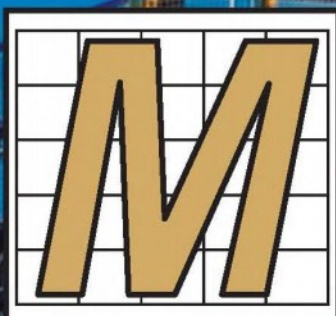


НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
SCIENTIFIC-TECHNICAL AND PRODUCTION MAGAZINE



АРКШЕЙДЕРСКИЙ ВЕСТНИК

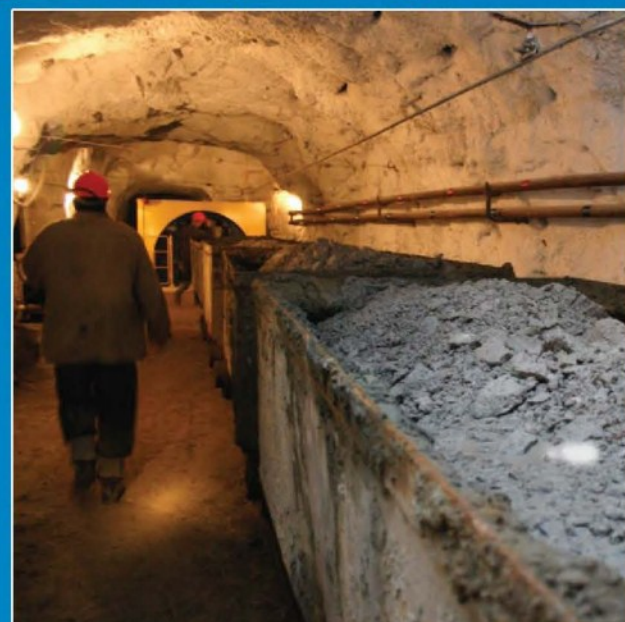
MINE SURVEYING BULLETIN

№ 4 2013

Июль - Август
July - August

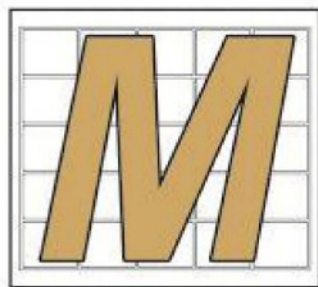
**ПОЗДРАВЛЯЕМ
С ДНЁМ ШАХТЁРА!**

*И пошёл уголёк отборный
По конвейеру на-гора.
Помнит всё этот мастер горный,
Словно пережил лишь вчера.
Шахта... Что для него дороже
Этой шахты, с детства родной?
И опять человек хороший
Опускается в свой забой...*



ОАО Гипроцветмет
г. Москва





АРКШЕЙДЕРСКИЙ ВЕСТНИК MINE SURVEYING BULLETIN

УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

Предлагаем вам подписаться на журнал «Маркшейдерский вестник»
на первое полугодие 2014 года

Научный и производственный журнал «Маркшейдерский вестник» является специализированным изданием для горных инженеров-маркшейдеров, геодезистов и геологов, освещающим научно-технические организационно-правовые проблемы маркшейдерского обеспечения разработки месторождений полезных ископаемых и горно-строительных работ.



Журнал публикует информацию, касающуюся:

- нормативных документов и инструкций по обеспечению безопасности горного производства;
- обмена производственным опытом маркшейдеров;
- научных исследований в области маркшейдерского искусства;
- новых технологий, технических средств, программного обеспечения и прогрессивных методов получения, ведения и хранения горной документации;
- законодательной базы недропользования, аспектов освоения недр, проблем социальной защищенности трудящихся – горных специалистов;
- сырьевой базы горной промышленности России, а также мирового и внутреннего рынков металлов, минералов и топлива.

«Маркшейдерский вестник» входит в список ВАК и публикуемые в нем статьи диссертанты могут включать в перечень своих научных трудов.

Выходит журнал один раз в 2 месяца (6 раз в году) форматом «А4» и объемом до 72 страниц.

Журнал рассылается по подписке на предприятия, в научные учреждения, в организации и частным лицам на территории России и стран СНГ.

Подписаться на журнал можно в отделениях связи, по индексам:

в каталоге ОАО «Роспечать» 71675;

в каталоге «Пресса России» 90949;

в каталоге «Урал-Пресс» 71675.

На 2014 г. стоимость одного номера журнала 1298 рублей, включая НДС. Стоимость годовой подписки 7788 рублей (в том числе НДС 1188 рублей).

Подписка через редакцию принимается с любого текущего номера. Для оформления подписки на 2014 г. необходимо перечислить на счет редакции сумму предоплаты согласно каталожной цене журнала, указав точный почтовый адрес, а также должность и фамилию получателя.

Уважаемые рекламодатели НТиП журнала «МВ»!

Информируем Вас, что расценки за публикацию реклам и информации в 2013-2014 гг. составляют:

в формате А4	– 16 т.руб. + НДС	– полноцветная реклама;
	– 8 т.руб. + НДС	– черно-белая реклама.
в формате А5	– 8 т.руб. + НДС	– полноцветная реклама;
	– 4 т.руб. + НДС	– черно-белая реклама.

Вся информация в журнале будет публиковаться после предварительной оплаты согласно договорам и счетам, выставленным издателем.

Проекты Ваших реклам и информации, а также заявки и платежные поручения о произведенной оплате по подписке необходимо представлять в редакцию по электронной почте: office@giproctm.ru или по факсу: (495) 616-95-55.

Журнал издается 21-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:

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

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) 660-92-00 доб.4-19
E-mail: office@giprocm.ru;
<http://www.giprocm.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 15.07.2013 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

МВ АРКШЕЙДЕРСКИЙ ЕСТНИК

№4 (96), июль – август, 2013 г.

Учредители:
СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ
СОЮЗ ЗОЛОТОПРОМЫШЛЕННИКОВ
ГИПРОЦВЕТМЕТ

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

**«Присутствие ученого в производстве
незаметно, заметно его отсутствие...»**

Академик А.Ю.Ишлинский

В этом номере:

- **ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**
- **ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС**
- **ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ**
- **ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ**
- **ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ**
- **ЮБИЛЕИ**
- **НАША ПАМЯТЬ**



Учредители, издатель, редакционный совет и редакция научно-технического и производственного журнала «Маркшейдерский вестник» сердечно поздравляем наших читателей с праздниками: Днем Metallурга и Днем Шахтера.

Желаем всем нашим недропользователям и их семьям доброго здоровья, успехов в труде, благополучия и личного счастья!

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
– ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ	
В.В.Яхеев. Методика определения площадей и объема полостей расслоения в кровле горных выработок (полостей Вебера) с помощью глубинных реперов.....	5
С.В.Практика. Инженерно-геологическое и гидрогеологическое изучение золоотвалов ТЭЦ при инженерной подготовке территории для строительства.....	7
А.Ф.Митрофанов. Методика применения индикаторного кригинга при моделировании месторождения Федорова Тундра.....	10
– ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС	
Горбунов О.Н. Спутниковый мониторинг деформаций морской стационарной платформы ЛСП-1.....	15
В.И.Глейзер, М.С.Кон. Новый прибор для гироскопического ориентирования.....	19
А.П.Бульбашев, Г.П.Жуков, Г.А.Малоземов. Техничко-экономическое обоснование ликвидации и консервации горных выработок отработанной части горного отвода карьера.....	25
С.А.Вохмин, А.И.Голованов, Е.Г.Малиновский, Ю.П.Требуш, Г.С.Курчин, Е.С.Майоров. Опыт нормирования потерь и разубоживания на рудниках ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель».....	25
– ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ	
В.В.Зубков, И.А.Зубкова, А.А.Андреев. Геомеханическое обоснование отработки залежи медистых руд Октябрьского месторождения.....	29
В.В.Зубков, А.М.Линьков. О моделировании сдвижения для обеспечения экологической безопасности на подрабатываемых территориях.....	31
Н.Н.Грищенко, Е.В.Блинникова. Прогноз деформаций земной поверхности на подрабатываемых территориях с учётом мезорельефа.....	34
К.М.Мурин. Способы борьбы с пучением почвы в подготовительных выработках при зональной дезинтеграции массива.....	38
В.С.Зыков, И.Л.Непомнищев. Геодинамическое зонирование участков угольных пластов.....	42
– ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ	
Н.Е.Федотов. Определение рациональной схемы вскрытия и системы разработки лунного карьера.....	46
К.Э.Тришин. Хроники древних цивилизаций: циничная фальсификация или реальность? Часть II.....	51
– ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ	59
– ЮБИЛЕИ	66
– НАША ПАМЯТЬ	67

УДК 539.3

В.В.Яхеев

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ И ОБЪЕМА ПОЛОСТЕЙ РАССЛОЕНИЯ В КРОВЛЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК (ПОЛОСТЕЙ ВЕБЕРА) С ПОМОЩЬЮ ГЛУБИННЫХ РЕПЕРОВ

Рассмотрена проблема образования полостей расслоения в кровле горных выработок (полостей Вебера). Предложена расчетная методика определения их площадей и объема с помощью глубинных реперов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: полости расслоения; полости Вебера; кровля горных выработок; устойчивость выработок; выбросоопасность горных пород; площадь; объем; методика; глубинные репера.



Образующиеся полости расслоения в кровле горных выработок (полости Вебера) влияют на устойчивость выработок, а также на выбросоопасность горных пород. Чем больше полости Вебера, тем менее устойчива выработка и более склонна к выбросам, так как полости расслоения являются местом скопления газов, находящихся под высоким давлением.

Поэтому изучение полостей расслоения в кровле горных выработок имеет большое значение. В статье поставлена цель - создать методику определения площадей полостей расслоения в кровле горных выработок (полостей Вебера) с помощью глубинных реперов.

Простота шахтных замеров смещений, несложность аппаратуры и установки наблюдательных станций – все это позволяет считать метод измерения деформаций глубинными реперами наиболее эффективным экспериментальным методом исследования проявления горного давления [1].

По разности смещения глубинных реперов судят о величине расслоений и скорости деформирования отдельных слоев. Применение данного метода, конструкции глубинных реперов и отсчетных устройств к ним обобщены в работе [2].

По исследованиям [3], расслоения горных пород в окрестности горной выработки не превышают 6 м. Поэтому необходимо первый репер устанавливать не менее чем на это расстояние и тогда его возможно принимать за неподвижный и относительно него рассчитывать смещения других реперов.

Лабораторными исследованиями профессора А.А.Борисова доказано, что кровля, сложенная твердыми слоистыми породами, как нетрециноватыми, так и трещиноватыми, работает подобно пачкам плит [4]. Это подтверждается многочисленными шахтными исследованиями, выполненными как отечественными, так и зарубежными исследователями. Причем за наиболее возможное перемещение плиты в вертикальной плоскости принимается цилиндрический изгиб [5].

В работе [4] показано, что для слоев пород задачу о расчете плиты можно свести к расчету балки,

что значительно проще, если выполняются следующие условия:

$$\begin{aligned} z/l &> 3, \\ m/l &\leq 1/3, \end{aligned} \quad (1)$$

где z – длина выработки; l – пролет выработки; m – толщина слоя породы.

Условие (1) для рудников выполнимо. Для того, чтобы построить функцию распределения прогиба слоя кровли, нужно рассматривать элементарную полосу плиты как обыкновенную балку. В работе [6] приводится формула кривизны изгиба оси (упругой линии) двухопорной балки с равномерно распределенной нагрузкой. Следовательно, поверхность изгиба слоя породы можно описать радиусом окружности.

Слой изгибается отдельно, то есть каждый слой имеет свой радиус изгиба. Следовательно, образующиеся полости имеют различные объемы, уменьшающиеся по высоте от кровли. На рисунке покажем метод расчета объема полости, наиболее близко расположенной к кровле, что вызывается удобством геометрических построений из-за наибольшей величины нижней полости.

Рассмотрим подробно два соседних нижних слоя, в которые установлено по реперу V и VI. Смещаясь вниз, нижний слой образует полость площадью S_{CDBK} . Конфигурация полости напоминает сегмент.

Существует приближенная формула для расчета площади сегмента, если неизвестно, какую часть окружности составляет дуга сегмента и каков ее радиус [7]:

$$S \approx 2/3ah, \quad (2)$$

где a – основание сегмента; h – высота сегмента.

Аналогично, смещаясь вниз, верхний слой образует полость S_{CDBE} , также напоминающую по конфигурации сегмент. Очевидно, что деформация нижнего слоя больше деформации верхнего слоя. Смещаясь вниз, нижний слой образует полость с высотой h_n , а верхний слой, смещаясь на величину h_e , заполняет часть этого объема. Площадь образовавшейся полости расслоения S_{CEBK} равна разности площадей нижнего и верхнего сегмента:

$$S_{CEBK} = S_{CDBK} - S_{CDBE}. \quad (3)$$

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

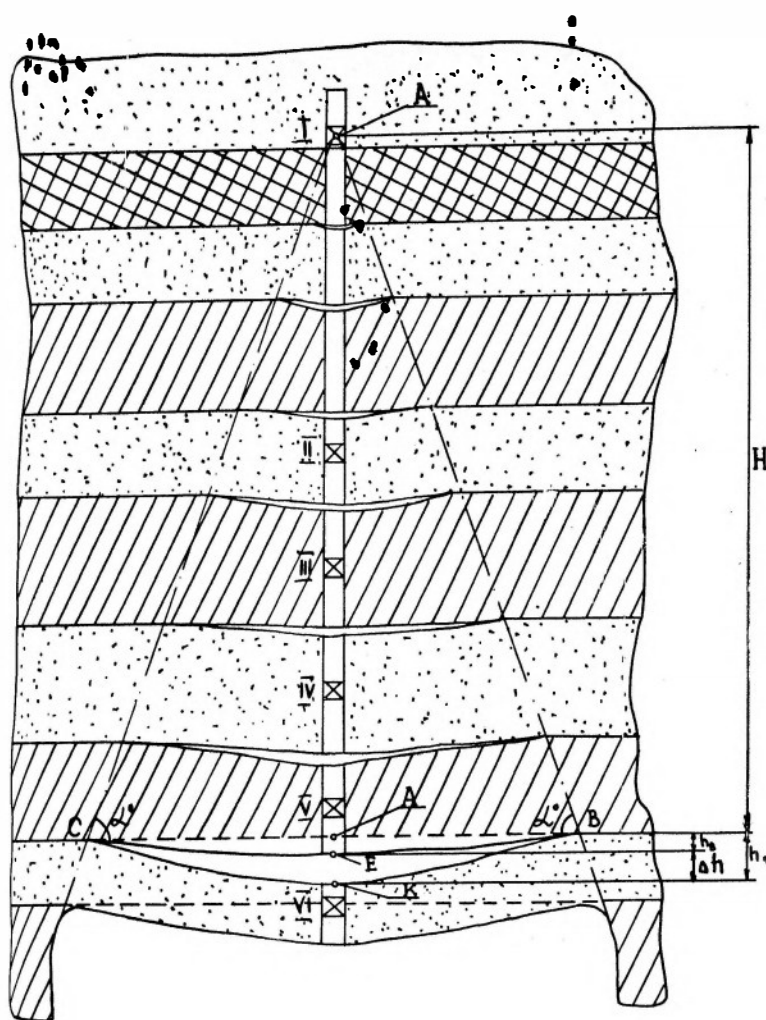


Рис. Схема определения площадей полостей расслоения в кровле (полостей Вебера) при помощи глубинных реперов

Используя формулу (2), получим:

$$S_{CDBK} = 2/3 CB \cdot DK,$$

$$S_{CDBE} = 2/3 CB \cdot DE,$$

где $DK=h_n$ – величина деформации нижнего слоя; $DE=h_b$ – величина деформации верхнего слоя; $DK=a=2H \cdot \text{ctg}\alpha$ – основание полости расслоения; H – расстояние от контакта слоев до неподвижного репера I; α – угол обрушения, для каждого месторождения он свой.

Площадь полости расслоения имеет величину

$$S_{CEBK} = 2/3 \cdot 2H \cdot \text{ctg}\alpha \cdot h_n - 2/3 \cdot 2H \cdot \text{ctg}\alpha \cdot h_b = 4/3 H \cdot \text{ctg}\alpha (h_n - h_b) = 4/3 H \cdot \text{ctg}\alpha \cdot \Delta h, \quad (4)$$

где Δh – относительная деформация, равная разности деформаций нижнего и верхнего слоев.

Когда длина выработки намного превышает ширину, то распределение напряжений по поперечному изгибу слоев становится однородным. Вследствие однородности напряжений образуются полости расслоения, имеющие одинаковое сечение по всей длине выработки, не считая сопряжений, которые представляют незначительную часть выработки, и поэтому нами не рассматриваются. Объем образовавшейся полости равен площади расслоения, умноженной на длину выработки Z :

$$V = S_{CEBK} \cdot Z. \quad (5)$$

Предложенная нами расчетная методика корректна, если выполняются следующие условия:

- выдержанность по мощности слоев горных пород на значительной площади;
- малая величина сил связей по контактными поверхностям слоев;
- монолитность и целостность каждого слоя.

Все этим требованиям горные породы удовлетворяют, поэтому на них может быть распространен разработанный нами метод определения площадей и объема полостей расслоения в кровле горных выработок с помощью глубинных реперов.

Литература

1. Грицко Г.И., Власенко Б.В. Экспериментально-аналитический метод определения напряжений в массиве горных пород. Новосибирск, Наука, 1976, 190 с.
2. Петухов И.М., Воскобоев Ф.Н. Опыт применения глубинных реперов для изучения сдвижений и деформаций горных пород в массиве. М., Недра, 1967, 39 с.
3. Проскуряков Н.М. Внезапные выбросы породы и газа в калийных рудниках. М., Недра, 1980, 264 с.
4. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. М., Недра, 1980, 360 с.
5. Ковалев О.В. Научные основы разработки выбросоопасных пластов калийных месторождений. Дис. на соискание ученой степени д.т.н. Л., Фонды ЛГИ, 420 с.
6. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов, Киев, Наукова думка, 1975, 704 с.
7. Выгодский М.Я. Справочник по элементарной математике. М., Наука, 1982, 335 с.

Валерий Васильевич Яхеев, к.т.н., с.н.с., доцент кафедры "Геоэкология" ГПА (Государственная полярная академия), г.Санкт-Петербург, тел. 8-904-553-53-75, E-mail: yakvaleri@yandex.ru

УДК 624.131.3

С.В.Практика

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЗОЛОТВАЛОВ ТЭЦ ПРИ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Рассмотрены специфические особенности водно-физических, фильтрационных и механических свойств намывных отложений золоотвалов, которые отличают их от естественных грунтов аналогичного гранулометрического состава.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: золоотвал; инженерно-геологические условия; проницаемость; градиент; фильтрация.



Отложения золоотвалов являются специфическими техногенными породами как по составу, состоянию и свойствам, так и условиям их образования. Они обычно слабо уплотнены и характеризуются низкими прочностными свойствами. Кроме того, в твердой и жидкой фазах золошлаков содержится большое количество вредных, токсичных компонентов. Все перечисленные выше особенности необходимо учитывать при выполнении инженерно-геологических и гидрогеологических исследований для обоснования проектов инженерной подготовки территории размещения золошлаковых отходов.

Изучение золоотвалов в Санкт-Петербурге выполнялось на территории квартала 9А СУН, расположенного в северо-восточной правобережной части Невского административного района. Его площадь составляет 19,8 га. До 1955 г. территория квартала, представляющая собой часть Приневской равнины, была заболочена. Поверхность территории имела абсолютные отметки около 0,5 м. После возведения ограждающей дамбы на ней начался намыв золы от ТЭЦ-2. В 90-е годы в северной половине территории на золоотвале была организована свалка строительного мусора. В результате перед началом инженерной подготовки территории квартала абсолютные отметки её поверхности изменялись от 5,9 до 12,5 м БС с уклоном на северо-восток и на 2-6 м превышали абс. отметки окружающих территорий [1].

Исследования были направлены на уточнение механических и водно-физических характеристик гидрозолы с учетом выявленных специфических особенностей ее химико-минералогического состава, обуславливающей способность данных отложений к самоцементации со временем и приобретению структурной прочности.

Наличие жестких структурных связей в грунтах придает им особое деформационное поведение, при котором до преодоления структурной прочности $\sigma_{сmp}$ грунт практически несжимаем, а при нагрузках свыше $\sigma_{сmp}$ сжимаемость резко повышается. Компрессионные опыты показали, что величина структурной прочности на сжатие $\sigma_{сmp}$ для грунтов данного золоотвала незначительная - 0,25 кг/см². Упругое деформирование грунта происходит с более низким коэффициентом сжимаемости, свыше нагрузки 0,25 кг/см² сжимаемость повышается, прослеживается почти линейный характер изменения пористости при нарастании нагрузки до 2,5 кг/см² со средним коэффициентом

сжимаемости $a=0,055$ см²/кг, $E_0=35$ кг/см². Свыше нагрузки 2,5 кг/см² сжимаемость снижается: $a=0,03$ см²/кг, $E_0=50$ кг/см².

