доведения до специалистов сведений о новых технологиях, приборах и инструментах;
- моральное поощрение специалистов к дням геолога, маркшейдера, шахтера и нефтяников, внесших значительный вклад в обеспечение рационального и безопасного недропользования, общественными и ведомственными наградами, используя возможности Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров

России», Российского геологического общества и НП «СРГП «Горное дело»;

- обмен опытом, повышение квалификации, переподготовку специалистов геологических, маркшейдерских служб, служб промышленной безопасности, иных инженерных служб;
- принять меры к пополнению фонда Музея истории маркшейдерского дела приборами, инструментами, технической литературой, образцами документации, связанными с историей становления маркшейдерского дела.

3. Поручить Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России»:

- подготовить в Минобрнауки России предложения по сохранению в системе вузовского образования квалификации горный инженер;
- подготовить проект профессионального стандарта по специальности (квалификации) маркшейдерское дело;
- подготовить предложения в Ростехнадзор по возможности регламентации метрологических проверок средств измерений в рамках проектной документации на производство маркшейдерских работ;
- подготовить в Минприроды России предложения об исключении из ст.48 Градостроительного кодекса Российской Федерации вопросов подготовки проектной документации объектов, связанной с использованием недрами;
- подготовить предложения по квалификационным требованиям к подрядным организациям в сфере проектирования маркшейдерских работ.

4. Одобрить проект «Системы ценообразования на изготовление горноотводной документации». Поручить рабочей группе Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России» провести апробацию указанного проекта среди специалистов маркшейдерских служб и его доработку, подготовку соответствующих предложений по иным направлениям маркшейдерских работ.

5. Поручить Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России» и НП «СРГП «Горное дело» довести настоящее решение до сведения министерств и ведомств природно-ресурсного блока, горно- и нефтегазодобывающих организаций.

**Исполнительный директор
ООО «Союз маркшейдеров России»**

В.В.Грицков

О ДОПУСКЕ К РАБОТАМ, СВЯЗАННЫМ С ПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕДРАМИ
Всероссийская научно-практическая конференция
«НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ И МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ
ОБЕСПЕЧЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ»

В соответствии со статьей 24 Закона Российской Федерации «О недрах» первым из основных требований по безопасному ведению работ, связанных с недрами, назван допуск к работам лиц, имеющих специальную подготовку и квалификацию, а к руководству горными работами – лиц, имеющих соответствующее специальное образование. Это означает, что горными работами ввиду их особой технической сложности и опасности должны заниматься специально обученные люди, имеющие допуск к работам.

Процедура допуска к горным работам не нова. В советскую эпоху она регламентировалась «Указаниями о порядке допуска к руководству горными и взрывными работами на предприятиях, подконтрольных Госгортехнадзору СССР» от 06.03.1979. Позднее этот нормативный документ был сменён «Положением о порядке предоставления права руководства горными и взрывными работами в организациях, на предприятиях и объектах, подконтрольных Госгортехнадзору России», утверждённых постановлением Госгортехнадзора России от 19.11.1997 №43. В этом году данный нормативный документ утрачивает силу в связи с принятием «Правил безопасности при взрывных работах».

В указанных документах отражена только часть проблематики законодательного требования – вопросы допуска к работам специалистов. Рабочие специальности в них не рассматриваются.

В сложившейся практике допуск к работе лиц рабочих специальностей осуществляется путём ежегодной сдачи экзаменов в комиссии горного предприятия на знание требований по безопасному ведению работ. При этом для рабочих предусмотрено наличие профессионального образования, соответствующего их профессиональной деятельности, обучение безопасным приёмам работ, включая полугодовые инструктажи, наличие соответствующих инструкций (п. 8 «Правил безопасности в угольных шахтах» от 19.11.2013 №550, п.31 «Правил безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» от 11.12.2013 №599).

Таким образом, допуск к горным работам рабочих отнесён к зоне ответственности работодателя при рамочном нормативном регулировании этого процесса со стороны государства.

Классификатор специальностей высших и средних учебных заведений, дающий право руководства работами, уцелел в «Правилах безопасности при взрывных работах», утверждённых приказом Ростехнадзора от 16.12.2013 №605 только в отношении взрывных работ. В них сохранилось советское требование сдачи экзамена квалификационной комиссии под председательством представителя Ростехнадзора с получением квалификационного удостоверения – Единой книжки взрывника. Таким образом, допуск к работам при непосредственном участии государственного надзорного органа в классическом виде сохранился только в отношении взрывных работ, которые в силу террористических угроз оказались полити-

зированным видом деятельности.