В грунтах с цементационными связями прочность на сдвиг обусловлена наличием двух видов сцепления – коагуляционного C_w и структурного $C_{сmp}$ (помимо внутреннего трения). В ненарушенном сложении проявляются обе составляющие сцепления, а при нарушении естественного сложения пород структурная составляющая необратимо исчезает. В результате сопротивление сдвигу таких пород в нарушенном и ненарушенном состоянии разное за счет величины $C_{сmp}$. В расчетах устойчивости откосов золоотвала в зависимости от ситуации учитывается либо общее сцепление пород C , либо только остаточное C_w (коагуляционное), что требует специальных исследований по выяснению величины структурной составляющей $C_{сmp}$.

Прочностные показатели гидрозолы определялись методом сдвиговых испытаний по схеме неконсолидированно-недренированного сдвига на образцах ненарушенной структуры и после нарушения. Угол внутреннего трения 19° в большей степени соответствует песчано-супесчаным грунтам, которые обычно получают для песков и супесей аналогичного гранулометрического состава, но естественного происхождения. Сцепление ненарушенных образцов золы – 0,20 кг/см² – не характерно для грунтов песчаного состава. Это специфическая особенность золы, обусловленная формированием жестких цементационных связей, прочность которых может быть оценена по величине структурного сцепления. В данном случае структурное сцепление в среднем 0,13 кг/см², что составляет почти 70% от величины общего сцепления.

Гидрозола отличается от естественных песчано-супесчаных грунтов повышенной влагоемкостью – способностью удерживать на поверхности минеральных частиц и внутри микропор большое количество воды, в составе которой преобладает вода связанная. В золоотвале на территории квартала 9А-СУН влагоемкость и водоотдача гидрозолы определялись в 19-ти пунктах, примерно поровну в северной и южной ее частях. Анализ результатов лабораторного изучения влагоемкости и водоотдачи гидрозолы показал, что в северной, нагруженной насыпным грунтом, части территории квартала 9А-СУН слой гидрозолы имеет среднюю пористость, равную 51%, и среднюю естественную влажность (весовую), равную 54%. В том числе 43% воды, связанной с частицами золы, и 11% воды свободной, способной фильтроваться и

вытекать из золы при дренировании. В результате, средний коэффициент гравитационной водоотдачи гидрозола в северной части территории квартала 9А-СУН, несмотря на высокую пористость и влажность, составляет всего 0,1 от объема породы ($\mu = 0,1$).

В южной части территории квартала 9А-СУН слой гидрозола не нагружен и поэтому имеет более высокую пористость, равную в среднем 65%, и естественную весовую влажность, равную так же 65%. При этом здесь 46% воды связанной и 19% свободной. Это почти в два раза больше, чем в северной части квартала. Следовательно, средняя гравитационная водоотдача гидрозола в южной, ненагруженной, части территории квартала 9А-СУН равна 0,19 ($\mu = 0,19$).

Водоотдача гидрозола, как и любой другой полностью водонасыщенной породы, зависит от плотности сложения и пористости. Чем менее уплотнен грунт, тем больше его пористость, тем выше естественная влажность, и, следовательно, в нем содержится больше свободной воды, которая в основном определяет величину водоотдачи. Величина водоотдачи для исследованных образцов может быть различная - от 0,50 (при $e=2,04$) до 0,15 (при $e=1,46$). При низких коэффициентах ($e=1,10$) влажность гидрозола равна величине W_{mm} , т.е. вся вода в ней связанная и водоотдача равна нулю. Средние показатели водно-физических свойств изученных образцов составляют: $e=1,78$, $W=0,78$, $W_{mm}=0,53$. Следовательно, средняя величина водоотдачи изученных образцов гидрозола составляет примерно 0,25. В пересчете на более употребительный для гидрогеологических расчетов коэффициент водоотдачи μ , равный отношению объема стекающей воды к объему породы, получается, что $\mu = 0,20$. Эта величина соответствует максимальному количеству воды, которое можно удалить из зольного грунта при его дренировании после разрушения структуры [2].

Достоверные оценки фильтрационных параметров грунтовых массивов могут быть получены только натурными методами. Попытки выполнить опытно-фильтрационные работы на золоотвале не имели успеха вследствие низкой водоотдачи зольных отложений. Поэтому определение проницаемости гидрозола выполнялось по результатам лабораторных исследований на образцах ненарушенного сложения с использованием двух приборов: трубки СПЕЦГЕО и компрессионно-фильтрационного прибора. Условия фильтрации в этих приборах отличаются по величине создаваемого градиента напора. В первом приборе фильтрация осуществляется при низких градиентах (от 0,1 до 1,0), во втором – при более высоких градиентах (от 0,1 до 25 и выше). Для определения расчетных параметров проницаемости зольных грунтов достаточно опытов в трубке СПЕЦГЕО, в которой условия фильтрации более соответствуют фактическим – осушение золоотвала происходит при небольших градиентах. Компрессионно-фильтрационные испытания были необходимы для определения характера

изменения проницаемости гидрозола после нарушения ее структуры.

Из результатов фильтрационных опытов видно (рис.1), что в ненарушенном сложении грунт характеризуется более высокой проницаемостью, чем после разрушения структурного каркаса, что связано с уничтожением крупных фильтрационных каналов в макропористом скелете. В том и другом случае проницаемость зольного грунта снижается при уменьшении его пористости. Для ненарушенных образцов в диапазоне изменения коэффициента пористости от 2,04 до 1,6 коэффициент фильтрации уменьшается не так существенно (от 0,25 до 0,085 м/сут), как для нарушенных грунтов, у которых коэффициент фильтрации снижался на порядок от 0,15 до 0,02 м/сут. При выборе расчетного параметра проницаемости следует ориентироваться на результаты изучения ненарушенных образцов, у которых среднему значению пористости ($e=1,78$) соответствует величина $K_{\phi}=0,1$ м/сут. Эта средняя величина и даже максимальная ($K_{\phi}=0,25$ м/сут), полученная для исследованных нами образцов, оказались существенно ниже значений коэффициентов фильтрации, свойственных обычно естественным песчаным грунтам аналогичного грансоства ($K_{\phi}=0,5-1,0$ м/сут).

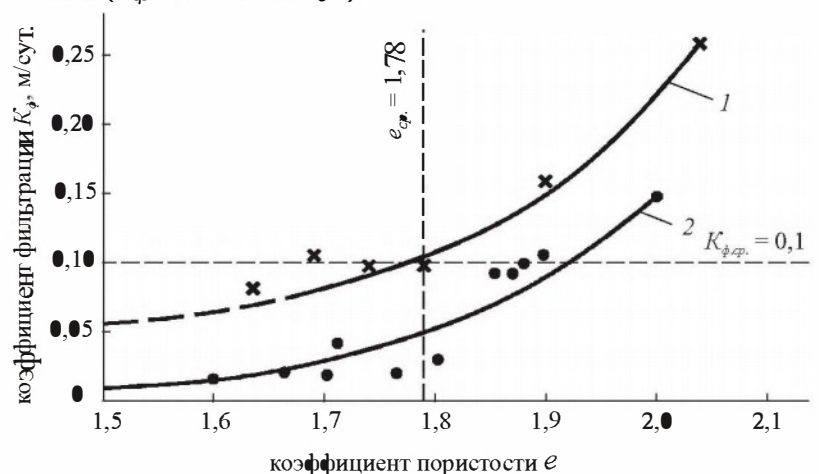


Рис.1. Графики зависимости коэффициента фильтрации (K_{ϕ}) от коэффициента пористости (e) для образцов гидрозола ненарушенной структуры (1) и образцов, уплотненных в компрессионно-фильтрационном приборе (2)

В ходе экспериментов выяснилось, что зольный грунт характеризуется начальным градиентом фильтрации, и его проницаемость зависит от действующего градиента напора. Интерпретация результатов опытов с целью получения величины начального градиента фильтрации l_0 заключается в зависимости скорости фильтрации V от действующего градиента напора l , где скорость фильтрации – это расход воды Q за единицу времени t через единицу площади сечения образца F , т.е. $V=Q/Ft$. Движение воды в естественных песках подчиняется закону Дарси, согласно которому скорость фильтрации прямо пропорционально зависит от коэффициента фильтрации грунта и действующего градиента напора (линейная связь). Для них начальный градиент фильтрации $l_0=0$.

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Полученные в результате компрессионно-фильтрационных испытаний одного образца зольного грунта, который среди всех исследованных разновидностей характеризовался наибольшим значением начального градиента $I_0=1$ при первоначальной пористости. Этот случай не типичен для гидрозолы, т.к. большинство образцов имело начальный градиент порядка 0,1-0,2, но он позволяет, как будто в увеличенном масштабе, увидеть те закономерности, которые проявляются у всех образцов, но на маленьком участке зависимости.

Зависимость $V=f(I)$ имеет два участка: линейный, соответствующий фильтрации по закону Дарси, и искривленный - при градиентах, приближающихся к величине I_0 . В литературе начальным называется градиент напора I_0 , при котором движение воды прекращается, и скорость фильтрации равна нулю на протяжении длительного времени. Величина градиента, при которой начинается снижение фильтрационной способности грунта (коэффициент фильтрации падает на порядок, затем на два и ниже) назовем градиентом отклонения от закона Дарси и обозначим I_D . Для данного образца при естественных показателях физического состояния (коэффициент пористости $e_0=1,85$ и влажности $W_0=0,88$) величина градиента I_D составляла 2,5, а начальный градиент I_0 был равен 1. При уменьшении в ходе компрессии коэффициента пористости до 1,6 и влажности до 0,7 величина градиента отклонения постепенно возрастала до $I_D=3,5$ при неизменной величине I_0 . Подобные характеристики получены и для других образцов гидрозолы, но величины I_D и I_0 , как правило, были значительно меньше, составляя соответственно $0,2 \div 0,4$ и $0,1 \div 0,2$.

Изменение водопроницаемости гидрозолы при снижении градиентов напора обусловлено влиянием на фильтрационный процесс связанной воды, которая обладает повышенной вязкостью и плотностью и, занимая часть порового пространства в виде оболочек на минеральном скелете, оказывает сопротивление движущемуся потоку. При достаточно высоких

градиентах напора это сопротивление преодолевается потоком, фильтрация идет с постоянными параметрами (скоростью и расходом). При снижении градиента энергия фильтрационного потока падает, фильтрация замедляется, и, наконец, наступает состояние, когда энергии становится недостаточно для преодоления сопротивления оболочек связанной воды, движение останавливается. Этому состоянию отвечает равенство действующего градиента напора и начального градиента фильтрации, при котором скорость фильтрации равна нулю. Влияние связанной воды на проницаемость тем существеннее, чем меньше пористость грунта и плотнее сомкнуты гидратные оболочки на путях фильтрации. Поэтому в образцах гидрозолы плотного сложения отклонение от линейного закона фильтрации наступает раньше (при более высоких градиентах), чем в образцах с высокой пористостью. Следует заметить, что вода, заключенная в микропорах зерен и агрегатов зольного грунта, в фильтрационном процессе участия не принимает.

При инженерной подготовке территорий золоотвалов для дальнейшего использования под строительство следует учитывать, что гидрозоль является результатом гидравлического складирования продуктов сжигания твердого топлива и, как многие намывные грунты, мало уплотнена, имеет высокую влажность, низкую несущую способность, содержит поровые воды, загрязненные токсичными компонентами. Разработка технологических схем осушения и удаления отложений золоотвалов и инженерные изыскания для их обоснования должны производиться с учетом специфики состава и свойств зольных грунтов.

Литература

1. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях для разработки проекта строительства (квартала 9А СУН), том I. ГУП «ТРЕСТ ГРИИ». С-Пб. 2001.
2. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная петрология. Л.: Недра, 1970, 511 с.

Станислав Валерьевич Практика, старший научный сотрудник лаборатории гидрогеологии и экологии Научного центра геомеханики и проблем горного производства, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», тел. (812) 328-84-40, E-mail: praktikas@mail.ru

Уважаемые коллеги!

Напоминаем Вам, что продолжается прием заявок на участие во Всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии при недропользовании», которая будет проводиться с 21-26 октября 2013 г. в Москве. Организаторами традиционно выступают Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России», Российское геологическое общество (РосГео), Некоммерческое партнерство «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело» при участии Ростехнадзора. Для участия в конференции приглашены руководители министерств и ведомств природоресурсного блока, горно- и нефтегазодобывающих организаций, научных, проектных и учебных организаций.

Получить информацию об условиях участия, 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»

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ИНДИКАТОРНОГО КРИГИНГА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФЕДОРОВА ТУНДРА

Описан опыт применения индикаторного кригинга при моделировании Cu-Ni-PGE месторождения Федорова Тундра на Кольском полуострове.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подсчет запасов; геологическое моделирование; кригинг; блочная модель; индикаторная вариограмма.



Использование обычного (ordinary) кригинга в процессе моделирования месторождений имеет достаточно большое количество преимуществ. Сложность подбора адекватной описательной вариограммной модели и связанные с этим временные и трудовые затраты в значительной мере компенсируются не-

смещенными оценками содержания в блочной модели и минимизацией дисперсии в получаемой в результате выборке.

Однако, несмотря на многие очевидные преимущества, многочисленными практикующими геологами в процессе их работы неоднократно отмечалось главное «узкое место» использования кригинга – избыточное сглаживание распределения полезного компонента по совокупности и связанное с ним занижение среднего содержания. Это особенно актуально с точки зрения традиционного подхода к подсчету запасов, в котором использовались приемы и формулы вариационной статистики, в результате чего всегда достигалась ярко выраженная дискретизация рудных тел.

В итоге при анализе и экспертизе многочисленных работ службами контроля ГКЗ зачастую отмечалось существенное занижение среднего содержания полезных компонентов при использовании кригинга при более или менее похожих количествах рудной массы.

Для устранения этого противоречия в рамках настоящей работы была предпринята попытка унификации и подробного описания методики индикаторного кригинга, а также сравнение результатов, полученных с помощью использования обычного (ordinary) кригинга и индикаторного его вида.

Геологические, тектонические и минералогические особенности месторождения

Федоровотундровское месторождение относится к самой западной части мафит-ультрамафитового расслоенного интрузива, который также известен в литературе под названием Федорово-Панского массива. С географической точки зрения последний расположен в центральной части Кольского полуострова и представляет собой вытянутый (более 80 км) и узкий (3-6 км) горный кряж, имеющий северо-западное простирание.

Федоровотундровский расслоенный массив, к которому приурочено одноименное месторождение, являющееся предметом рассмотрения настоящей статьи, на 90% сложен основными породами – от но-

ритов до габбро, ультраосновные породы встречаются достаточно редко. Вся промышленная Cu-Ni минерализация приурочена к согласно залегающей зоне такситовых габбро-норитов, получившей свое название из-за существенной неоднородности зерен минералов, которые ее слагают.

Сульфидная Cu-Ni минерализация является наиболее распространенной в пределах месторождения. Она тяготеет к породам зоны такситовых габбро-норитов и к прилегающим к ней участкам норитовой и эндоконтактовой плагиоамфиболитовой зон; общая мощность минерализованных пород колеблется от 80 до 200 м. Сульфидная минерализация представлена тремя минеральными типами: пирротеновым, пирротин-халькопиритовым и пентландит-халькопирит-пирротинным (Балабонин, 1998). Комплексная минерализация тесно связана с сульфидной медно-никелевой, тяготея преимущественно к ее пентландит-халькопирит-пирротинному минеральному типу, хотя в единичных случаях повышенные содержания PGE отмечались в бессульфидных породах.

Главными рудными минералами месторождения являются халькопирит, пирротин и пентландит. Их соотношение в среднем по руде в пересчете на 100-процентный сульфид – 41, 35 и 24 мас.% соответственно. В общей сульфидной массе доля этих минералов составляет от 95 до 100%. Вторичными и акцессорными минералами являются пирит, ильменит, магнетит, макинавит, марказит, кубанит, миллерит, борнит, сфалерит, виоларит.

Трехмерное моделирование месторождения с использованием обычного (ordinary) кригинга

Методика создания каркасных и блочных моделей, а также особенности подбора вариограмм и использование обычного (ordinary) кригинга были с высокой степенью детализации освещены в предыдущих авторских работах [5, 6]. Поэтому в настоящей статье приводятся лишь результаты пересчета запасов по состоянию на август 2012 г. Содержания, использованные в процессе моделирования, были изменены для ненарушения политики конфиденциальности компании Barrick.

В качестве основного метода интерполяции был использован кригинг, базой для которого служили ранее созданные вариограммные модели для всех основных компонентов. В качестве проверочного метода применялся метод обратных расстояний, который показал достаточно близкие результаты (хоть и заниженные) корреляции по данным перекрестной проверки. Поэтому в качестве основного метода был вы-

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

бран именно кригинг в том числе еще и за счет того, что в результате его применения получаются минимальные значения дисперсии в результирующей выборке.

Общий вид полученных блочных моделей представлен на рис. 1-3.

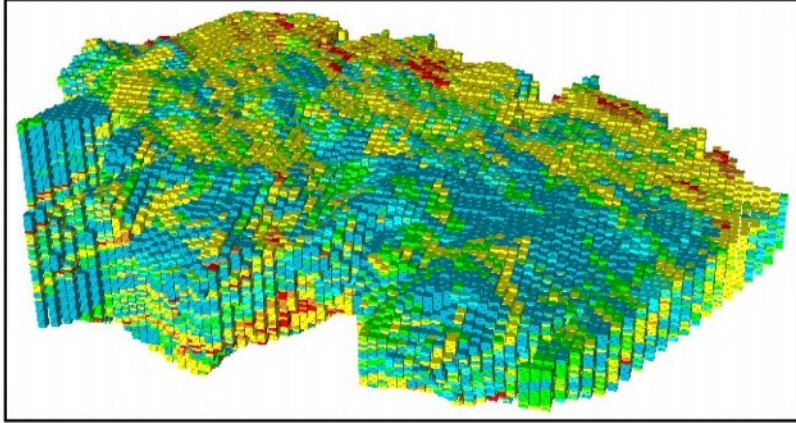


Рис.1 Общий вид блочной модели участка Большой Ихтегипах. Цветом показано увеличение содержаний палладиевого эквивалента

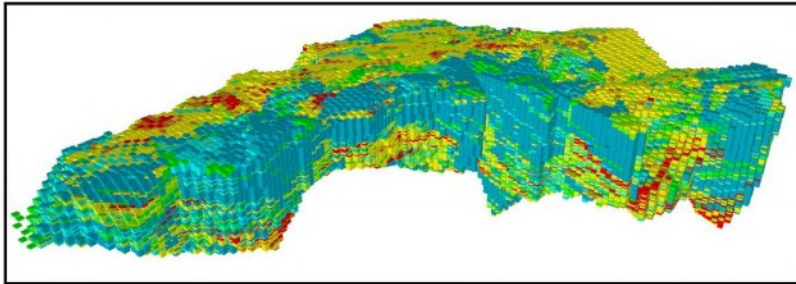


Рис.2 Общий вид блочной модели участка Пахварак. Цветом показано увеличение содержаний палладиевого эквивалента

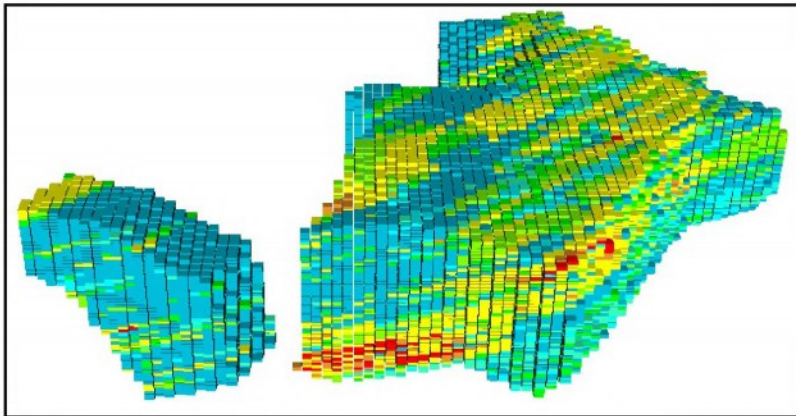


Рис.3 Общий вид блочной модели участка Аленка. Цветом показано увеличение содержаний палладиевого эквивалента

Моделирование Федоровотундровского месторождения с использованием индикаторного кригинга

В рамках предлагаемой методики предполагается исследование индикаторных вариограмм, отражающих поведение полезного компонента с учетом выбранного значения бортового содержания. Иными словами, в результате подобных исследований выясняется характер поведения исключительно рудных проб для каждого из вариантов подсчета.

После получения этих результатов, каждая проба из массива данных кодируется на предмет принадлежности ее к ранее выделенным рудным интервалам, созданным с учетом текущих кондиций, рудные пробы получают значение 1, безрудные – 0. В нашем случае дискретизация обуславливается значением выбранного бортового содержания (1.5 г/т по палладиевому эквиваленту).

Далее, по выделенным ранее в процессе индикаторной вариографии закономерностям распределения полезных компонентов, осуществляется интерполяция по законам кригинга, в результате чего каждая из имеющихся в блочной модели элементарных ячеек получает свое значение рудной вероятности от 0 до 1.

Затем блочная модель ранжируется по порядку увеличения вероятности и по достижении нужного объема отсекается ее критическое значение. Иными словами, именно выделенная часть модели имеет наибольшую вероятность оказаться рудной, согласно проведенным исследованиям, при этом ее объем в точности наследует необходимый объем, который был получен ранее при использовании обычного кригинга. Здесь стоит отметить, что зачастую в этом случае в качестве целевого значения объема используется объем каркасного тела, модифицированный с помощью коэффициента рудоносности. В рамках же данной работы с учетом наличия уже проведенного кригинга представляется целесообразным рассмотрение именно этого объема рудной части в качестве целевого. Эта мера, в том числе, облегчит процесс сравнения результатов.

После этого весь массив исходных проб разделяется на 2 части, рудные интервалы интерполируются в рудную часть модели, безрудные – в безрудную.

Рассмотрим каждый из описанных выше этапов более подробно.

Индикаторная вариография

Как уже было рассмотрено выше, индикаторная вариограмма – вариограмма, отражающая поведение полезных компонентов в рудных пробах, то есть пробах со значением содержания полезных компонентов выше рассматриваемого.

Поскольку для всех полезных компонентов речь идет об одном и том же количестве рудной массы, было проведено исследование вариограмм, отражающих распределение палладиевого эквивалента в пределах каждого из рассматриваемых участков. Для наилучшего согласования с геологическим строением массива принцип построения вариограмм оставался аналогичным ранее использованному при обычном (ординарном) кригинге. Все вариограммы были приняты анизотропными и одноструктурными. Основные взаимно перпендикулярные оси: 225/30, 45/60 и 135/0 (азимут направления/угол направления). Пример аппроксимации экспериментальных вариограммных моделей представлен на рис. 4-6.

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

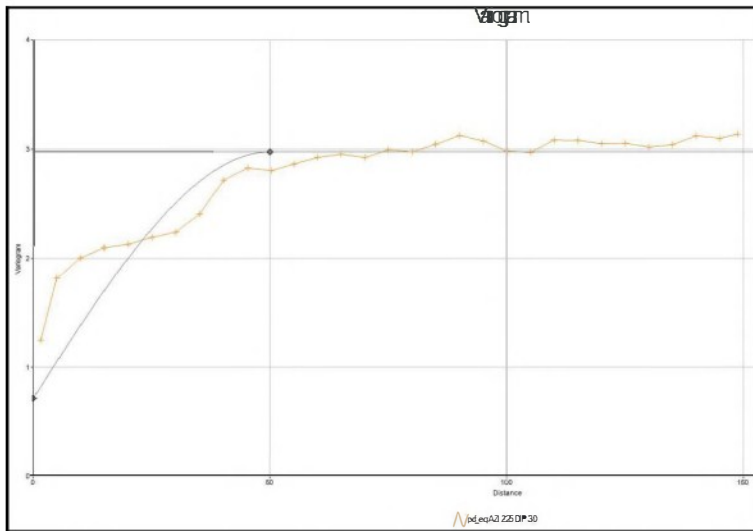


Рис. 4. Подбор вариограммной модели. Палладиевый эквивалент. Участок Большой Ихтегипахк. Направление 225/30

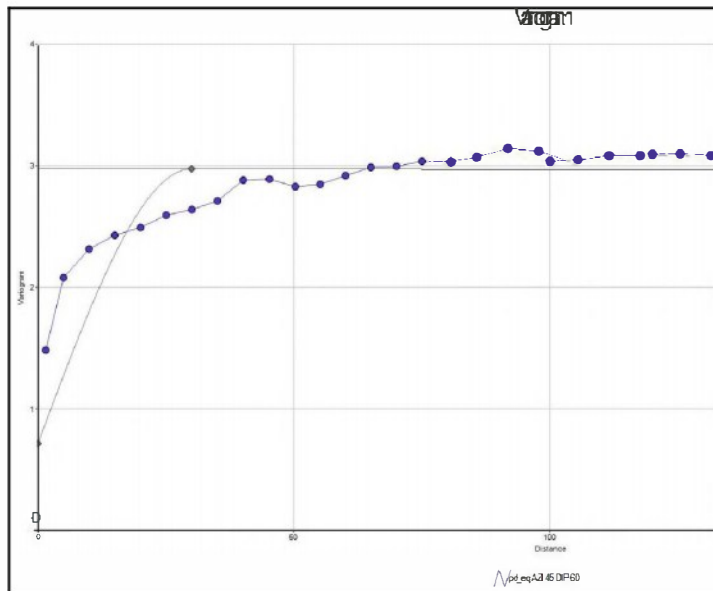


Рис. 5. Подбор вариограммной модели. Палладиевый эквивалент. Участок Большой Ихтегипахк. Направление 45/60

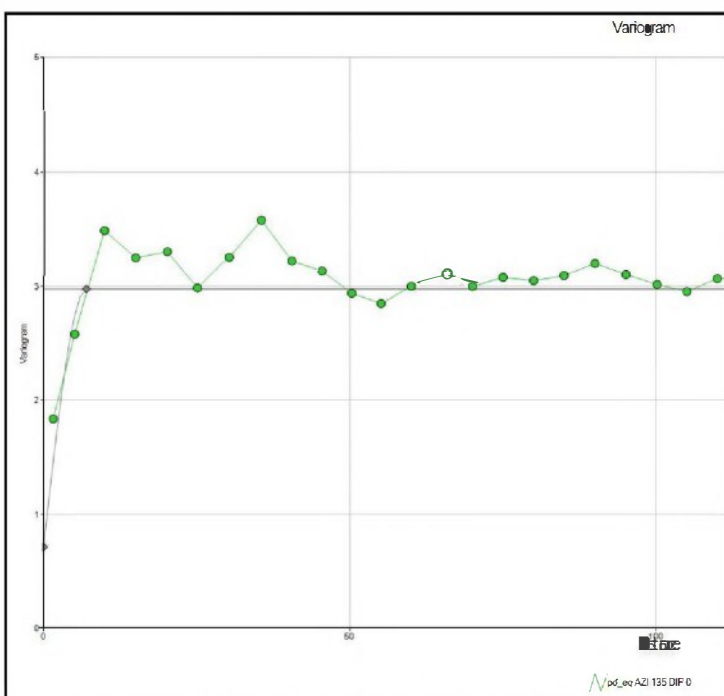


Рис. 6. Подбор вариограммной модели. Палладиевый эквивалент. Участок Большой Ихтегипахк. Направление 135/0

Результаты подбора вариограммной модели представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики вариограммных моделей для индикаторного кригинга

Участок	Компонент	Направление	Тип вариограммы	Эффект самородка	Spatial Variance	Дисперсия	Зона влияния
Большой Ихтегипахк	Pd_eq	225/30	Сферическая	0.715	2.261	2.976	50
		45/60					30
		135/0					7
Пахкварака	Pd_eq	225/30	Сферическая	1.3289	2.403	3.7319	39
		45/60					30
		135/0					7
Аленка	Pd_eq	225/30	Сферическая	0.251	0.983	1.234	44
		45/60					32
		135/0					5

Выбор метода интерполяции и описание его параметров

Для интерполяции в индикаторном кригинге используются не привычные содержания полезных компонентов, а вероятность отнесения каждого блока к рудному. Как уже рассматривалось выше, для этого каждая из анализируемых проб дискретно разбивается на рудные и безрудные в зависимости от выбранного бортового содержания. После чего эти вероятности по законам распределения, выделенным ранее, интерполируются в модель.

Размер поискового эллипсоида выбирался на основании наибольшей представительности получаемой выборки. Поскольку максимальное сгущение ячейки разведочной сети равно 50 м, то первичный поисковый эллипсоид, соответствующий максимальной степени достоверности, имел следующие размеры: 50×50×10 м. Минимальное количество проб, характеризующих элементарный объем ячейки для максимальной степени достоверности блока, принималось равным 4 минимум из двух выработок для исключения эффекта «бычьих глаз», когда для интерполяции в ячейку используются только ближайшие пробы всего из одной скважины.

В случае невыполнения условия необходимого минимального количества проб поисковый эллипсоид увеличивался в 2 раза. Минимальное количество проб сокращалось до двух, а блоки, в которые интерполировались содержания, получали более низкую степень достоверности. В последнем случае, для самых отдаленных участков блочной модели поисковый эллипсоид увеличивался в 10 раз с сокращением минимального количества проб до одной. В этом случае соответствующие ячейки получали самую низкую категорию достоверности.

В результате проведенной интерполяции каждому из элементарных блоков было присвоено собственное значение вероятности отнесения его к рудному.

Ранжирование полученной блочной модели по вероятности отнесения к рудной части

Полученная на предыдущем этапе блочная мо-

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

дель была ранжирована по возрастанию вероятности отнесения того или иного элементарного блока к рудной части. В результате этого оказалось возможным определение порогового значения вероятности, при превышении которого блок был отнесен к рудной части, в то время как оставшиеся блоки попадали в безрудную массу.

Пороговое значение вероятности для участка Большой Ихтегипакх составило 0.375, для Пахкваракки – 0.334, для участка Аленка - 0.498.

Интерполяция содержания полезных компонентов в блочную модель

Для интерполяции содержания полезных компонентов в полученную блочную модель использовался исходный массив данных рядового опробования, дискретно разбитый на рудные и нерудные интервалы.

В целом, общие параметры для интерполяции содержания полезных компонентов идентичны ранее использованным.

В качестве основного метода интерполяции был использован обычный (ordinary) кригинг, базой для которого служили ранее созданные вариограммные

модели для всех основных компонентов.

Необходимо только отметить, что отличием данного этапа интерполяции содержания полезных компонентов в блочную модель является сепаративная интерполяция рядовых проб, относящихся к рудным интервалам в рудную часть модели, полученную посредством индикаторного кригинга, а безрудных – в безрудную часть модели, что обеспечивает гораздо лучшее разделение получившейся модели, а результаты становятся ближе к результатам традиционного подсчета запасов. Результаты проведенных расчетов и сравнение их с классическим геостатистическим подсчетом приведены в табл.2.

Как видно из представленных результатов, использование индикаторного кригинга успешно решает проблему заниженных значений содержания полезных компонентов, при этом обеспечивая большую геологическую достоверность блочной модели, что предопределяется ее предварительным разбиением на рудную и безрудную части на основании данных вероятности, как показано на рис. 7-8.

Таблица 2

Сопоставление результатов подсчета запасов с использованием обычного (ordinary) кригинга и индикаторного кригинга

Кригинг																
Участок	Категория	Объем руды, куб. м	Тоннаж руды, тонн	Объемная масса, т/куб. м	Среднее содержание						Запасы металла					
					Pdэкв, г/т	Pd, г/т	Pt, г/т	Ац, г/т	Сu, %	Ni, %	Pdэкв, кг	Pd, кг	Pt, кг	Ац, кг	Сu, т	Ni, т
Большой Ихтегипакх	Measured	37589625	112768875	3	2.59	1.11	0.27	0.07	0.100	0.064	292197	125457	30518	7987	113128	71893
	Indicated	22744125	68232375	3	2.27	0.97	0.23	0.06	0.091	0.058	154550	65885	15823	4239	61856	39360
	Inferred	110250	330750	3	2.00	0.92	0.21	0.06	0.074	0.046	662	304	69	19	245	153
Пахкваракки	Measured	14389875	43169625	3	2.61	1.00	0.25	0.06	0.115	0.084	112791	43330	10582	2803	49441	36384
	Indicated	24436125	73308375	3	2.50	1.01	0.25	0.06	0.104	0.072	183359	73691	18249	4737	76517	52525
	Inferred	3112875	9338625	3	1.82	0.67	0.18	0.04	0.078	0.064	17000	6213	1643	397	7241	6012
Аленка	Measured	650250	1950750	3	2.08	0.72	0.16	0.04	0.107	0.075	3953	1410	321	86	2087	1464
	Indicated	14193000	42579000	3	2.20	0.81	0.19	0.05	0.111	0.074	93806	34541	8137	2290	47287	31666
	Inferred	380250	1140750	3	1.73	0.63	0.15	0.05	0.086	0.057	1978	722	174	52	982	653
Всего	Measured	52629750	157889250	3	2.59	1.08	0.26	0.07	0.104	0.070	408941	170197	41421	10876	164655	109741
	Indicated	61373250	184119750	3	2.34	0.95	0.23	0.06	0.101	0.067	481715	174117	42209	11266	185659	123551
	Measured/Indicated	114008000	342009000	3	2.46	1.01	0.24	0.06	0.102	0.068	840656	344314	83630	22142	350315	233292
	Inferred	3638375	10810125	3	1.82	0.67	0.17	0.04	0.078	0.068	19640	7229	1887	468	8488	6819
Индикаторный кригинг																
Участок	Категория	Объем руды, куб. м	Тоннаж руды, тонн	Объемная масса, т/куб. м	Среднее содержание						Запасы металла					
					Pdэкв, г/т	Pd, г/т	Pt, г/т	Ац, г/т	Сu, %	Ni, %	Pdэкв, кг	Pd, кг	Pt, кг	Ац, кг	Сu, т	Ni, т
Большой Ихтегипакх	Measured	31640625	94921875	3	3.34	1.45	0.35	0.09	0.128	0.077	316928	137361	33012	8439	121420	73552
	Indicated	28521000	85563000	3	3.19	1.38	0.33	0.08	0.123	0.074	272645	117743	28550	7122	105531	63447
	Inferred	290250	870750	3	3.00	1.34	0.32	0.08	0.113	0.065	2612	1164	276	70	984	569
Пахкваракки	Measured	11048625	33145875	3	3.51	1.39	0.34	0.08	0.150	0.106	116356	45970	11117	2800	49576	35180
	Indicated	28233000	84699000	3	3.62	1.47	0.37	0.09	0.147	0.100	306518	124610	31178	7294	124579	84397
	Inferred	2657250	7971750	3	3.37	1.30	0.36	0.07	0.129	0.104	26882	10364	2889	548	10320	8272
Аленка	Measured	379125	1137375	3	2.49	0.90	0.20	0.05	0.129	0.090	2834	1024	231	61	1471	1028
	Indicated	14526000	43578000	3	2.67	0.99	0.23	0.06	0.134	0.088	116225	43298	10150	2787	58237	38228
	Inferred	303750	911250	3	2.57	0.96	0.27	0.06	0.115	0.074	2340	879	246	58	1049	678
Всего	Measured	48083375	12905125	3	3.38	1.48	0.34	0.09	0.138	0.085	486118	184856	44960	11300	172468	109760
	Indicated	71280000	213840000	3	3.25	1.34	0.33	0.08	0.135	0.087	685387	285650	69877	17202	288348	186072
	Measured/Indicated	114848375	342045125	3	3.30	1.37	0.33	0.08	0.134	0.086	1131505	470506	114237	28502	460815	295832
	Inferred	3251250	9753750	3	3.26	1.27	0.35	0.07	0.127	0.088	31885	12407	3410	676	12352	9519
Разница																
Всего	Measured	82%	82%	3	130%	132%	131%	127%	128%	122%	107%	108%	107%	104%	109%	100%
	Indicated	116%	116%	3	139%	141%	148%	131%	134%	130%	161%	164%	168%	158%	159%	151%
	Measured/Indicated	100%	100%	3	134%	136%	136%	128%	131%	128%	135%	137%	137%	129%	132%	127%
	Inferred	90%	90%	3	180%	190%	200%	160%	162%	158%	162%	170%	181%	148%	148%	140%

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

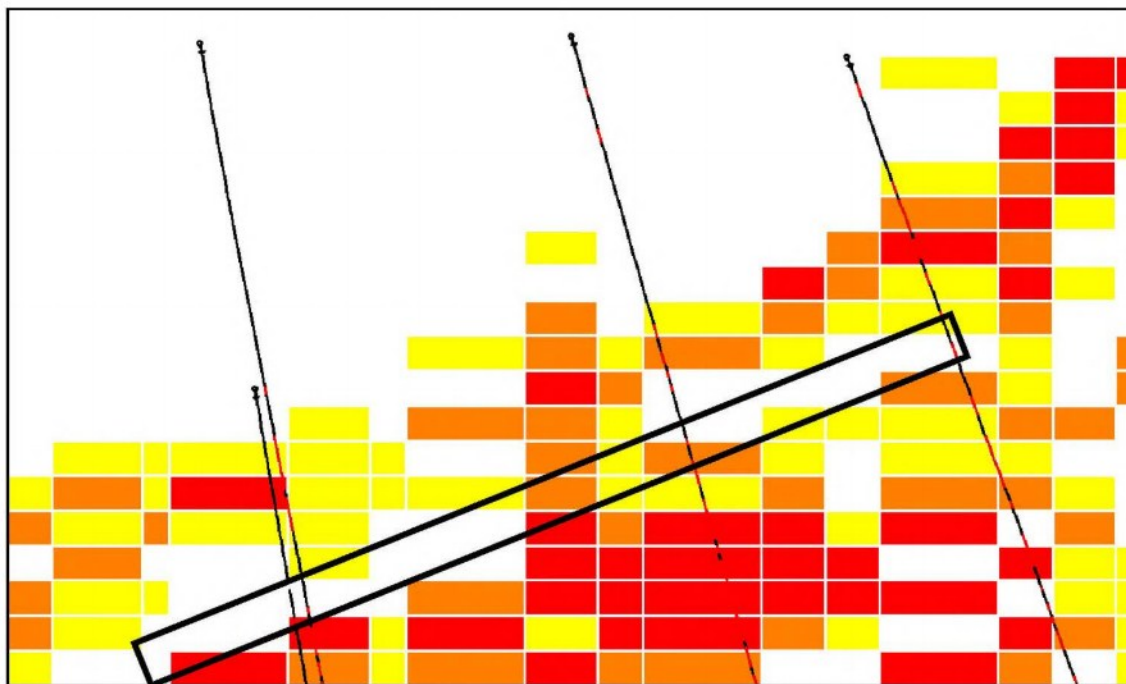


Рис. 7. Участок блочной модели, полученной с помощью использования классического кригинга. Цветом показано увеличение содержания палладиевого эквивалента. Красный цвет скважины – пробы с содержанием палладиевого эквивалента более 1.5 г/т, черный – менее

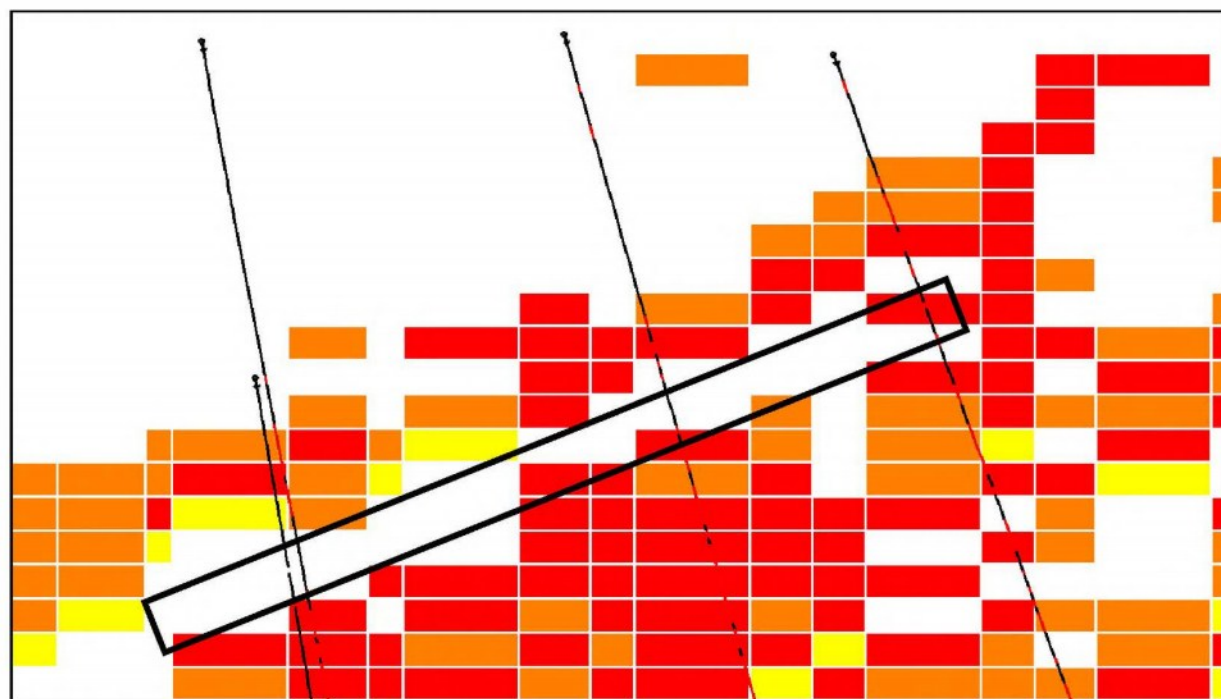


Рис. 8. Тот же участок блочной модели, полученной с использованием индикаторного кригинга. Налицо лучшее отображение геологических данных в виде выделения безрудного прослоя и в целом более высокие содержания

Литература

1. Henley S., *Nonparametric Geostatistic*, New York: Halsted Press, 1981, 145 pp.
2. Балабонин Н.Л. *Формы нахождения и баланс распределения благородных металлов в рудах Федорово-Панской интрузии (Кольский полуостров)* / Субботин В.В., Скиба В.И., Войтеховский Ю.А., Савченко Е.Э., Пахомовский Я.А. // *Обогащение руд.* – 1998. – №6. – С.24-30.
3. Капутин Ю.Е. *Горные компьютерные технологии и геостатистика*, СПб: Недра, 2002. – 424 с.
4. Капутин Ю.Е. *Моделирование месторождений и оценка минеральных ресурсов с использованием студии 3,*

Учебный курс, Ю Санкт-Петербург, 2007.