П.29 «Правил безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» предусмотрено, что к техническому руководству работами на объектах ведения горных работ и переработки полезных ископаемых должны допускаться лица, имеющие высшее и среднее специальное соответствующее образование или окончившие соответствующие курсы, дающие право технического руководства горными работами. Вместо классификатора специальностей вузов и техникумов применён термин «горнотехническое образование». К лицам, подпадающим под эти требования, отнесены руководители, технические руководители и специалисты, включая начальников смен (участков) и диспетчеров.

Курсы, дающие право технического руководства горными работами, широко практиковались в довоенное и послевоенное время, когда существовал острый дефицит на горных специалистов. Понятие курсов правомочно только в отношении лиц пенсионного и предпенсионного возраста, пришедших в горное производство в ту эпоху. По мере выпуска специалистов горными вузами эта проблема была решена. Фактически через курсы специалистам, не имеющим горного образования, давали право на ведение нового вида деятельности, связанного с горным делом. Обычно это касалось практиков, волею судьбы перешедших из других отраслей промышленности. В современном законодательстве об образовательной деятельности получение специалистами права на ведение нового вида деятельности осуществляется посредством переподготовки, понятие которой не попало в нормативные документы Ростехнадзора.

В нормативных требованиях понятие «допуск» сохранилось только в отношении разовых выполняемых работ особо опасных видов. Использование этих допусков, в частности, регламентировано «Положением о применении нарядов-допусков при выполнении работ повышенной опасности на опасных производственных объектах горно-металлургической промышленности» от 18.01.2012 №44.

Имеются отдельные уточняющие требования в отношении таких разовых работ в иных нормативных документах. Так в п.6 «Правил безопасности угольных шахт» предусмотрено право руководителя шахты устанавливать порядок допуска к выполнению нарядов работниками шахты.

В отношении специалистов допуск к работам фактически осуществляется в формате аттестации по промышленной безопасности. Эта процедура распространяется на всех специалистов опасных производственных объектов, то есть на основные отрасли тяжёлой промышленности и, естественно, не отражает специфики недропользования. В соответствующем «Положении об организации работы по подготовке и аттестации специалистов организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» от 21.10.2013 №485 отсутствуют требования к образованию специалистов

горных предприятий, и любой сдавший экзамен человек, несмотря на отсутствие специального образования, в этом случае может считаться допущенным к руководству горными работами. Сдача же экзаменов возможна как в аттестационной комиссии горного предприятия, так и в аттестационной комиссии Ростехнадзора или его территориального органа, причём для отдельных категорий специалистов предусмотрена сдача экзаменов только в комиссиях системы Ростехнадзора.

В настоящее время аттестация в большинстве случаев происходит путём сдачи экзаменов на компьютере в унифицированном программном комплексе, установленном как в системе Ростехнадзора, так и на предприятиях. Практиковавшаяся ранее индивидуальная по предприятиям подготовка экзаменационных билетов с учётом специфики предприятий сходит на нет.

В своё время Типовым положением о проверке знаний, правил и норм и инструкций по технике безопасности руководящими и инженерно-техническими работниками от 22.11.1968 была предусмотрена проверка знаний таких индивидуальных для предприятия документов, как план ликвидации аварии, противоаварийные режимы, должностные инструкции, паспорта, схемы, технологические регламенты, а также имеющихся на предприятии средств противоаварийной защиты и технических средств безопасности, схем управления машинами, механизмами и технологическими процессами, условий безопасной эксплуатации оборудования, способов оказания первой медицинской помощи пострадавшим.

Знание правил и норм входило составной частью в этот проверочный комплекс. Но с переориентацией на предаттестационную подготовку во внешних учебных центрах, с поощрением прохождения аттестации в комиссиях Ростехнадзора, специфика предприятий стала отмирать, так как при широком их наборе и постоянно меняющемся составе отслеживать происходящие на них изменения очень сложно. Решить эту проблему можно только при условии долговременного закрепления обучающего центра, собственного или внешнего, за проблематикой, связанной с предаттестационной подготовкой.

Во главу угла было поставлено знание федеральных норм и правил. Между тем знание конкретного горного хозяйства для реального обеспечения безопасности работ не менее важно.