5. Митрофанов А.Ф., Малютина М.Ю. *Трехмерное моделирование и методика подсчета запасов месторождений Федоровотундровского рудного поля (Кольский полуостров)*, *Маркшейдерский вестник.* – 2010. №3. – С.51-58.
6. Митрофанов А.Ф. *Методика трехмерного моделирования, повариантный подсчет запасов и современная экономическая оценка участков большой Ихтегипахк, Пахкварака и Алёнка Федоровотундровского месторождения (Кольский п-ов)* // *Маркшейдерский вестник.* – 2012. – №1. – С. 23-30.

Александр Феликсович Митрофанов, магистрант МГУ,
геологический факультет, E-mail: mit-alex@yandex.ru

УДК 528.482

Горбунов О.Н.

СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ МОРСКОЙ СТАЦИОНАРНОЙ ПЛАТФОРМЫ ЛСП-1

Представлены основные результаты тестового спутникового мониторинга морской платформы ЛСП-1 с помощью сервиса Leica CrossCheck.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мониторинг; спутниковый приемник; деформации; смещения; контрольная точка.

Морская ледостойкая стационарная платформа ЛСП-1 (рис.1) месторождения им. Ю.Корчагина установлена в центре мелководной Северной части Каспийского моря на глубине 11,3 м в 110 км от ближайшего берега. ЛСП-1 – сооружение, предназначенное для круглогодичного бурения эксплуатационных скважин, транспортировки нефти и газа по морскому подводному трубопроводу на пункты отгрузки с оперативным учетом отгруженной продукции. Морская платформа ЛСП-1 является опасным и технически сложным инженерным сооружением, которое подвержено постоянному воздействию статических и динамических нагрузок, вызванных собственным весом, давлением воды и грунта, внешних условий (рис.2), в которых эксплуатируется. При произвольном пространственном воздействии нагрузок на морскую платформу возникают деформации конструкции на изгиб, сдвиг и кручение, которые могут стать причиной повреждений конструктивных элементов и коммуникаций, нарушения целостности конструкции, повлиять на работу оборудования.



Рис.1. Морская ледостойкая стационарная платформа им. Ю.Корчагина, состоящая из производственного блока ЛСП-1 и жилого блока ЛСП-2, соединенных переходным мостом



Рис.2. Внешние условия, воздействующие на морскую платформу при эксплуатации

Следовательно, важно проводить мониторинг и оценку величины деформации ЛСП-1 с целью определения величины допустимой степени повреждения конструкции для снижения вероятности аварий и обеспечения допустимого уровня безопасности. Мониторинг технического состояния ЛСП-1 должен выполняться в течение всего расчетного срока службы конструкции по программе мониторинга, которую проектной организации следует разрабатывать одновременно с проектной документацией [1].

Для мониторинга деформаций и осадок ЛСП-1 в течение всего срока эксплуатации в 2010 г. смонтиро-

вана и введена в эксплуатацию система спутникового мониторинга, состоящая из трех спутниковых приемников геодезического класса Leica GRX1200, а также средств коммуникации, вычислительной аппаратуры, программного обеспечения, которое в автоматическом режиме ведет сбор и расчет деформаций [2]. Приемники Leica GRX1200 установлены в контрольных точках на трех углах платформы (рис.3). Управление спутниковой системой обеспечивается программным обеспечением Leica GNSS Spider, совмещающим в себе передовые сетевые алгоритмы RTK (Real Time Kinematics). Программное обеспечение

Leica GNSS Spider автоматически вычисляет координаты контрольных точек, а в сочетании с программным обеспечением Leica SpiderQC выполняет мониторинг взаимного положения контрольных точек в режиме реального времени и в режиме пост-обработки.



Рис.3. Контрольная точка спутникового мониторинга деформаций ЛСП-1

При создании системы спутникового мониторинга ЛСП-1 ставилась задача создания системы дистанционного мониторинга, способной определять смещения антенн, установленных стационарно на морской платформе, непрерывно в динамике развития в реальном времени и в автоматизированном режиме [2]. Непрерывный автоматизированный мониторинг позволяет выполнять наблюдения в любое время суток и при любой погоде, регистрировать знакопеременные кратковременные деформации. Спутниковые приемники, работающие в автоматическом режиме, без участия оператора, с установленной дискретностью одновременно определяют все три координаты контрольной точки. Кроме того, контрольными точками и исходными пунктами образуется геодезическая сеть, состоящая из треугольников – жестких геометрических фигур, координаты которых надежно определяются за счет необходимого количества избыточных измерений.

Деформации ЛСП-1 выражаются через линейные вертикальные и горизонтальные смещения контрольных точек. Спутниковый мониторинг деформаций позволяет выполнять контроль пространственного положения и геометрии корпуса морской платформы ЛСП-1.

Программный модуль Leica GNSS Spider в режиме реального времени каждую секунду автоматически выполняет обработку «сырых» данных, поступающих с приемников, и вычисляет пространственные координаты контрольной точки на сантиметровом уровне точности. Смещения контрольных точек вычисляются относительно одной из точек, назначенной в качестве базовой (рис.4). По каждой из контрольных точек относительно базовой точки программой выполняется контроль целостности сети путем периодического расчета взаимного положения контрольных точек – высоты, планового положения и планово-высотного положения. Вычисленные величины смещений находятся в пределах ± 50 -100 мм. Вместе с тем, из-за влияния многопутности, вследствие неправильного

расположения антенны, вычисленная величина смещения контрольной точки может превышать 400 мм.

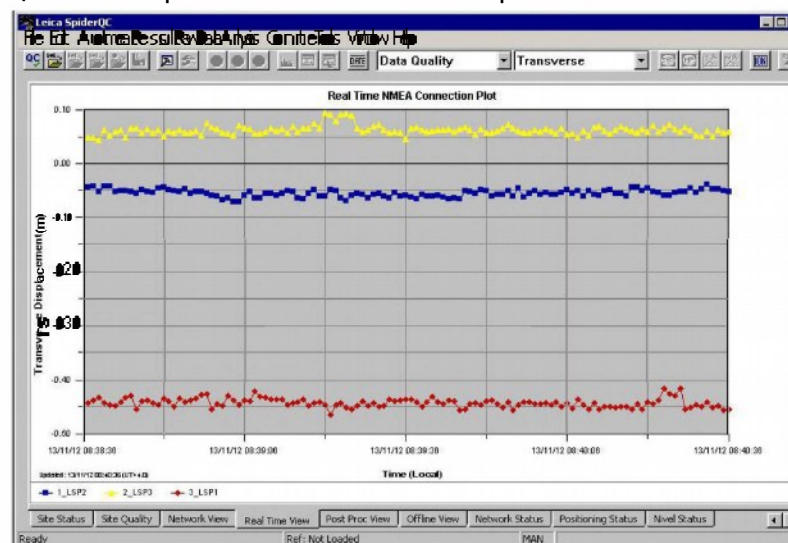


Рис.4. График ежесекундного вычисления смещений контрольных точек

Вычисленные величины деформаций контрольных точек отображаются в виде графиков смещений. На основании графиков смещений делается предварительная оценка о стабильности местоположения контрольных точек на ЛСП-1, при условии, если тренд временного ряда определяется линией, близкой к прямой. При пост-обработке 24-х часовых файлов, выполняемой программным обеспечением в автоматическом режиме, точность вычисления координат антенн составляет ± 50 -70 мм.

При пост-обработке спутниковых измерений используются 24-х часовые файлы наблюдений, а для повышения точности и надежности получения результатов мониторинга – файлы точных эфемерид. Точные эфемериды предоставляются специализированными службами через сеть Интернет в формате *.sp3 и становятся доступными через несколько недель после завершения сбора данных. По окончании обработки по разности координат оценивается величина смещений контрольных точек между циклами наблюдений. Точность определения координат ± 30 -50 мм.

Используемое программное обеспечение и алгоритмы обработки не позволяют качественно обрабатывать базовые линии длиной в несколько сот или тысяч километров с точностью на уровне миллиметров, следовательно, вычисленные значения горизонтальных и вертикальных смещений контрольных точек нельзя использовать для решения задач высокоточного мониторинга по определению величин пространственных деформаций и оценке целостности конструкции. Для повышения точности вычисления смещений и решения задач мониторинга ЛСП-1 необходима специальная технология обработки сверхдлинных пространственных векторов.

Для высокоточного определения деформаций морской стационарной платформы на миллиметровом уровне точности компаниями «Навгеоком» (г.Москва) и Leica Geosystems (Швейцария) был предложен, а в июле-августе 2012 г. реализован тестовый проект деформационного мониторинга ЛСП-1 с

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

использованием сервиса CrossCheck.

Lei – это специализированный сервис высокоточного определения координат и деформационного мониторинга с использованием данных глобальных навигационных спутниковых систем. В сервисе CrossCheck для обработки спутниковых наблюдений используются специализированное научное программное обеспечение Bernese GPS Software 5.0 и алгоритмы обработки спутниковых данных для гарантированного получения высокоточных и надежных результатов даже при сверхдлинных базовых линиях. Программное обеспечение Bernese GPS отвечает наивысшим стандартам качества в области высокоточной спутниковой геодезии при обработке наблюдений ГНСС и широко используется в научной среде для определения координат, параметров орбит, изучения ионосферы, тропосферы, движения земной коры и определения множества других параметров. Данное программное обеспечение позволяет исключить ошибки и устранить неясность в обработке базовых линий, чем достигается высокая точность результатов.

Файлы спутниковых наблюдений с ЛСП-1 передавались на удаленный FTP-сервер Lei в автоматическом режиме. Доступ к результатам деформационного мониторинга предоставлялся через специальный интернет-портал (рис.5).

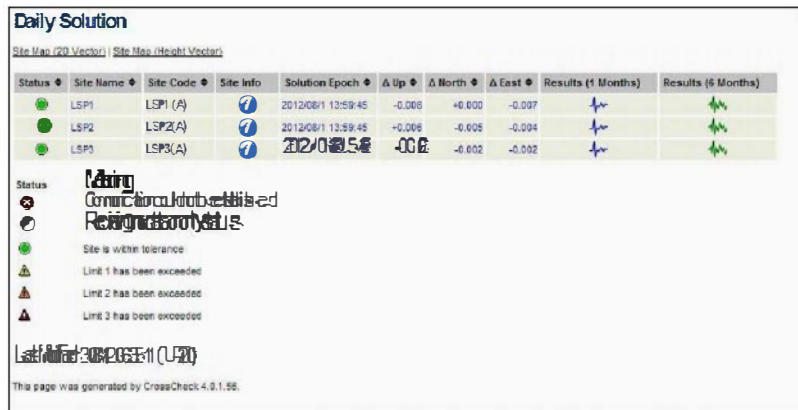


Рис.5. Веб-страница для просмотра данных спутникового мониторинга

При обработке данных спутниковых наблюдений в сервисе Lei используется информация службы IGS (International GNSS Service Международной службы вращения Земли (IERS) об уточнённых элементах орбит спутников и ориентации полюсов, предоставляемая для Международной земной отсчетной основы ITRF (International Terrestrial Reference Frame [3]. Параметры орбит спутников и ориентация полюсов вычисляются постоянно действующими станциями службы IGS с использованием данных глобальных сетей, точных методов расчёта и комбинированных решений различных исследовательских центров. Точные эфемериды доступны с задержкой в 12-18 дней и имеют высокую точность. Служба IGS предоставляет эфемериды также и в кратчайшие сроки, но с менее высокой точностью. В сервисе CrossCheck используется средняя эпоха наблюдений реализации данной ITRF, гарантирующая согласованность между координатами станций и точ-

ными элементами орбит спутников.

Ошибки, связанные с элементами приведения спутниковых антенн, приводят к систематическим ошибкам, которые зависят от угла возвышения, азимута и частоты спутникового сигнала. Для учета положения фазового центра антенн в сервисе CrossCheck используются средние параметры абсолютных калибровок антенн приемников в геоцентрической системе координат ITRF 2008.

Определение координат контрольных точек выполнено в ITRF 2008, что обусловлено отсутствием точно установленных параметров связи с системой координат СК-95 и необходимостью использования точной координатной основы для обеспечения высокой точности и единства измерений. Кроме того, ITRF имеет реализацию в виде опорных пунктов, закрепленных на земной поверхности. Вследствие постоянной динамики тектонических плит, регионального оседания почвы и т.д., координаты опорных пунктов относят к определенной временной эпохе и постоянно уточняют. Таким образом, все опорные станции также имеют скорость движения, которая зависит от данной тектонической плиты. ITRF задана как «неподвижная» отсчетная основа, поэтому координаты IGS-станций постоянно уточняются. В результате сумма всех смещений опорных пунктов вследствие движения тектонических плит равняется нулю.

При обработке спутниковых наблюдений в качестве опорных пунктов использовались IGS-станции (рис.6), которые выбирались по следующим критериям:

- кратчайшее расстояние до ЛСП-1;
- известные координаты в ITRF 2008;
- постоянное наличие данных.



Рис.6. Контрольные точки и исходные IGS-станции

На первом этапе обработка данных заключалась в вычислении фиксированных координат контрольных точек с использованием минимально ограниченного уравнивания по суточным/недельным файлам данных. Для разрешения неоднозначности координаты IGS-станций жестко фиксировались. В обработку принимались базовые линии между IGS-

станциями и контрольными точками длиной до 5000 км. При обработке спутниковых измерений учитывалась модель тектонического движения земной коры для исключения влияния тектонических смещений на местоположение IGS-станций и результаты мониторинга.

На следующих этапах в режиме пост-обработки обрабатывались данные с часовым интервалом в течение 24 часов в сутки. Смещение каждой контрольной точки проверялось уровнем значимости 95%. В графическом окне специализированного веб-портала отображались смещения контрольных точек в плане и по высоте с течением времени в виде графиков смещений по осям координат (рис.7-9). Доступ к результатам мониторинга предоставлялся через закрытый интернет-портал по индивидуальному логину и паролю.

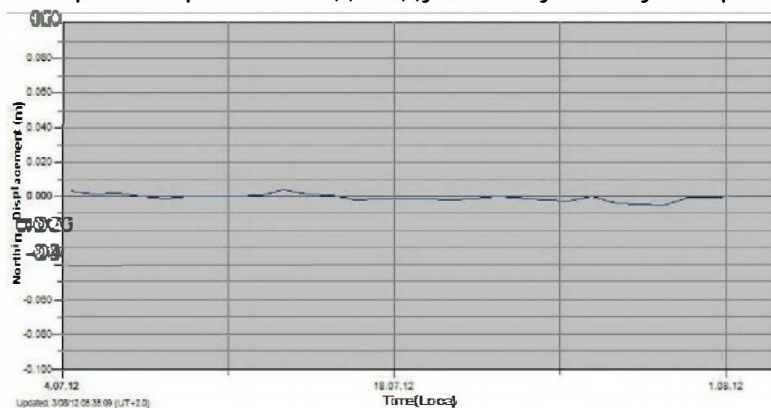


Рис.7. График смещений по оси X

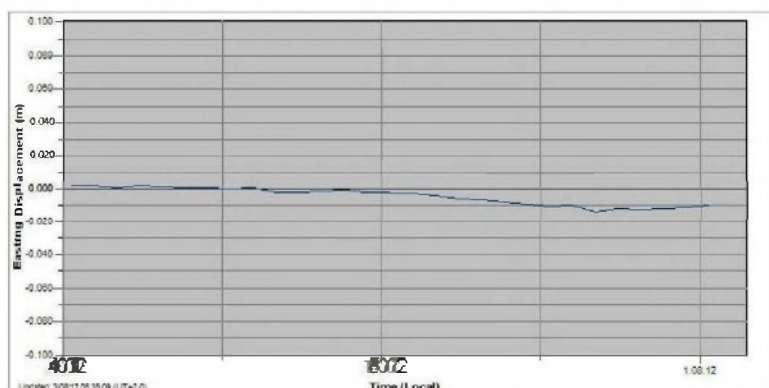


Рис.8. График смещений по оси Y

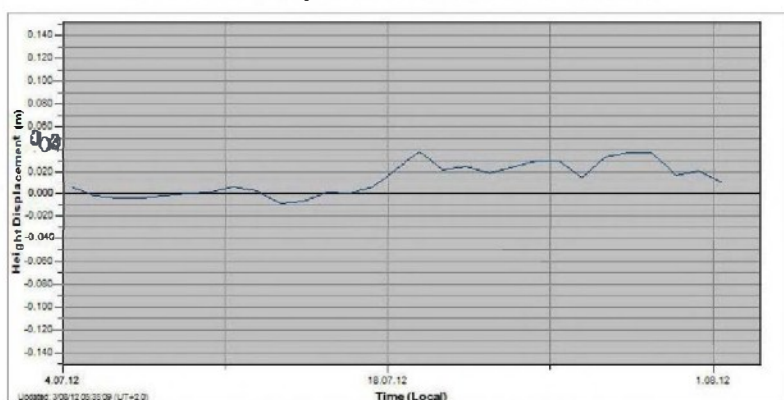


Рис.9. График осадок

Результаты выполненного исследования подтвердили возможность использования сервиса Lei CrossCheck для деформационного мониторинга морской платформы ЛСП-1. В данном случае решены задачи непрерывного и автоматизированного отслеживания состояния ЛСП-1 с целью предотвращения аварийных ситуаций. С помощью данного сервиса вычислялись трехмерные координаты контрольных точек в определенный момент времени, позволяющие определить деформации платформы – осадки, смещения, растяжения, сжатия и изгибы, которые могут возникнуть в связи с изменением геометрии корпуса или пространственного положения платформы.

Основные результаты деформационного мониторинга:

- спутниковый мониторинг с помощью сервиса Lei CrossCheck показал достаточно высокую надежность и эффективность контроля деформаций и геометрии корпуса для обеспечения безопасной эксплуатации морской платформы;

- система мониторинга позволяет выявлять смещения контрольных точек с точностью до 5 мм в трехмерном пространстве с вероятностью 95%;

- система спутникового мониторинга функционировала как сервис, что позволило избежать сложной инсталляции и настройки программного обеспечения, обучения персонала и поддержки системы в работоспособном состоянии;

- мониторинг выполнялся круглосуточно в полностью автоматизированном режиме.

Таким образом, технология спутникового мониторинга с помощью сервиса CrossCheck позволяет осуществлять контроль деформаций морской платформы, возникающих при воздействии сил и нагрузок, изменяющихся во времени по величине и направлению. Сравнение измеренных величин деформаций с установленными проектом предельными величинами дает возможность оценивать степень повреждения конструкции и определять техническое состояние платформы.

Литература

1. Руденко В.В., Каплин И.В., Каплин Е.И. Организация мониторинга морских нефтегазовых платформ // *Безопасность труда в промышленности*. – 2012. – 9.
2. Горбунов О.Н. Организация системы геодинимического мониторинга на месторождении им. Ю.Корчагина // *Маркшейдерский вестник*. – 2011. – 2.
3. Серапинас Б.Б. Глобальные системы навигации и позиционирования // *Геопрофи*. – 2010. – 2.

Олег Николаевич Горбунов, ведущий инженер отдела главного маркшейдера ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», тел.(8512) 040-2832, E-mail: Oleg.Gorbunov@lukoil.com

УДК 622.1 (083.96)

В.И.Глейзер, М.С.Кон

НОВЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ГИРОСКОПИЧЕСКОГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ

Рассмотрена новая разработка фирмы «Sokkia Topcon Co., Ltd» (Япония) - автоматическая гиросанция GYRO X. Приведены ее основные технические характеристики и конструктивные особенности, позволяющие повысить надежность и производительность работ по гироскопическому ориентированию.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: маркшейдерские работы; гироскопическое ориентирование; автоматическая гиросанция GYRO X; тахеометр; гироснадка; надежность работ.



В.И.Глейзер

М.С.Кон

Создание и внедрение в практику маркшейдерско-геодезических гироскопических приборов явилось значимым этапом развития прогрессивных

технологий в маркшейдерии и геодезии [1]. Технология, получившая название «Гироскопическое ориентирование» и активно развивавшаяся в предыдущем столетии, востребована и в настоящее время. В связи с этим, остановимся на новой разработке фирмы «Sokkia Topcon Co., Ltd» (Япония), которая называется автоматическая гиросанция GYRO X.

В декабре 2012 г. были успешно завершены испытания, проведенные в целях утверждения типа гиросанций GYRO X как средства измерения (СИ), предназначенного для производства маркшейдерских и геодезических работ при ориентировании направлений. Испытания проводились на базе ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в г.Санкт-Петербурге. На основании положительных результатов сертификационных испытаний гиросанции GYRO X было оформлено свидетельство об утверждении типа средств измерений №52 993-13 от 15 марта 2013 г. Таким образом, этот прибор допущен к применению в Российской Федерации. В настоящее время один из первых образцов этого прибора находится в эксплуатации в ООО «ЕвроХим-Усольский калийный комбинат» (Пермский край).

Конструктивно прибор решён в виде отдельного съемного модуля «GYRO X», который с помощью фиксаторов закрепляется сверху на боковых стойках электронных тахеометров производства корпорации «Sokkia Topcon» SRX или SX. Гироскопический модуль «GYROX» является усовершенствованной моделью выпускаемого ранее модуля GP1. Согласно принятой ранее классификации новую разработку, с точки зрения конструктивного исполнения, следует относить к классу гироснадок. Поскольку в настоящее время основным прибором для производства съёмочных, разбивочных и других видов маркшейдерских и геодезических работ является тахеометр, то крупные производители, в частности такие как «Sokkia Topcon», выпускают гироснадки на тахеометры. Особенностью гиросанции GYRO X является то, что гироснадок автоматизирован и работает в комплексе с роботизированным тахеометром, что позво-

ляет повысить надежность и производительность работ по гироскопическому ориентированию.

Если рассматривать прибор с позиций гироскопической механики, то гироскопический модуль выполнен по классической схеме наземного торсионного гироскопа – маятниковый чувствительный элемент (ЧЭ), включающий гироснадок, подвешенный в корпусе прибора на торсионе (торсион – одноленточный). Гироснадок охватывается экраном для защиты от возмущающего влияния внешних магнитных полей. Электропитание к гироснадоку подводится от вторичного источника (инвертора) с помощью гибких проводников (токоподводов). Первичным источником питания гироснадока является аккумуляторная батарея, которая в новой модели гиросанции имеет существенно большую электрическую емкость по сравнению с предыдущей (GP1). В нижней части корпуса GYRO X расположена рукоятка арретирующего устройства. С её помощью обеспечивается двухступенчатое разарретирование маятникового ЧЭ с минимальным возмущением (минимальной амплитудой свободных крутильных колебаний ЧЭ). На корпусе гироскопического модуля расположен также окуляр автоколлимационного зрительного канала. Визуальное наблюдение в окуляр позволяет осуществлять контроль за движением ЧЭ гироскопа при его разарретировании, запуске гироснадока и в процессе азимутальных колебаний. Окуляр не предназначен для считывания измерительной информации. В этой модели прибора гироснадок снабжен фотоэлектронным датчиком азимутальных колебаний ЧЭ. Информация с датчика непрерывно поступает на панель управления электронного роботизированного тахеометра и автоматически обрабатывается встроенной специализированной программой тахеометра, именуемой «Гиросанция». Следящая система тахеометра, на котором закреплен гироскопический модуль, обеспечивает разворот корпуса тахеометра в горизонтальной плоскости в процессе слежения за прецессионными колебаниями ЧЭ по информации с фотоэлектронного датчика.

После завершения измерительного процесса главная оптическая ось зрительной трубы тахеометра автоматически ориентируется по направлению на север, и соответствующий этому направлению отсчет передается на горизонтальный круг тахеометра. Затем ЧЭ гироснадока арретируют и с помощью тахеометра измеряют горизонтальные углы на заданные (или выносимые) точки местности относительно направления на север.

Обработка результатов измерительного процес-

са при слежении за прецессионными колебаниями маятникового ЧЭ выполняется программой «Гиро-станция». В этой программе реализованы известные алгоритмы определения положения равновесия синусоидальных прецессионных колебаний ЧЭ наземного гирокомпаса. Разработчиками прибора предлагается следующая последовательность работы с прибором, обеспечивающая наибольшую его точность.

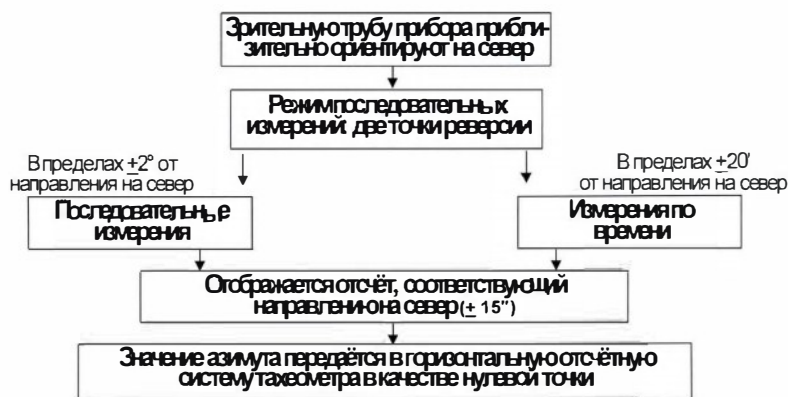


Рис. 1

Предварительное ориентирование прибора на север в ряде случаев может быть выполнено с помощью входящей в комплект гиросстанции буссоли. Для этого буссоль устанавливают на верхнюю цилиндрическую крышку корпуса гироблока. Далее могут быть применены два метода измерений: последовательный (по точкам реверсии) и по временным интервалам (по времени). Метод «по точкам реверсии» (при двух точках реверсии) применяется для быстрого получения приблизительного направления на север (решение задачи начального ориентирования в зоне $\pm 2^\circ$). Измерения, выполненные по трём-четырем и более точкам реверсии, используют для точных определений при начальных отклонениях прибора в пределах $\pm 2^\circ$ и менее. Измерения «по времени» используют для точных определений при начальных отклонениях прибора от севера в зоне $\pm 20'$. Для контроля точности измерений рекомендуется сравнивать результаты, полученные при использовании обоих методов.

Напомним алгоритмы, применяемые в упомянутых методах и реализованные в программном обеспечении гиросстанции.

Метод точек реверсии.

$$N = [(\alpha_1 + \alpha_3)/2 + \alpha_2/2 + ((\alpha_2 + \alpha_4)/2 + \alpha_3)/2 + \dots + ((\alpha_{n-2} + \alpha_n)/2 + \alpha_{n-1})/2] * 1/(n-2) + R, \quad (1)$$

где N - направление на север; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ - отсчёты, соответствующие точкам реверсии; R - регулирующая константа (учитывает несовпадение визирных осей зрительной трубы тахеометра и фотоэлектронного датчика).

При этом период прецессионных колебаний ЧЭ гирокомпаса соответствует формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{H}{Pl\omega * \cos \varphi}}, \quad (2)$$

где Pl - маятниковый момент гирокомпаса, ω - угловая скорость вращения земли, φ - широта места установки прибора.

Измерения по времени.

В этом случае измерения выполняются без перемещения корпуса инструмента вокруг вертикальной оси (при отключённой следящей системе), фиксируются значения DR и DL правой и левой точек реверсии и измеряются интервалы времени между моментами пересечения «нуля» азимутального датчика на корпусе гироблока, а вычисления выполняются согласно следующей зависимости:

$$\theta = -(K * Da * Dt + R), \quad (3)$$

где θ - угол отклонения положения равновесия прецессионных колебаний от направления на север, K - постоянная прибора, R - регулирующая константа, $Da = (DR + DL)/2$ - среднее число правых и левых значений амплитуды, $Dt = TR - TL$ - разница во времени между последовательными пересечениями «нуля» азимутального датчика.

Период прецессионных колебаний ЧЭ при этом:

$$T' = T * \sqrt{\frac{D}{D+1}}, \quad (4)$$

где D - добротность гирокомпаса (отношение максимального направляющего момента гирокомпаса для данной широты к удельному значению момента упругих сил сопротивления кручению подвеса).

Из соотношения (4) следует:

$$D = \frac{(T')^2}{T^2 - (T')^2}. \quad (5)$$

Соотношение (5) позволяет определить добротность гирокомпаса при известных измеренных значениях T и T' , а затем определить физический смысл постоянной прибора K , используя приведенные в отечественной литературе [2] зависимости, описывающие метод прохождений, эквивалентный методу измерений по времени. В результате было получено:

$$K = \frac{\pi}{2T'} * \frac{D+1}{D}. \quad (6)$$

Из выражения (6) видно, постоянная K зависит от широты места установки прибора (см. (2), (4)) и добротности. Произведённые расчёты для нового прибора показали, что при добротностях, близких к 2, значение коэффициента K незначительно зависит от широты. Для прибора, который проходил сертификационные испытания, было получено: $D=1,88$. В приборе предусмотрена автоматизированная процедура измерения постоянных. Она выполняется на стороне с известным (эталонным) азимутом. Испытания в целях утверждения типа новой модели гиросстанции проводились на широте 60° (г. Санкт-Петербург) на базисе 2-го разряда, где предел допускаемой абсолютной погрешности закреплённого азимутального направления составляет $\pm 3''$. Ниже на рис.2 представлено фото нового прибора, а на рис.3 – свидетельство о сертификации.

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС



Рис.2.

Основные технические характеристики гиросстанции GYRO X:

- среднеквадратическое отклонение измерения азимута на широте 60° не более – 15;
- время разгона ротора гиromотора, с - 60;
- период прецессионных колебаний на широте 60° :
при методе «последовательных измерений»,
мин. - 9 ± 1 ;
при методе «измерений по времени»,
мин. - 7 ± 1 .
- географическая широта места использования, $^{\circ}$ не более 75;
- рабочая температура, $^{\circ}$ С от -10° до $+40^{\circ}$;
- масса, кг:
- гироблок с опорами 4 ± 0.1 ;
- тахеометр SX $7 \pm 0,1$;
- габариты, мм:

- гироблок с опорами, $145 * 186 * 416$;
- тахеометр SX $207 * 230 * 393$.



Рис.3.

Литература

1. Глейзер В.И. О вкладе учёных Санкт-Петербурга в создание и развитие технологии гироскопического ориентирования // *Геопрофи.* – 2008. -№2-С.4-8.
2. В.В. Воронков, Кутырев В.В., Ашимов Н.М. *Гироскопическое ориентирование.* –М.: Недра, 1980.-296 с.

Валерий Иосифович Глейзер, зам.генерального директора ЗАО «Геодезические приборы» (г. Санкт-Петербург), тел. (812)363-4323, E-mail: office@geopribori.ru;
Марк Самуилович Кон, инженер, ст.научн.сотрудник Научного центра геомеханики и проблем горного производства Национального минерально-сырьевого университета «Горный»

УДК 622.1 (083.96)

А.П.Бульбашев, Г.П.Жуков, Г.А.Малоземов

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЛИКВИДАЦИИ И КОНСЕРВАЦИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ОТРАБОТАННОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО ОТВОДА КАРЬЕРА

На примере Афанасьевского карьера ОАО «Лафарж Цемент» изложены технические требования по организации и производству ликвидации и консервации горных выработок отработанной части его горного отвода. Приведены основные положения Проекта (технико-экономического обоснования - ТЭО) ликвидации и консервации горных выработок отработанной части горного отвода. Проект (ТЭО) разработан в соответствии с приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации № 218 от 25 июня 2010 г. и отвечает требованиям к структуре и оформлению проектной документации на ликвидацию и консервацию горных выработок

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: карьер; горные выработки; проект ликвидации и консервации; геомеханическое обеспечение; рекультивация; экология и экономика; техника безопасности; охрана недр; охрана окружающей среды.

Основанием для разработки Проекта ликвидации и консервации горных выработок отработанной части горного отвода Афанасьевского карьера ОАО «Лафарж Цемент» [1] является договор на создание

научно-технической продукции между ОАО «Лафарж Цемент» и Научным центром геомеханики и проблем горного производства Национального минерально-сырьевого университета «Горный».

Проект разработан с учетом требований действующих Законов Российской Федерации, соответствующих Положений, Правил и Инструкций. Учтены также требования нормативно-правовых актов министерств и ведомств Российской Федерации, а также действующих документов в ОАО «Лафарж Цемент».

В соответствии с Законом РФ «О недрах» одним из основных требований по обеспечению безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами, является: проведение комплекса геологических, маркшейдерских и иных наблюдений, достаточных для обеспечения нормативного технологического цикла работ и прогнозирования опасных ситуаций; своевременное определение опасных зон и нанесение их на планы горных выработок. В связи с этим и разделом 15 «Маркшейдерские работы при ликвидации (консервации) карьера «Афанасьевский» [2] Проект ликвидации и консервации горных выработок отработанной части горного отвода Афанасьевского карьера ОАО «Лафарж Цемент» содержит 11 разделов.

Рамки статьи не позволяют комментировать все разделы «Проекта...». Однако следует заметить, что каждый из приведенных разделов имеет от двух до 12 подразделов и даже пункты. Так, структура третьего раздела «Основные горнотехнические характеристики ликвидируемой части горного отвода» имеет вид:

3.1. Характеристика горных работ.

3.2. Схема вскрытия и подготовки.

3.3. Система разработки.

3.4. Водоотлив и водоотвод.

3.4.1. Фактическое состояние работ.

3.4.2. Проектируемый водоотвод на поверхности.

3.5. Положение горных работ и состояние горных выработок (проект геомеханического обоснования долгосрочной устойчивости бортов Афанасьевского карьера, откосов уступов и отвалов).

3.5.1. Общие сведения о деформациях и устойчивости бортов карьера, откосов уступов и отвалов.

3.5.2. Методы расчета углов наклона бортов карьера, откосов уступов и параметров откосов отвалов.

3.5.3. Расчетные схемы оценки устойчивости откосов Афанасьевского карьера.

3.5.4. Маркшейдерский мониторинг деформаций бортов карьера, уступов и отвалов.

3.5.5. Установление характера оползней по результатам маркшейдерских наблюдений.

3.5.6. Мероприятия по предотвращению недопустимых деформаций.

3.5.7. Анализ результатов исследований и рекомендации по геомеханическому обеспечению долгосрочной устойчивости бортов, откосов уступов и отвалов Афанасьевского карьера.

3.6. Эксплуатационные потери полезного ископаемого и пути их снижения.

В приведенном перечне проблем, решаемых в разделе 3 документа, наибольший интерес для

маркшейдеров, по-нашему мнению, имеют проблемы геомеханического обоснования долгосрочной устойчивости бортов карьера, откосов уступов и отвалов (подраздел 3.5) и эксплуатационные потери полезного ископаемого и пути их снижения (подраздел 3.6). Поэтому в документе этим вопросам уделено особое внимание. Разумеется, не в ущерб другим проблемам.

В естественном состоянии, как известно, массив горных пород находится в условиях всестороннего сжатия. При проведении открытых горных выработок напряженное состояние массива изменяется, нарушается естественное равновесие пород и появляются деформации приоткосного массива. В приоткосном массиве возникает наиболее напряженная поверхность с максимальными касательными напряжениями (одновременно с максимальными деформациями), которая при предельных напряжениях становится поверхностью скольжения.

При этом прибортовой массив может испытывать упругие и затухающие пластические деформации (при напряжениях, не превышающих предел ползучести), или разрушающие деформации (если этот предел превышен). Проявление деформаций прибортовых массивов наблюдается в пределах зоны, ширина которой, как и величины деформаций, зависит от геологического строения горного массива, физико-механических свойств слагающих его пород и параметров открытой горной выработки.

Обеспечение устойчивости открытых горных выработок является неременным условием возможности ведения горных работ на всех этапах отработки месторождений. Особенно важное значение данная проблема имеет при постановке бортов карьеров в нерабочее положение на предельном контуре.

Все способы управления устойчивостью бортов и откосов подразделяются на две основные группы:

- способы управления силовым воздействием на откос;
- способы управления прочностными свойствами горных пород, слагающих прибортовые массивы.

Несмотря на то, что проявления нарушения устойчивости откосов легче предотвратить, на практике вопрос о борьбе с деформациями ставится, как правило, только при их возникновении.

Наиболее широко известным способом борьбы с деформациями является отсыпка контрофорсов.

При создании контрофорсов происходит создание более пологого откоса за счет формирования его нижней части из крепких горных пород. Способ применяется главным образом для стабилизации уже произошедшего оползня, что не исключает его применения при укреплении недеформированных откосов.

Для условий северного борта Афанасьевского карьера на данном этапе геомеханического обоснования были рассмотрены два варианта борьбы с проявлением деформаций откосов при постановке борта на предельный контур:

- формирование контрофорсов для укрепления откосов на оползневых участках в местах проявления деформаций;
- опережающее выполаживание откосов на наи-

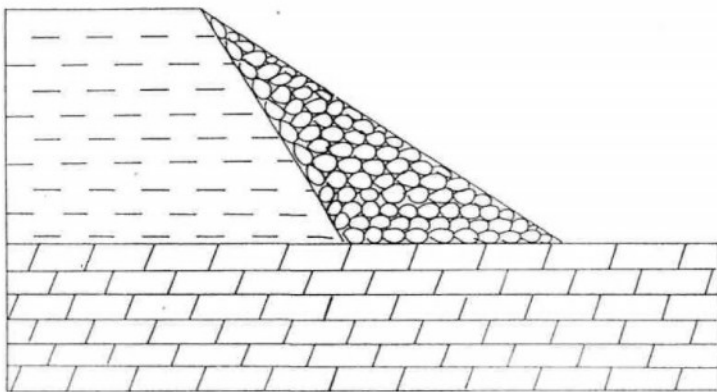
ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

более опасных участках северного борта.

На рис.1 показаны принципиальные схемы рекомендуемых противодеформационных мероприятий.

Катастрофическим деформациям, нарушающим режим работы предприятия, как правило, предшествуют начальные деформации в пределах призмы возможного обрушения. Систематические инструментальные наблюдения позволяют получать надежные сведения о процессе деформирования прибортовых массивов на всех этапах этого процесса, а это дает возможность своевременно разработать и осуществить противодеформационные мероприятия. Поэтому на карьере «Афанасьевский» осуществляется маркшейдерский мониторинг деформаций, основной задачей которого является оценка фактического состояния прибортового массива и изменения его в процессе ведения горных работ.

а) создание контрфорсов



б) выполаживание борта

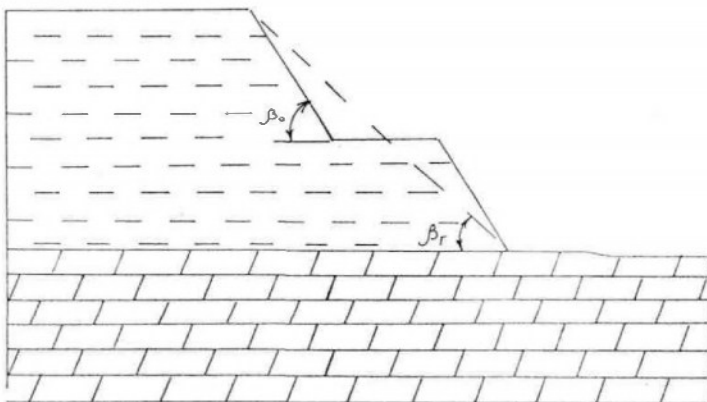


Рис.1. Принципиальные схемы противодеформационных мероприятий на Афанасьевском карьере

Важной проблемой, которой активно занимается маркшейдерская служба Афанасьевского карьера, являются эксплуатационные потери полезного ископаемого и пути их снижения.

В процессе эксплуатации месторождения потери полезного ископаемого подразделяются на две группы. К эксплуатационным потерям I группы относятся потери в бортах карьера при погашении борта (рис.2) и потери в предохранительных целиках между заходками (рис.3).