Предусмотренный законодателем допуск к производству горных работ сохранился только в отношении узкого сегмента этих работ, в отношении остальных работ он отсутствует либо подменён иными процедурами в виде экзаменов и аттестаций. С исключением из категории опасных производственных объектов общераспространённых и россыпных полезных ископаемых добывающие их предприятия выпали из под действия системы аттестации по промышленной безопасности. Сложен правовой статус работников предприятий, осуществляющих сервисные услуги на разрабатываемых месторождениях. Так проектные и научные организации трудно подвести под категорию организаций, эксплуатирующих опасные производ-

ственные объекты. Существующая система аттестации по охране труда Минтруда России затрагивает только часть проблематики поддержания должного уровня подготовки работников по обеспечению безопасности горных работ.

Положение осложняется введением системы допуска к работам организаций в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации. В этой системе формируются квалификационные требования и к работникам предприятий. Попавшие в строительные саморегулируемые организации горные предприятия относительно допуска своего персонала к работам существуют одновременно в разных правовых режимах.

Понятие курсов, дающих право технического руководства горными работами, отсутствует в законодательстве об образовательной деятельности, и такие курсы фактически исчезли из существующей практики. Следует заменить в нормативных документах Ростехнадзора это понятие на более легитимный термин «переподготовка».

Назрела необходимость в разработке специального документа по определению процедуры допуска к ведению работ, связанных с пользованием недрами, специалистов и рабочих организаций пользователей недр, подрядных организаций, гармонизирующего их с существующими требованиями градостроительного законодательства, законодательства о промышленной безопасности и охране труда. При этом следует закрепить необходимость изучения работниками наряду с федеральными нормами и правилами особенностей безопасной эксплуатации горного хозяйства конкретного предприятия.

В зависимости от категории работников и выполняемых ими работ в программу подготовки следовало бы вставлять в разных пропорциях требования из разных ветвей законодательства по безопасности работ и требования по безопасной эксплуатации соответствующих объектов горного хозяйства. Это позволило бы осуществлять комплексную подготовку работников с учётом характера их производственной деятельности.

Допуск к ведению горных работ работниками, как заказчика, так и подрядчика, должно оформлять либо горное предприятие, либо по его поручению учебный центр, специализированный на проблематике этого горного предприятия. Такой подход соответствует специфике горного производства и существующей практике фактического допуска персонала к работам.

В связи с тем, что на многих горных предприятиях маркшейдерские службы малочисленны или представлены единственным специалистом, организовать квалифицированный допуск к работам маркшейдеров силами таких предприятий задача достаточно сложная. Аналогичная ситуация и с некоторыми другими службами, например, с геологической. Здесь свою роль могли бы сыграть специализированные инженерные организации, такие как Союз маркшейдеров России, Российское геологическое общество и имеющиеся при них системы добровольной сертификации.

*Виктор Владимирович Грицков, Исполнительный директор
ООО «Союз маркшейдеров России», E-mail: smr@mwork.su*

ИНФОРМАЦИЯ



Россия, Москва, Всероссийский
выставочный центр, павильоны 69, 75
Тел./факс (495) 734-99-66
E-mail: info@metal-expo.ru <http://www.metal-expo.ru>
ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

«МЕТАЛЛ-ЭКСПО'2014» ПРЕДОСТАВИЛА УЧАСТНИКАМ РЫНКА НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

11-14 ноября в Москве состоялась 20-я юбилейная Международная промышленная выставка «Металл-Экспо'2014», участие в которой приняли свыше 650 компаний из 35 стран мира. Экспозиции посетили около 30 тыс. потребителей черных и цветных металлов из стройиндустрии, машиностроения, топливно-энергетического комплекса, транспортных и логистических компаний, металлотрейдеров, научных работников, студентов технических вузов. Большинство экспонентов высоко оценили эффективность своего участия в юбилейном форуме и выразили желание участвовать в 21-й выставке «Металл-Экспо'2015».

В 2014 г. масштабный выставочно-конгрессный форум собрал ведущие металлургические компании, трубные и метизные заводы, предприятия по обработке цветных металлов, производителей алюминиевого проката и сплавов, строителей, машиностроителей, нефтяников, газовиков, представителей других отраслей промышленности. На «Металл-Экспо'2014» было представлено все многообразие продукции черной и цветной металлургии, современного оборудования и технологий. 20 специализированных салонов по основным сегментам черной и цветной металлургии были усилены выставкой металлопродукции и металлоконструкций для строительной отрасли «МеталлСтройФорум'2014», демонстрацией оборудования и технологий для металлургии и металлообработки «МеталлургМаш'2014» и экспозицией транспортных и логистических услуг для предприятий ГК «МеталлТрансЛогистик'2014».