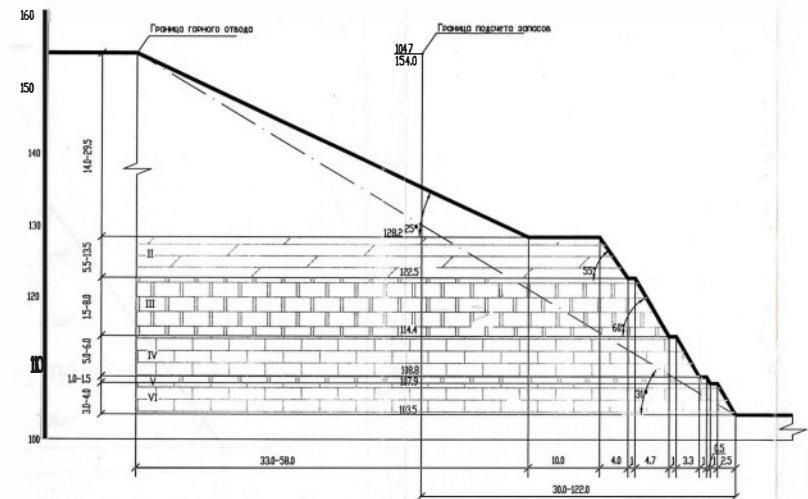


Рис. 2. Схема к расчету потерь полезного ископаемого в постоянном борту карьера

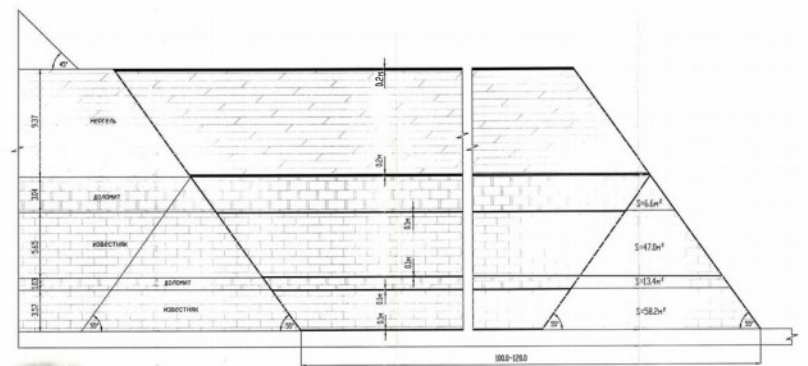


Рис. 3. Схема к расчету полезного ископаемого в целиках между заходками

Потери полезного ископаемого в бортах карьера при погашении борта определяются расчетом и составляют: по мергелю 3,1%; по известнякам 4,2%; по доломитам 3,5% (табл.1).

Потери полезного ископаемого в предохранительных целиках между заходками обусловлены тем, что при принятой бестранспортной системе отработки вскрышных пород с шириной заходки 100-120 м с применением драглайнов ЭШ-10.70 и ЭШ-10.100 предусмотрено оставление целиков полезного ископаемого, служащих преградой при сползании внутренних отвалов вскрышных пород. Эти потери определены расчетом (рис.3) и составляют (табл.1): по известнякам IV пачки над доломитами – 8,3%; по известнякам IV пачки под доломитами – 16,3%; по доломитам III пачки – 2,2%; по доломитам IV пачки – 13,0%.

Снижение уровня потерь возможно именно за счет этой категории. Руководство карьера Афанасьевский ОАО «Лафарж Цемент» в дальнейшем намерено увеличить ширину заходок до 150-200 м, что позволит снизить этот вид потерь примерно на 50%. Кроме того, возможна частичная и даже, при определенных условиях, полная отработка целиков.

К эксплуатационным потерям II группы отнесены потери в кровле и почве полезного ископаемого, при взрывных работах и при транспортировке полезного ископаемого. Нормы потерь приняты в соответствии с действующими нормативами и рекомендациями ВНИМИ.

Расчет промышленных запасов и потерь полезного ископаемого

Наименование показателей	Единица измерения	Мергель	Известняки IV промышленной пачки			Доломиты		
			Всего	в том числе		Всего	в том числе	
				до прослоя доломита (IV горизонт)	после прослоя доломита (IV горизонт)		III промпачка (III горизонт)	V горизонт (прослой IV промпачки)
1. Геологические запасы	тыс. т	112148	109013	78276	30737	44262	38188	6074
2. Технологические параметры:								
- ширина заходки;	м	120		120	120		120	120
- угол откоса уступа предохранительного целика между заходками;	град	55		55	55		55	55
- мощность пачки;	м	9,37	9,22	5,65	2,96	4,07	3,04	0,65
- плотность;	т/м ³	2,05	2,33	2,33	2,33	2,12	2,12	2,12
3. Мощность теряемого слоя пачки:								
- в кровле;	м	0,35	0,2	0,1	0,1	-	-	-
- в почве;	м	0,2	0,2	0,1	0,1	-	-	-
4. Эксплуатационные потери:								
- в кровле пачки;	%	3,7	2,2	1,8	3,4	-	-	-
- в почве пачки;	%	2,1	2,2	1,8	3,4	-	-	-
- в предохранительных целиках между заходками;	%	-	10,6	8,3	16,3	3,7	2,2	13,0
- при погашении борта;	%	3,1	4,2	4,2	4,3	3,5	3,6	3,3
- при транспортировке;	%	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
- при взрывных работах;	%	0,2	0,2	0,2	-	-	-	-
ИТОГО	%	10,1	20,4	17,3	28,6	8,2	6,8	17,3
5. Коэффициент извлечения		0,899	0,796	0,827	0,714	0,918	0,932	0,827
6. Промышленные запасы	тыс. т	100800	86700	64750	21950	40600	35590	5010

Потери полезного ископаемого в кровле и почве определялись по формуле:

$$П = \frac{h}{m} \times 100, \%$$

где h - толщина теряемого слоя по кровле и почве полезного ископаемого (по данным эксплуатации толщина теряемого слоя составляет 20 см); m - мощность пачки.

Толщина слоя, теряемого в кровле и почве известняков при использовании на выемке мехлопаты ЭКГ-5А, принята равной 0,1 м.

В связи с тем, что мощность пачки мергеля крайне невыдержана, а на зачистке кровли мергеля задействован драглайн ЭШ 10.70, толщина теряемого слоя в кровле мергеля принята 0,35 м, а в почве - 0,2 м.

Потери полезного ископаемого при производстве взрывных работ приняты в размере 0,2%.

Потери полезного ископаемого при транспортировке сырья из карьера на завод приняты в размере 1%, с учетом того, что карьерные автосамосвалы выступают в роли не только технологического карьерного, но и внешнего транспорта.

В заключение отметим, что исследовательские работы при создании Проекта ликвидации и консервации горных выработок оработанной части горного отвода Афанасьевского карьера выполнены в соответствии с техническим заданием и календарным планом, выданным заказчиком. При этом:

- детально разработано геомеханическое обоснование долгосрочной устойчивости бортов Афанасьевского карьера, откосов уступов и отвалов (расчетные схемы оценки устойчивости откосов, маркшейдерский мониторинг деформаций бортов карьеров, уступов и отвалов, установление характера оползней по результатам маркшейдерских наблюдений, мероприятия по предотвращению недопустимых дефор-

маций, эксплуатационные потери полезного ископаемого и пути их сокращения и др.);

- оценено остаточное экологическое воздействие погашенных и (или) консервируемых горных выработок на состояние недр, подземных вод и окружающей природной среды (жидкие, газообразные и твердые отходы производства, акустическое воздействие, воздействие электрического поля, социально-экономическое воздействие, комплексная антропогенная нагрузка);

- приведена система экологического контроля (методы и средства контроля чистоты атмосферного воздуха, состояния водных ресурсов, загрязнения почв, параметров шума и вибрации, радиационный контроль);

- представлены техника безопасности в целом при ведении горных работ на карьере и при взрывных работах в частности;

- рассмотрена степень влияния различных негативных факторов на охраняемые объекты поверхности (церковь Покрова, железнодорожная линия Воскресенск – Кашира, садоводческие товарищества и населенные пункты);

- даны рекомендации и основные функциональные мероприятия по горно-экологическому мониторингу;

- подробно изложен раздел, касающийся рекультивации нарушенных земель;

- дана экономическая оценка природоохранным мероприятиям и экологическим последствиям ликвидации горных выработок горного отвода.

В результате проведенных исследований и разработок в целом получено технико-экономическое обоснование (ТЭО) или Проект ликвидации и консервации горных выработок оработанной части горного отвода Афанасьевского карьера ОАО «Лафарж Цемент», оформленный согласно требованиям Приказа

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Минприроды Российской Федерации от 25.06.2010г. №218. Далее следует подготовить пакет документов (текстовых и графических) в качестве приложения к акту ликвидации горных выработок отработанной части горного отвода Афанасьевского карьера ОАО «Лафарж Цемент» (150 га) и согласовать новые уточненные границы горного отвода в Центральном управлении Ростехнадзора России.

Литература

1. Проект ликвидации и консервации горных выра-

боток отработанной части горного отвода Афанасьевского карьера ОАО «Лафарж Цемент» (списание участков досрочного прекращения пользования недрами, лицензия МСК 01837 ТЭ, на площади 150 га северной части горного отвода) /Научный центр геомеханики и проблем горного производства Горного Университета. СПб., 2012. – 111 с.

2. Проект производства маркшейдерских работ на «Афанасьевском» карьере филиала ОАО «Лафарж Цемент» (технологический регламент). /Научный центр геомеханики и проблем горного производства СПГГУ. СПб., 2011. – 120 с.

Александр Павлович Бульбашев, к.т.н., директор Афанасьевского карьера ОАО «Лафарж Цемент»; Григорий Петрович Жуков, к.т.н., зав. лабораторией маркшейдерских работ Научного центра геомеханики и проблем горного производства Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (Горный университет), тел.(812)321-30-30, E-mail: zhukov_gp@spmi.ru; Григорий Авенарович Малоземов, инженер, главный маркшейдер Афанасьевского карьера ОАО «Лафарж Цемент»

УДК 622.013

С.А.Вохмин, А.И.Голованов, Е.Г.Малиновский, Ю.П.Требуш, Г.С.Курчин, Е.С.Майоров

ОПЫТ НОРМИРОВАНИЯ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ НА РУДНИКАХ ЗФ ОАО «ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»

Рассмотрен опыт нормирования потерь и разубоживания при подземной добыче медно-никелевых руд камерными и слоевыми системами разработки на рудниках ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель». Статья является некоторым обобщением исследований ранее опубликованных коллективом авторов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нормирование; потери; разубоживание; показатели извлечения.

Минерально-сырьевой комплекс ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» включает два уникальных месторождения - Талнахское и Октябрьское. Данные месторождения представлены тремя типами различных по качеству руд: сплошными сульфидными (богатыми), медистыми и вкрапленными. Отработку данных месторождений ведут три рудника: "Комсомольский", "Октябрьский" и "Таймырский". Выемка запасов осуществляется различными вариантами камерных и сплошных слоевых систем разработки с полной закладкой выработанного пространства твердеющими смесями и с применением самоходного оборудования.

Подготовительно-нарезные работы заключаются в проходке транспортных штреков и уклонов, разведочных выработок, слоевых ортов или штреков, разрезных штреков и ортов, заходок, заездов, рудоспусков, отрезных и вентиляционных восстающих, технологических ниш и сбоек [1-2].

При сплошной слоевой системе разработки применяют следующие варианты очередности выемки слоев: восходящий, комбинированный и нисходящий. Отработка слоев осуществляется с использованием шпуровой и скважинной отбойки.

При камерных системах разработки порядок выемки камер в панели может быть сплошной (без оставления целиков) и камерно-целиковый (с оставле-

нием временных рудных, рудобетонных и бетонных целиков) [1-2].

Залежи сплошных сульфидных руд делят на панели шириной 100-120 м, которые, в свою очередь, разбивают на ленты шириной 6-8-10 м. При слоевых системах каждую ленту обрабатывают слоями высотой 3-4-7 и 10 м. Технологические схемы выемки приконтактных зон зависят от величины горного давления, устойчивости и степени нарушенности бортов лент и непосредственной кровли, наличия нарушений [1-2].

Большое разнообразие горно-геологических и горнотехнических условий отработки вызвало необходимость создания методики нормирования показателей извлечения, учитывающей не только специфику различных систем и их вариантов, но и отдельных конструктивных элементов каждой конкретной системы разработки.

Сплошные слоевые системы разработки с закладкой обеспечивают высокую производительность и, что особенно важно, высокие показатели извлечения руды из недр. Наиболее трудоемка отработка приконтактных зон. При мощности рудного тела 20 м запасы приконтактных зон составляют 35%, а отработка их занимает 50% общего времени выемки ленты. Производительность очистного забоя при этом в 2,0-2,5 раза ниже, чем при выемке основных слоев. Технологические схемы отработки основных и при-

контактных слоев также существенно различаются по технико-экономическим показателям, местам образования и уровню количественных и качественных потерь.

Технологические схемы и порядок обработки приконтактных слоев зависят от варианта применяемой слоевой системы разработки с закладкой выработочного пространства твердеющими смесями [1].

При восходящем порядке выемки слоев первым обрабатывается нижний приконтактный слой, последним - верхний приконтактный слой. При нисходящем порядке - обратная последовательность обработки приконтактных слоев. При комбинированном порядке - первым обрабатывается верхний слой, вторым - нижний слой, затем основные слои в восходящем порядке.

Общий порядок выемки слоев определяет технологическую схему обработки приконтактных слоев. Нижний слой, при всех вышеперечисленных порядках выемки, обрабатывается путем проходки разрезного штрека тупиковым забоем с последующим расширением его до проектной ширины ленты. Верхний слой обрабатывается по схеме обработки основных слоев - при восходящем порядке выемки; при нисходящем и комбинированном порядках выемки слоев - путем проведения заходок шириной по 4 м, их расширением до ширины ленты с последующей их полной закладкой.

В приконтактных слоях наблюдаются "первичные" потери и разубоживание, связанные с качеством исполнения технологического процесса отбойки руды: разубоживание вмещающими породами и потери руды в массиве за счет несовпадения контура отбойки и геологического контакта; потери рудной мелочи на почве нижнего слоя за счет неровностей почвы и бортов слоя при отбойке руды.

В основных слоях при восходящем и комбинированном порядках их выемки характерно наличие «вторичных» потерь и разубоживания руды - потери отбитой руды за счет вдавливания ее в закладку и разубоживание за счет поддира поверхности закладки при отгрузке руды погрузочно-доставочными машинами. При этом обработка основных слоев характеризуется относительной стабильностью геологической ситуации, что определяет незначительные отклонения в величинах потерь и разубоживания в смежных основных слоях.

При обработке приконтактных слоев потери и разубоживание руды, формирующиеся на контактах руда - порода, определяются степенью сложности геологического контакта — шириной зоны контактной неопределенности или «стохастичности», величина которой может изменяться при каждом шаге отбойки по длине слоя. При расчете нормативов в зоне стохастичности определяются единичные рациональные положения рабочего контура, и, с учетом технологических факторов, определяется общий контур обработки, обеспечивающий получение максимальной прибыли с 1 т погашенных балансовых запасов руды. Величины потерь и разубоживания, соответствующие этому контуру, принимаются за нормативные.

Ширина зоны стохастичности (соответственно и

уровни потерь и разубоживания руды) увеличивается с понижением глубины залегания рудных тел. Так для рудника «Комсомольский» величина зоны составляет в среднем 1,41 м, для рудников «Октябрьский» и «Таймырский» этот показатель изменяется в диапазоне 2÷3 м.

Нормативы потерь отбитой руды на почве нижнего и основных слоев зависят от технических характеристик погрузочно-доставочных машин и свойств почвы: «жесткой-породной» на нижнем приконтактном слое и «мягкой-бетонной» почвы на основных слоях.

Суммарные величины потерь руды при обработке приконтактного слоя выше в 2-3 раза их численных значений при обработке основного слоя, а разубоживания - в 6-8 раз.

Одной из причин, вызвавших затруднения при выходе на проектную мощность рудников «Октябрьский» и «Таймырский», была интенсивная тектоническая нарушенность залежей, влияющая не только на снижение производительности добычных единиц, но также и на ухудшение показателей извлечения руды из недр.

Отличительной особенностью тектонически нарушенных залежей является наличие дополнительных (помимо кровли и почвы) контактов руды со вмещающими породами по плоскостям смещений разных тектонических блоков относительно друг друга. Анализ производственных показателей позволил установить, что их отклонения в худшую сторону тесно коррелируют с увеличением площади этих дополнительных контактов в погашенных запасах. Изменения показателей зависят также и от ориентации рассматриваемых контактов по отношению к очистным выработкам. На этом основании предложено степень тектонической нарушенности рудных залежей оценивать по площади дополнительных контактов, приходящихся на 1000 т балансовых запасов.

К основным мерам снижения отрицательного влияния тектонической нарушенности на полноту и качество извлечения руд, внедренным в производство, относятся:

- изменение направления очистных выработок с расположением их по нормали к простиранию максимальной площади дополнительных контактов. Это обеспечивает более полную информацию о положении контактов по сместителям дезъюнктива без удорожания геологоразведочных работ и снижение влияния неопределенности положения этих контактов на показатели извлечения запасов;

- переход к очистным выработкам малого сечения (4,0×3,5 м) с использованием технологических схем, которые позволяют формировать общую границу обработки зон дополнительных контактов модулями, суммарно составляющими первоначальное максимальное сечение (8,0×7,5 м), применяемое в ненарушенных участках.

Особую сложность представляет обработка фланговых участков рудных залежей. Эти участки характеризуются резким уменьшением мощности и расщепленностью рудных тел, сложной формой контактов и их ослабленностью, а также наличием в од-

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

ном очистном забое различных типов руд и породных прослоев.

Данные особенности вызвали необходимость изменения не только технологии ведения очистных работ, но и методики нормирования показателей извлечения. Были разработаны и внедрены рекомендации, направленные на совершенствование технологии добычи и снижение эксплуатационных потерь и разубоживания руды. Это позволило определять параметры очистных забоев, находить предельные объемы руд разных типов и породных прослоев, включаемых в отбиваемый контур.

На шахте «Маяк» рудника «Комсомольский» в Центральном поле и Южном блоке отработка руд производится различными вариантами сплошной камерной системы разработки с последующей полной закладкой выработанного пространства твердеющими смесями, в Северной залежи – сплошной слоевой системой с закладкой.

На основании проведенных исследований и обработки полученных данных определены основные места локализации потерь и разубоживания руды. Установлено, что совместная выемка вкрапленных и богато-вкрапленных руд и ориентировка на первоочередную отработку последних привела к оставлению в кровле камер верхнего подэтажа рядовых вкрапленных руд. Поэтому отработка непосредственного рудо-породного контакта носит частный характер и происходит в случае максимального сближения (слияния) верхнего контакта богато-вкрапленных руд и безрудных участков. В результате этого доля породы в общем объеме разубоживания незначительна и основным его источником является бетон, поступающий из камер, камерно-панельный целик (КПЦ), штреков перекрытия и очистных выработок при последующей доработке рудных откосов.

Рудное тело богато-вкрапленных руд Центрального поля на начало его отработки находилось полностью в зоне подработки от выемки сплошных руд. В результате первоочередная выемка богатых руд привела к возникновению дополнительных мест и источников образования потерь и разубоживания, существенно влияющих на фактический и нормативный уровни полноты и качества отработки запасов.

Эти дополнительные места и источники можно разделить на две группы. К первой отнесены те, появление которых вызвано наличием в почве рудного тела массива из закладочного бетона, сформированного в результате первоочередной отработки подстилающих запасов сплошных сульфидных руд. Сюда относятся потери неотбитой руды и разубоживание материалом закладки при проведении траншейно-бурового штрека, а также очистной выработки при доработке рудных элементов днищ на контакте с бетоном в кровле ранее отработанных запасов сплошных сульфидных руд; разубоживание бетоном за счет поддира траншейно-бурового штрека и очистной выработки при доставке; потери рудной мелочи на почве траншейно-бурового штрека, в лебедочных нишах и на рудных откосах в камерах нижнего подэтажа.

Ко второй группе дополнительных мест и источников образования потерь и разубоживания отнесены такие, вероятность появления которых значительно возросла в результате изменения геомеханической характеристики подработанного участка залежи. Наличие второй группы обусловлено необходимостью возведения бетонного перекрытия, возрастанием площади обнажения искусственного массива по кровле камер сверх проектного контура, преждевременной закладкой подготовительных и нарезных выработок, находящихся в аварийном состоянии, изменением схемы отработки запасов панельного целика – в две и три очереди в результате снижения устойчивости обнажений подработанного массива. Во вторую группу входят: потери отбитой и неотбитой руды в зажимах между искусственным перекрытием и бортом камеры; рудная мелочь, налипшая к искусственной кровле; разубоживание материалом закладки за счет подработки почвы и бортов перекрытий; обрушений кровли; подработки заложенной части ранее пройденных выработок в контуре камер, КПЦ, а также щеек очистных камер КПЦ и панельных штреков при валовой выемке запасов панельного целика.

Количественное влияние дополнительных мест и источников образования, отнесенных к второй группе, на полноту и качество извлечения подработанных запасов определяется фактической нарушенностью массива через требуемую устойчивость рудных и породных обнажений.

Снижение устойчивости очистных выработок приводит к локальным и аварийным обрушениям руды в выработанное пространство. Под локальными понимаются такие вывалы (обрушения) обнажаемого массива, которые не вызывают нарушений в технологии ведения горных работ. Вместе с тем они приводят к отклонениям фактического контура очистной выемки от проектного. Изменение фактической конфигурации конструктивных элементов системы разработки оказывает отрицательное влияние на полноту и качество извлечения запасов и параметры выработок подработанного массива.