За 20 лет «Металл-Экспо» стала одной из площадок выработки консолидированной позиции металлургической отрасли. Обширная конгрессная часть выставки состояла из более 50 различных мероприятий в формате «производитель - дилер» и «производитель - потребитель». Минпромторг России провел совещание координационного совета по развитию металлургического комплекса, участие в котором приняли руководители металлургических компаний, отраслевых объединений и институтов. Также прошло заседание рабочей группы по реализации Межотраслевой программы работ по освоению новых видов и улучшению качества металлопродукции для автомобилестроения на период до 2015 г. Многие компании приняли участие в таких мероприятиях осенней Недели металлов, как «Российский рынок металлов», «Цинк - защита от коррозии», «Металлургия и грузоперевозки», «Современные технологии в области производства и обработки цветных металлов» и во многих других семинарах, круглых столах и презентациях по всем сегментам металлургического бизнеса.

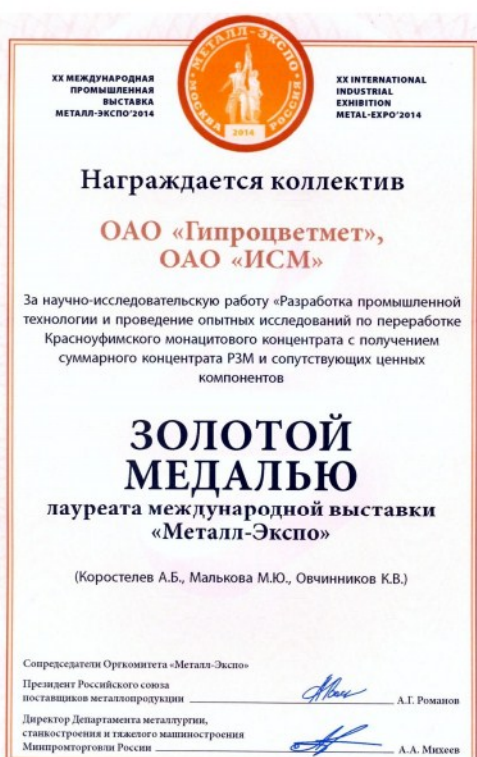
Целый ряд компаний награждены золотыми и серебряными медалями выставки «Металл-Экспо'2014» за разработку и внедрение в эксплуатацию оборудования и технологий, отвечающих современному техническому уровню, за освоение новых видов продукции. Кадровое обеспечение и потенциал становится все важнее, поэтому выставка выступила также и площадкой для привлечения молодежи в реальный сектор промышленности, организовав слет студентов и аспирантов профильных вузов «Будущее закладывается сегодня», в ходе которого молодым ученым были присуждены денежные гранты. Были подведены итоги конкурсов на лучшие решения применения стали и алюминия в строительстве, на лучшую видеопродукцию «Metal-Vision'2014», на лучший сайт в индустрии и на лучшее корпоративное СМИ. Таким образом, «Металл-Экспо'2014» дала возможность привлечь новый научно-промышленный потенциал в российскую промышленность. В связи с 20-летним юбилеем за многолетнее сотрудничество и вклад в развитие выставки были вручены свыше 300 медалей руководителям и ведущим специалистам из разных компаний.

В рамках работы выставки в программе мероприятий 13 ноября предусматривалось празднование 85-летия образования института Гипроцветмет.

В торжественных мероприятиях предусматривалась презентация института с демонстрацией его 85-летней плодотворной деятельности, а также участие в 11-й Международной научно-практической конференции «Современные технологии в области производства и обработки цветных металлов».

По результатам работы конференции ОАО «Гипроцветмет» был награжден Золотой медалью Лауреата Международной выставки «Металл-Экспо» за работу «Разработка промышленной технологии и проведение опытных исследований по переработке Краноуфимского монацитового концентрата с получением суммарного концентрата РЗМ и сопутствующих ценных компонентов».

ИНФОРМАЦИЯ



Чествование института сопровождалось награждением сотрудников почетными грамотами и подарками.