Авторами определены нормативные значения потерь и разубоживания вмещающими породами при отработке верхнего геологического контакта выработками со сводчатой кровлей, а также установлено влияние конфигурации бортов очистных камер на показатели полноты и качества извлечения запасов подработанных вкрапленных руд. Практика показала, что отработка руд нарушенного массива сплошной камерной системой позволяет снизить величину подработки бетона с борта на 16,2% по сравнению с вариантом камерно-целиковой системы разработки.

В рудных элементах днищ содержится значительное количество балансовых запасов. Качество их отработки во многом определяет общий уровень потерь и разубоживания руды. Для средних условий их доля от общего объема показателей составляет: потери 43,1%, разубоживание материалом закладки 17,9%.

Совместная выемка основных запасов и рудных элементов днищ усложняется наличием на почве

вышерасположенных камер обрушенной и заложеной рудной массы.

Средние объемы обрушенной и заложеной руды составляют в камерах верхнего подэтажа $13,3 \text{ м}^3$ на 1 м длины камеры. С переходом к отработке ниже расположенных подэтажей происходит значительное снижение количества оставленной рудной массы.

Установлено, что доизвлеченная руда частично компенсирует ущерб от разубоживания материалом закладки за счет дополнительно получаемой прибыли. Однако фактическая прибыль оказывается повсеместно ниже проектной, что объясняется значительным превышением подрботки бетона из днищ камер вышерасположенного подэтажа.

В результате проведенных исследований установлена взаимосвязь потерь и разубоживания руды. При совместной выемке запасов камеры и рудных элементов днищ рассмотрены и пронормированы следующие варианты очистной выемки: откоса выдержанного сечения выработкой постоянной условной высоты; откоса переменной высоты и ширины выработкой с изменяющимися и неизменяющимися параметрами.

При последующей отработке – по условному контуру выработкой треугольного сечения; откоса выдержанного сечения прямоугольной выработкой; откоса переменной высоты и ширины выработкой прямоугольной формы с изменяющимися и неизменяющимися параметрами.

Кроме работ, связанных с нормированием показателей извлечения, были проведены комплексные исследования, направленные на повышение эффективности и качества отработки запасов. Рекомендован и внедряется большой комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий, который способствует дальнейшему снижению потерь и разубоживания руды.

Большое значение в этом плане играет внедрение расчетов показателей извлечения на ПК. С этой целью был разработан и внедрен пакет прикладных программ, в том числе по экономико-математическому моделированию систем разработки в условиях Талнахского и Октябрьского месторождений.

Моделирование участка месторождения осуществляется на основе учета особенностей геологических контактов в почве и кровле залежей, мощности

залежи, плотности руд и пород. Все эти параметры могут изменяться в широком спектре возможных значений. Качественные особенности руд и пород оцениваются дифференциальными экономическими оценками их технологических свойств, расчет которых производится по специальным программам, учитывающим специфику каждой из основных возможных схем переработки товарной руды.

В результате проведенных исследований были разработаны и внедрены на рудниках ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» более 30 документов (Руководств) для нормирования показателей, а также большой спектр инженерно-технических и организационных мероприятий, обеспечивающих снижение потерь и разубоживания до нормативного уровня.

Нормирование показателей извлечения руды из недр – сложный, многофакторный процесс, при котором необходимо учитывать многообразие горногеологических факторов, систему разработки и ее конструктивные параметры, что обуславливает необходимость индивидуального подхода к нормированию потерь и разубоживания руды.

Многолетний опыт исследований отработки разнотипных руд в сложных условиях Талнахского и Октябрьского месторождений свидетельствует о необходимости постоянного мониторинга изменяющихся горно-геологических, горнотехнических, экономических и организационных параметров для своевременного реагирования и корректировки расчетных схем по определению нормативных показателей извлечения. Получаемые расчетные нормативные показатели потерь и разубоживания руды позволяют производить оперативную оценку технологических схем очистной выемки на стадии перспективного планирования горных работ и на стадии очистной выемки.

Литература

1. Регламент технологических производственных процессов контроля и приведения горных выработок в безопасное состояние от отделения кусков горной массы (заколов) в подразделениях ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» (РТПП-054-2010) – Норильск, 2010 – 19 с.

2. Опарин В.Н. Современное состояние, проблемы и стратегия развития горного производства на рудниках Норильска / В.Н. Опарин и др. // Рос.акад.наук, Сиб. отд-ние, Ин-т горного дела. – Новосибирск:Изд-во СО РАН, 2008. – 372 с. ISBN 978-5-7692-1022-8.

Сергей Антонович Вохмин, к.т.н., проф., зав. кафедрой «Шахтное и подземное строительство»;

Алексей Иванович Голованов, к.т.н., доцент кафедры «Подземная разработка месторождений»;

Евгений Геннадьевич Малиновский, к.т.н., доцент кафедры «Подземная разработка месторождений»;

Юрий Прокопьевич Требуш, доцент кафедры «Шахтное и подземное строительство»;

Георгий Сергеевич Курчин, к.т.н., старший преподаватель кафедры «Шахтное и подземное строительство»;

Евгений Сергеевич Майоров, старший преподаватель кафедры «Шахтное и подземное строительство», тел. (391) 249-74-03 (Институт горного дела, геологии и геотехнологии Сибирского федерального университета (ИГДГиГ СФУ))

УДК 622.834.1

В.В.Зубков, И.А.Зубкова, А.А.Андреев

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОТРАБОТКИ ЗАЛЕЖИ МЕДИСТЫХ РУД ОКТЯБРЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Представлены результаты экспертной оценки геомеханического состояния залежи медистых руд и достаточности профилактических мер по разгрузке рудного массива от опасных напряжений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рудный массив; экспертная оценка; геомеханическое состояние; опасные напряжения.



Зубков В.В.



Зубкова И.А.



Андреев А.А.

Введение

Рудник «Октябрьский» ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» ведет отработку западного участка Октябрьского месторождения сульфидных медно-никелевых руд. В поле рудника имеются промышленные запасы богатых, медистых и вкрапленных руд. В связи с доработкой запасов богатых руд, для восполнения производственной мощности рудника, с 1999 г. начаты работы по отработке медистых руд, а с 2008 г. – по отработке вкрапленных руд. Ведение добычных работ на глубинах от 500 до 1000 м, в условиях удароопасности, предъявляет особые требования к обеспечению безопасного ведения горных работ. Технические решения по вскрытию и отработке участков месторождения, принимаемые на различных этапах развития рудника, привели к образованию целого комплекса объектов, отличающихся особо сложными условиями как с технологической, так и с геомеханической точки зрения. К ним относятся:

- охранные целики стволов, содержащие запасы полезного ископаемого;
- разделительные массивы, образованные в результате встречного или догоняющего движения фронтов очистных работ;
- подрабатываемые очистными работами подземные объекты.

Поэтому, при развитии горных работ приходится сталкиваться все с новыми нестандартными ситуациями, разрешение которых возможно только при условии сочетания научно-исследовательских и опытно-промышленных работ.

Участки породного массива, расположенные на глубине более 700 м, относятся к опасным по горным ударам, на глубине менее 700 м – к склонным по горным ударам.

В данной работе проведена экспертная оценка геомеханического состояния залежи медистых руд.

1. Состояние горных работ при отработке медистых руд на руднике «Октябрьский»

В настоящее время для отработки медистых руд произведено пять разрезов широтной, меридиональ-

ной и диагональной ориентации (рис.1). Отработка ведется расходящимися фронтами различными вариантами камерных систем, а также слоевой системой с восходящим порядком выемки слоев.

На отработку медистых руд оказывают влияние горные работы по залежи богатых руд, расположенных ниже на 70-100 м (рис.1).

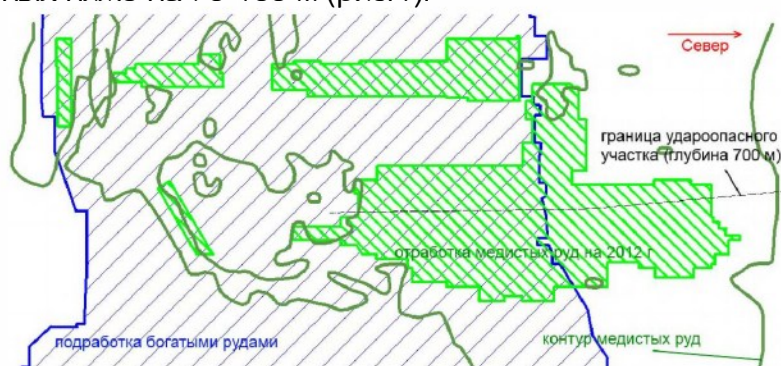


Рис. 1. Контуры отработки медистых руд на руднике «Октябрьский»

В зоне, подработанной выемкой богатых руд (панели 4-9), отработка ведется без формирования защищенных зон. В северных панелях (3-0) защищенные зоны для ведения очистных работ формировались бурением разгрузочных скважин.

Западный фланг залежи, в связи с глубиной залегания менее 700 м, не требует обязательного формирования защищенных зон.

В панели 3 на западном фланге отработка ведется за пределами зоны подработки, на глубине около 650 м. Необходимость применения противоударных мероприятий должна определяться по результатам прогнозной оценки и инструментальных измерений напряжений в массиве горных пород.

2. Методика численного моделирования

Оценка напряженного состояния обрабатываемой рудной залежи проводилась по программе SUIT3D [1]. Исходная информация для расчетов включает данные о геометрических параметрах горнотехнической обстановки на момент вычислений. К ним относятся: глубина залегания, угол падения и мощность залежи, размеры и конфигурация выработанных пространств и целиков в плане, модуль упругости пород, коэффициент Пуассона и прочность руды, породы и закладочного бетона на одноосное сжатие.

Граничные условия задаются в напряжениях, возникающих на почве очистной выработки от действия подработанных пород, по специально разработанной и реализованной в программе методике задания граничных условий.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

По результатам расчетов строятся прогнозные карты напряженного состояния, на которых представлены нормальные к напластованию напряжения, нормированные на текущее значение исходных напряжений ($\sigma_y/\gamma H$). Граница зоны повышенного горного давления (ПГД) строится по критерию $(\sigma_y/\gamma H) \geq 1.2$ [2]. Метод позволяет оценить наиболее нагруженные участки, в пределах которых необходимо предусматривать инструментальные измерения напряжений в массиве и необходимость его разгрузки.

В расчетах не учитывались выполненные профилактические мероприятия по разгрузке массива скважинами большого диаметра.

3. Прогнозная оценка напряженного состояния богатых и медистых руд

По программе SUIT3D выполнена оценка напряженного состояния для участка отработки медистых руд по состоянию на конец 2012 г.¹ Результаты расчетов следующие.

Граница зоны ПГД в залежи медистых руд после отработки богатых и медистых руд в 2012 г. имеет сложную конфигурацию из-за влияния отработанной залежи богатых руд (рис.2). Так, вокруг участков с малой площадью отработки, разгрузки от отработанных богатых руд достаточно, чтобы не образовалась зона ПГД (зеленым цветом показана зона разгрузки $\sigma_y/\gamma H \leq 1.0$). Однако, над границей отработанных богатых руд зона ПГД образуется. При этом в панелях 1-3 вследствие взаимовлияния опорного давления от отработанных богатых и медистых руд зона ПГД распространяется на расстояние 118 м в 3 панели, на 45 м в 0 панели и до 100 м в 1 панели.

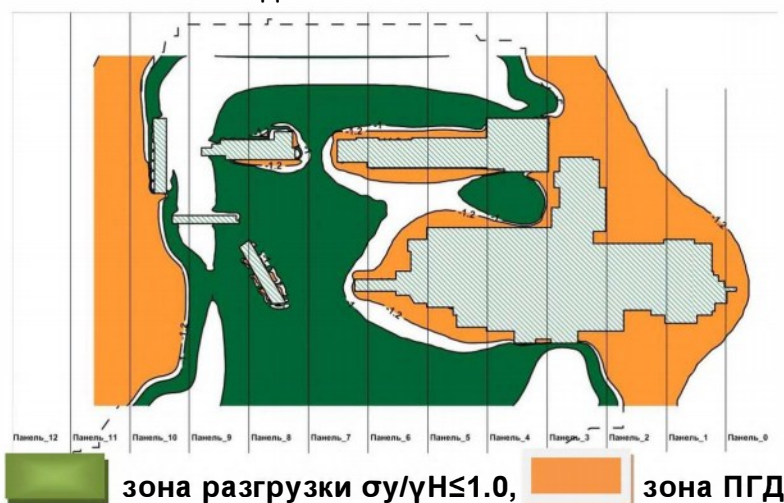


Рис. 2. Прогнозная карта напряженного состояния залежи медистых руд

На основании результатов прогнозной оценки напряженного состояния медистых руд были предложены рекомендации по безопасному ведению горных работ при добыче медистых руд на руднике "Октябрьский".

4. Наблюдения за состоянием массива горных пород

При обследовании горных выработок в панели 3, на участке примыкания широтного и меридионального фронтов очистных работ, отмечено отслоение набрызг-бетона и пород в боках передовых вырабо-

ток широтной ориентации, расположенных на расстоянии до 30 метров от фронта очистных работ, в интервале лент 56-76 (РО 3/4сев, РШ 3/6-1). Отмечено также увеличение сечения ТШ 56/1 в северной части панели 3 (рис.3).



Рис. 3. Отслоение набрызг-бетона и пород в горных выработках медистых руд

При оценке уровня напряжений методом дискования керна отмечено, что в угловой части массива, напряжения составляют 57 МПа, а на участках, не испытывающих повышенных напряжений от взаимного влияния двух фронтов очистных работ, достигают 45 МПа.

В зоне стыковки широтного и меридионального фронтов на западном фланге медистых руд наблюдается зона повышенной сейсмоактивности. Можно утверждать, что такая активность связана с наложением зон опорного давления от двух взаимно перпендикулярных фронтов (рис. 4).

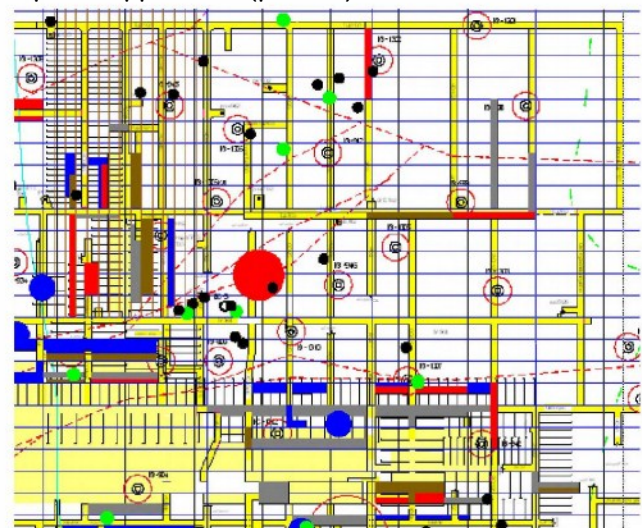


Рис. 4. Сейсмические события в панели 3 медистых руд

Выводы

Анализ результатов математического моделирования и шахтных экспериментов свидетельствуют о том, что при развитии горных работ по богатым и медистым рудам ожидается увеличение ширины ПГД и уровня напряжений в призабойной зоне.

Для повышения безопасности ведения горных

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

работ и снижения уровня напряжений в угловой части массива, образованной в результате смыкания западного меридионального и северного широтного фронтов очистных работ, необходимо выполнять разгрузку рудного массива скважинами большого диаметра.

Протяженность разгруженной зоны вдоль каждого фронта должна быть не менее ширины зоны опорного давления (40 м). Ширина зоны разгрузки выбирается таким образом, чтобы обеспечивать расположение очистных выработок в пределах защищенной зоны с учетом бермы безопасности, в соответствии с требованиями «Указаний...» [3].

Литература

1. Зубков В.В., Зубкова И.А. Программа расчета напряженного состояния горных пород около очистных выработок произвольной формы в плане (SUIT3D). РосАПО, Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 960012 от 10.01.1996.

2. Методические указания по использованию программ для расчета и графического построения напряжений в массиве горных пород около выработок. Л., ВНИМИ, 1981, -52 с.

3. Указания по безопасному ведению горных работ на Талнахском и Октябрьском месторождениях, склонных и опасных к горным ударам. Норильск, 2007, -107 с.

¹ При расчетах использовалась информация о планах развития горных работ, предоставленная ГГУ.

Виктор Васильевич Зубков, д.т.н., главный научный сотрудник тел. 8-911-944-5199, E-mail: VVZubkov@yahoo.com;
Ирина Александровна Зубкова, к.т.н., старший научный сотрудник, тел. (812) 321-8547, E-mail: zubkova@spmi.ru
Научный центр геомеханики и проблем горного производства, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»;
Александр Александрович Андреев, заведующий Норильским сектором лаборатории геомеханики рудных и нерудных месторождений ОАО «Научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела - Межотраслевой научный центр ВНИМИ», E-mail: aa-andlex@yandex.ru

УДК 622.834.1

В.В.Зубков, А.М.Линьков

О МОДЕЛИРОВАНИИ СДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Представлен новый метод расчета сдвижения земной поверхности. Он основан на эффективном решении трехмерных задач для многослойных сред. Метод, сохраняя все достоинства известных подходов, оказывается более гибким, позволяя учитывать большее число важных геомеханических параметров.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: типовая кривая оседания; наклоны; кривизна; переходные функции; горизонтальные сдвигения и деформации.



Зубков В.В. А.М.Линьков

1. Введение

Сдвигение земной поверхности, вызванное отработкой полезных ископаемых, создает серьезные проблемы для охраны окружающей среды. Широкие

работы по изучению сдвижения, выполненные в СССР к 1970 году, освещены в итоговой монографии [1]. Важные зарубежные исследования представлены в [2-7] и обзорах [8, 9]. В обзорах отмечено, что проблема расчета оседаний и деформаций сохраняет свою актуальность и что необходимо распространить методы расчета за пределы простых конфигураций, охватываемых эмпирическими подходами.

С целью продвинуться в этом направлении и создать инструмент для обсуждаемой экологической

проблемы, в данной статье мы развиваем новый метод, инициированный рядом современных публикаций. Он основан на эффективном решении задачи для многослойных сред [10-15]. Его численная реализация стала возможной благодаря прогрессу в компьютерной технике. Метод, сохраняя все достоинства известных подходов в случаях, когда они применимы, оказывается более гибким, так как позволяет учитывать большее число важных геомеханических параметров.

2. Вычислительная основа метода

В качестве исходной схемы, для которой численно находится решение, мы принимаем многослойную среду, состоящую из произвольного числа горизонтальных упругих слоев. Слои могут иметь произвольные толщины и упругие свойства. Верхняя граница пакета слоев отвечает дневной поверхности. Она обычно свободна от напряжений, а в случае учета воздействия рельефа или наземных сооружений, - нагружена заданными усилиями. Нижний подстилаю-

щий слой имеет бесконечную толщину, т.е. он представляет упругое полупространство. На границах между слоями задается закон контактного взаимодействия, связывающий контактные усилия с разрывами смещений. В предельных случаях он отвечает гладким контактам и полному сцеплению. В промежуточных случаях закон взаимодействия позволяет учитывать контактное разуплотнение и проскальзывание с трением. Очистные выработки в таком слоистом массиве задаются как поверхности разрыва смещений. Разрывы пропорциональны обрабатываемой мощности пласта. Коэффициенты пропорциональности выбирается на основе обобщенных эмпирических данных (см. ниже).

Решение соответствующей трехмерной задачи осуществляется сочетанием преобразования Фурье со сведением к трехточечным разностным уравнениям, решаемым эффективным методом матричной прогонки [12, 14]. Для повышения мобильности расчетов используется быстрое преобразование Фурье и асимптотические формулы, выведенные авторами для высоких и низких частот.

3. Выбор параметров

Сложные процессы, происходящие в реальном массиве пород, требуют специального выбора параметров, используемых при расчете. Прежде всего, необходимо, учитывая обширный эмпирический материал, так задавать корректирующий множитель к фактической обрабатываемой мощности, чтобы при полной подработке расчетное оседание дневной поверхности отвечало наблюдаемым значениям. Согласно данным монографии [1], этот коэффициент при первичной подработке составляет в среднем 0.8. В общем случае этот множитель берется в соответствии с данными натурных наблюдений для конкретного бассейна. Он служит для задания разрыва смещений η_m на уровне обрабатываемого пласта: $\eta_m = 0.8m$, где m – фактическая мощность.