Приветствия в адрес института были направлены следующими организациями: Казгипроцветмет, ОАО «Челябинский цинковый завод», ФГУП «Институт Гинцветмет», ООО «УГМК-Холдинг», Научно-технический союз по горному делу, геологии и металлургии Болгарии, ОАО «ГМК Дальполиметалл», ОАО «Гео-Система» и ОАО «Майнэксресорес», Совместная Монголо-Российская компания с ограниченной ответственностью «Монголросцветмет»; КОО «Предприятие Эрдэнэт».

Оргкомитет «Металл-Экспо 2014»

Для справки:

«Металл-Экспо» является членом Всемирной Ассоциации Выставочной Индустрии (UFI) и Российского Союза выставок и ярмарок (РСВЯ), проходит ежегодный независимый выставочный аудит. Выставка проводится при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, Правительства Москвы, РСПП, ТПП РФ, Российского союза поставщиков металлопродукции, Международного союза производителей металлургического оборудования (Металлургомаш), Ассоциации Строителей России, Российского союза строителей, Союза машиностроителей России.

The logo for TOPCON SOKKIA, featuring a stylized leaf-like symbol to the left of the text 'TOPCON SOKKIA' in a white rounded rectangle.

Поставка геодезического оборудования и программного обеспечения.



ЗАО «Геодезические приборы»

197101, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Монетная, д. 16

Тел./факс: (812) 363-4323 office@geopribori.ru

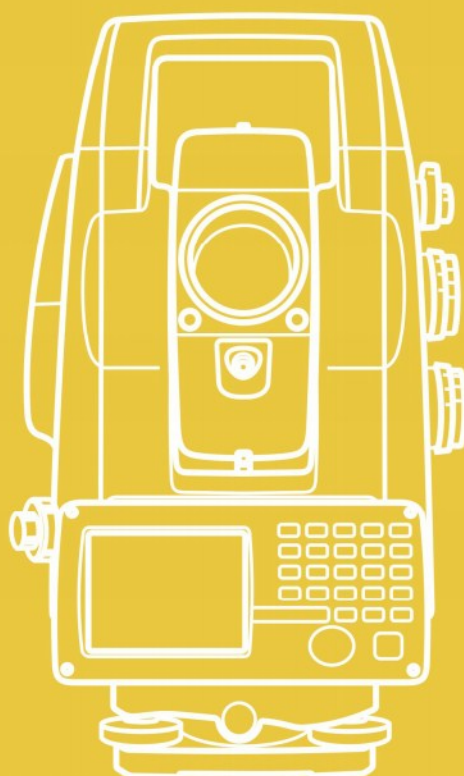
www.geopribori.ru



ЗАО «Геодезические приборы» Санкт-Петербург

Методическая поддержка

обучение
консультации
повышение
квалификации



Сервисное обслуживание

техническая
поддержка
ремонт
страхование

Комплексная
ПОСТАВКА

SOKKIA

ТОРСОН

VEGA
CONSTRUCTION INSTRUMENTS

ЗАО «Геодезические приборы»
г. Санкт-Петербург
ул. Большая Монетная д.16
office@geopribori.ru

(812) 363-43-23
(812) 363-19-46



www.geopribori.ru



Электронные тахеометры серии OS (Onboard Station)



ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ
инструменты и технологии для геодезии и строительства

(495)921-22-08
www.gsi.ru

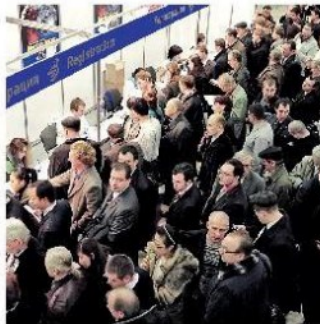
МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОНЫ 69, 75

10-13 **НОЯБРЯ** 2015

МЕТАЛЛ ЭКСПО'2015



21-я
Международная
промышленная
выставка



«Металл-Экспо'2015» – это диалог между производителями и потребителями металлургической продукции и эффективный канал продвижения современных технологий в металлургическую промышленность

ОРГКОМИТЕТ ВЫСТАВКИ:
тел./факс +7 (495) 734-99-66

WWW.METAL-EXPO.RU



Металлопродукция и металлоконструкции
для строительной отрасли
МеталлСтройФорум'2015



Оборудование и технологии
для металлургии и металлообработки
МеталлурМаш'2015



Транспортные и логистические
услуги для предприятий ГК
МеталлТрансЛогистик'2015



Генеральный информационный партнер:
специализированный журнал «МЕТАЛЛОСНАБЖЕНИЕ и СБЫТ»