Далее необходимо, чтобы расчетные профили оседания при полной подработке были в согласии с обобщенными данными наблюдений. Для этого нужно должным образом отразить контактные условия и правильно выбрать толщины и число слоев в подработанной и надработанной толщах. Анализ эмпирического материала о профилях и численные расчеты показали, что только условие гладкого контакта дает расчетные профили, согласующиеся с данными наблюдений. Число учитываемых слоев в подработанных породах для достижения согласия обычно должно составлять четырнадцать. Число слоев в породах почвы должно быть не менее пятидесяти.

Для сопоставления с обобщенными данными натурных наблюдений была принята типовая кривая, предложенная С.П.Колбенковым для Донецкого, Челябинского, Печерского и Карагандинского бассейнов. Она дает отношение оседания η к максимальному оседанию η_m в мульде сдвижения. Кривая отвечает случаю полной подработки, когда отношение эффективного пролета D_c выработки к глубине H равно двум. Эффективный пролет D_c меньше фактического пролета на величину $2d$, где d – смещение точки пе-

региба в сторону выработанного пространства ($D_c = D - 2d$). Согласно [1] $d = 0.15H$. При рассмотрении аналогичных кривых, вычисленных для слоистой среды с гладкими контактами при четырнадцати слоях над выработкой и при разном числе N слоев под ней ($N = 2, 14, 50$ и 100), видно, что если это число не достигает пятидесяти, то расчетные профили практически совпадают с эмпирической кривой. Такое же хорошее согласие имеет место и при других отношениях D_c/H .

В дальнейших расчетах упомянутое число слоев сохранялось и при сопоставлении с зарубежными данными. Расчеты дали результаты для оседаний, находящихся в полном согласии с обобщенными профилями, приведенными в [6]. Заметим, что во всех случаях учитывается смещение d точки перегиба в сторону выработанного пространства в соответствии с обобщенными данными ($d = 0.1 - 0.2H$). Это осуществляется смещением реального контура выработки на величину d в сторону выработанного пространства.

Понятно, что хорошее согласие вычисленных и измеренных оседаний обеспечивает и согласие между их первыми и вторыми производными – углами наклонов и кривизнами. Поэтому, не останавливаясь на этих характеристиках, обсудим независимые величины – относительные горизонтальные деформации. Их знаки и абсолютные значения существенно влияют на устойчивость зданий и сооружений.

Отметим, что при полной подработке вычисленные значения горизонтальных деформаций хорошо согласуются с их значениями, отвечающими гипотезе плоских сечений. Как следствие, *рассчитанные* горизонтальные деформации пропорциональны *рассчитанной* кривизне, т.е. второй производной оседания.

Чрезвычайно важно, что и *измеренные* горизонтальные деформации пропорциональны *измеренной* второй производной оседания [1]. Отсюда следует, что имея согласие профильных линий, всегда можно добиться согласия в горизонтальных деформациях, вводя эмпирический поправочный коэффициент k_{strain} к вычисленным значениям. Как показывает анализ эмпирических данных, представленных в [1, 6], этот коэффициент в зависимости от бассейна и глубины обработки изменяется от 2.2 до 4.5. В среднем он около трех.

Физический смысл обсуждаемого корректирующего коэффициента k_{strain} состоит в том, что он учитывает раскрытие трещин в зонах растяжения земной поверхности. Их влияние можно объяснить следующим образом. Допустим, что мы имеем сплошное, - без трещин, - ядро слоя с тонкими ребрами, прикрепленными к его поверхности (рис.1).

Ядро слоя повторяет профиль оседания, а ребра имитируют поведение зоны с трещинами. Толщина сплошного ядра $2h_{\text{ker}}$, длина ребер h_{rib} . При изгибе слоя, когда его сечение поворачивается, оставаясь плоским, измеренная тангенциальная деформация пропорциональна расстоянию от нейтральной линии ядра. Следовательно, относительная деформация, измеренная вдоль концов ребер, будет в $(h_{\text{ker}} + h_{\text{rib}})/h_{\text{ker}}$ раз больше, чем деформация на поверхности ядра.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

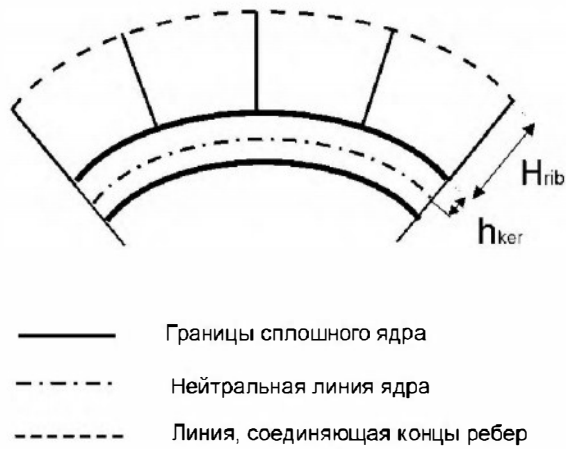


Рис. 1

Следовательно, мы должны умножить горизонтальные деформации, полученные из данных для профиля, на корректирующий коэффициент $k_{\text{strain}} = (h_{\text{ker}} + h_{\text{rib}}) / h_{\text{ker}}$. Этот коэффициент задается в разработанной авторами программе как входной параметр. Он отражает также аналогичное влияние мягких наносов. Этот коэффициент можно взять разным для зон растяжения и сжатия.

3. Пример расчета

Влияние сложной геометрии очистной выработки иллюстрируется на примере, отвечающем данным наблюдений на шахте Никулинская п.о. Тулауголь. Глубина отработки - 120 м; мощность пласта - 2 м. На рис.2-3 представлены данные измерений (пунктирная линия) и рассчитанная величина сдвижения (сплошная линия) вдоль линий наблюдений А и Б, показанных на рис.4. Видно удовлетворительное согласие рассчитанных и измеренных профилей оседания.

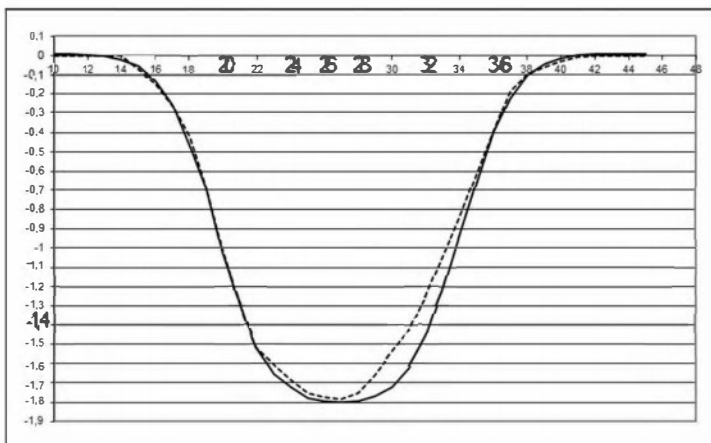


Рис. 2.

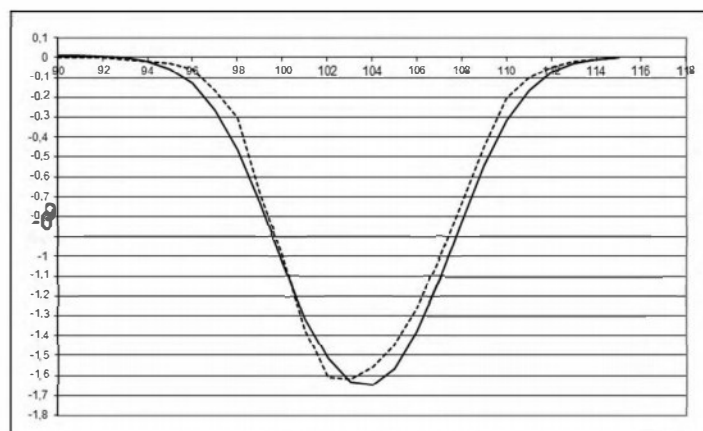


Рис. 3.

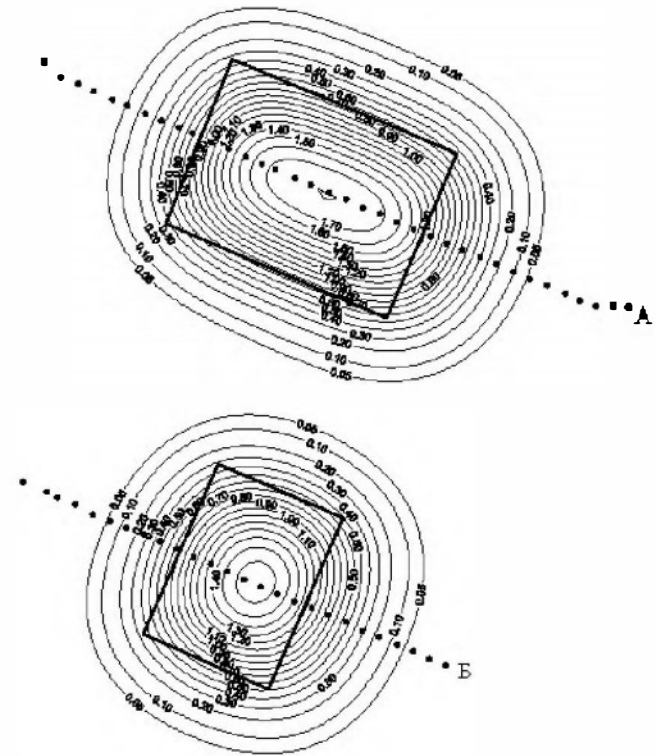


Рис. 4.

Прогнозная карта сдвижения для всей подработанной области представлена на рис.4. Как и следовало ожидать, изолинии сдвижений в основном параллельны контуру очистной выработки.

Мы заключаем, что описанный метод и разработанная на его основе программа LaySubsi могут служить для прогноза сдвижения. Метод имеет большую гибкость в учете геомеханических факторов, слоистой структуры и контактных условий. Являясь удобным инструментом для прогнозирования сдвижения, он может быть приспособлен в дальнейшем для учета новых факторов. Получаемые с его помощью прогнозные карты сдвижения земной поверхности позволяют корректировать ведение горных работ для обеспечения безопасности наземных сооружений (нефте- и газопроводов, зданий, железных дорог и других объектов).

Литература

1. Сдвижение горных пород при подземной разработке угольных и сланцевых месторождений. М., Недра, 1970, 244 с. //Акимов А.Г., Земисев В.Н. и др.
2. Knothe S. Observations of surface movements under influence of mining and their theoretical interpretation. Proceedings of the European Congress on Ground Movement, Leeds, 1957, 210-218. Colliery Engineering, Jan. 1959, 24-29.
3. Litwiniszyn J. The theories and model research of movements of ground masses. Proceedings of the European Congress on Ground Movement, Leeds, 1957, 202-209.
4. Salamon M.D.G. The influence of strata movement and control on mining development and design. University of Durham, UK, PhD thesis, 1962.
5. Proust A. Etude sur les affaissements miniers dan le Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. Revue de l'Industrie Minérale, 1964, 64, No 6, 7.
6. Subsidence Engineers' Handbook. London, National Coal Board, 1965, 1975.
7. Salamon M.D.G. Deformation of stratified rock masses: a laminated model. J. South African Inst. Mining and Metallurgy, 1991, 91, 9-25.
8. Reddish D.J., Mohammad N., Lloyd P.W. The Numeri-

cal Modeling and International Trends in Subsidence Models. Dept. of Mineral Resources Engineering. University of Nottingham, UK, 1997.

9. Aissaoui K. Amélioration de la prévision des affaissements dans les mines à l'aide des approches empiriques, numériques et analytiques. Institut National Polytechnique de Lorraine, Ecole des Mines de Nancy, PhD thesis, 1999, 243 p.

10. Al Heib M., Linkov A.M., Zoubkov V.V. On numerical modeling of subsidence induced by mining. Proceedings of the EUROCK 2001 — ISRM Regional Symposium, Helsinki, Finland, Balkema, Rotterdam, 2001.

11. Benitez F.G., Rosakis A.J. Three-dimensional elastostatics of a layer and a layered medium. Journal of Elasticity, 1987, 18, 3-50.

12. Linkov A.M., Filippov N.A. Difference equations approach to the analysis of layered systems. Meccanica, 1991, 26, 195-209.

13. Benitez F.G., Lu L., Rosakis A.J. A boundary element formulation based on the three-dimensional elastostatic fundamental solution for the infinite layer: Part I — Theoretical and numerical development. Int. J. for Numerical Methods in Engineering, 1993, 36, 3097-3130.

14. Linkov A.M., Linkova A.A., Savitski A.A. An effective method for multi-layered media with cracks and cavities. Int. J. Damage Mechanics, 1994, 3, 338-356.

15. Linkov A.M., Filippov N.A., Milova L.A., Zoubkov V.V. A method to calculate stresses and deformations in 3D layered strata. Advances in Rock Mechanics. Yunmei Lin (ed.), USA-World Scientific Publications Co, New York, 1998, 135-144.

Виктор Васильевич Зубков, д.т.н., главный научный сотрудник Научного центра геомеханики и проблем горного производства, Национальный минерально-сырьевой университет "Горный", тел. 8-911-944-5199; E-mail: VVZubkov@yahoo.com;

Александр Михайлович Линьков, доктор физ.-мат. наук, Институт проблем машиноведения Российской Академии Наук (ИПМаш РАН), тел. (812) 321-4774, E-mail: linkoval@hotmail.com

УДК 622.834:551.43

Н.Н.Грищенко, Е.В.Блинникова

ПРОГНОЗ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ С УЧЁТОМ МЕЗОРЕЛЬЕФА

Разработана математическая модель для прогноза сдвижений и деформаций земной поверхности в холмистой местности, то есть на склонах мезорельефа. Модель основана на гипотезе о взаимосвязи сдвижения почвенного слоя и коренных пород при подработке земной поверхности горными работами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подработка; мезорельеф; деформации.



Н.Н.Грищенко Е.В.Блинникова

1. Влияние мезорельефа

Отработка запасов угля неизбежно связана со сдвижением горного массива и земной поверхности над очистными выработками.

Деформации земной поверхности способны причинить серьезный ущерб зданиям, сооружениям, инженерным коммуникациям, попадающим в зону влияния горных работ (в мульду сдвижения). Поэтому выемка запасов угля под территориями, на которых находятся объекты, нуждающиеся в защите от влияния горных работ, осуществляется по проектам подработки данных объектов. В проектах по специальной методике осуществляется прогноз оседаний и деформаций земной поверхности, вызванных влиянием горных работ, и оценивается степень их воздействия на охраняемые объекты. В тех случаях, если прогнозируемые величины деформаций превысят нормативные допуски, планируются горные и конструктивные меры защиты либо принимается решение об оставлении под объектами предохранительных целиков.

В существующей на Украине методике расчёта деформаций земной поверхности, реализованной в отраслевом стандарте "Правила подработки..." [1], прогноз оседаний и деформаций в мульде сдвижения осуществляется при постоянном значении средней глубины разработки. Это эквивалентно расчёту деформаций для некоторой горизонтальной плоскости, отстоящей от центра очистной выработки на расстоянии, равном средней глубине разработки. Поскольку реальная поверхность подрабатываемой территории отличается от данной плоскости расчёта деформаций, очевидным является появление погрешностей определения деформаций земной поверхности при использовании существующего алгоритма. При этом величина этих погрешностей будет тем больше, чем больше величина отклонения реальной земной поверхности от горизонтальной плоскости расчёта. Максимальные погрешности определения деформаций следует ожидать при наличии на подрабатываемой территории достаточно крупных форм рельефа.

В отличие от микрорельефа, описывающего малые формы рельефа, имеющие небольшую амплитуду колебания отметок, мезорельеф представляет более крупные формы рельефа с амплитудой колебаний до нескольких десятков метров. Именно мезорельеф характеризует земную поверхность подавляющего большинства подрабатываемых территорий

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

в Донецком угольном бассейне. Весьма характерной в этом отношении является территория Центрального района Донбасса и Восточного Донбасса, где практически повсеместно наблюдаются холмистый рельеф, повышенная крутизна скатов холмов, разветвлённая структура лощин (типа балок). Мезорельеф территории Донбасса достаточно наглядно отображается на картах масштабов 1:25000–1:50000 (с высотой сечения рельефа 5–10 м).

В ряде районов Донбасса отношение амплитуды колебания высот поверхности мезорельефа к средней глубине разработки достигает 10-15%, что способно заметно снизить точность определения деформаций земной поверхности. При этом следует иметь в виду, что наиболее чувствительным к колебаниям высот точек при мезорельефе является определение не абсолютных деформаций земной поверхности (оседаний и горизонтальных сдвижений), а определение относительных деформаций (наклонов, кривизны, горизонтальных деформаций). Именно это обстоятельство является ключевым при разработке надёжного метода прогноза устойчивости склонов и диктует необходимость учёта влияния мезорельефа при расчёте деформаций земной поверхности.

Для учёта влияния мезорельефа разработан алгоритм расчёта деформаций земной поверхности, основанный на двух факторах. Во-первых, это использование цифровой модели рельефа (ЦМР) для описания рельефа.

Во-вторых, в расчёт деформаций вводится понятие динамической глубины разработки. Для каждой i -й расчётной точки эта глубина принимается равной:

$$H_i^d = Z_i - Z_{ц.л.} = H + \Delta H_i, \quad (1)$$

где Z_i – отметка i -й расчётной точки; $Z_{ц.л.}$ – отметка центра лавы (на почве пласта); H – глубина разработки в центре лавы; ΔH_i – превышение i -й точки над плоскостью расчёта, отстоящей от центра лавы на высоту H .

Схема определения динамической глубины разработки показана на рис.1.

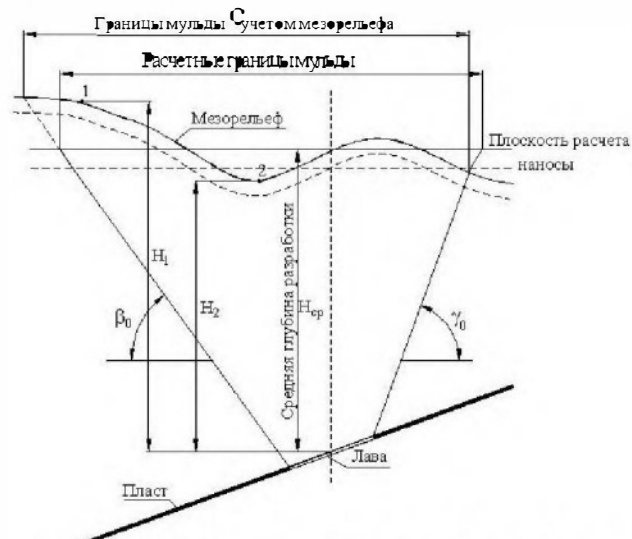


Рис.1. Учёт влияния мезорельефа в расчётной схеме

Величина ΔH_i определяется из следующего выражения:

$$\Delta H_i = Z_i - (Z_{ц.л.} + H). \quad (2)$$

В дальнейшем определение всех расчётных параметров и величин деформаций производится на основе динамической глубины разработки H_i^d для каждой i -й расчётной точки вместо средней глубины разработки H .

2. Функции влияния

Многими исследователями было отмечено, что измеренные сдвигения поверхности, особенно горизонтальные сдвигения, в холмистых районах с крутыми откосами местности отличаются от тех, что получены на плоской или умеренно всхолмленной поверхности. Дополнительное сдвигение поверхности, отличное от ожидаемого сдвигения на плоской поверхности, при сохранении всех прочих равных условий, называется дифференциальным сдвигением из-за естественного наклона поверхности. Дифференциальное сдвигение включает горизонтальный и вертикальный компоненты, т.е. дифференциальное горизонтальное сдвигение и дифференциальное оседание.

Существует гипотеза, согласно которой дифференциальное сдвигение является совместным результатом сдвигения почвенного слоя и коренных пород, а внутренняя деформация в почвенном слое инициируется процессом оседания земной поверхности. На этой гипотезе основана математическая модель для прогноза с помощью метода функций влияния сдвижений и деформаций земной поверхности на местности с крутыми откосами [2]. Рассмотрим применение данной математической модели для прогноза сдвижений земной поверхности над прямоугольной очистной выработкой.

Предположим, что дифференциальное сдвигение δV пропорционально сдвигению поверхности dV по направлению склона. Компонент dV представляет смещение точки поверхности по направлению к центру очень малого элемента (Δx), вызванного извлечением этого элемента из угольного пласта (рис.2). Величина дифференциального сдвигения δV может быть вычислена по формуле:

$$\delta V = G dV_\alpha, \quad (3)$$

где G – коэффициент пропорциональности; dV_α – компонент смещения dV по направлению склона с углом падения α , вычисляемый по формуле:

$$dV_\alpha = d\eta \cdot \sin \alpha + d\xi \cdot \cos \alpha. \quad (4)$$

Подставляя (4) в (3), получим

$$\delta V = G (d\eta \cdot \sin \alpha + d\xi \cdot \cos \alpha). \quad (5)$$

Вертикальный и горизонтальный компоненты дифференциального смещения δV равны:

$$\begin{cases} \delta\eta = \delta V \cdot \sin \alpha = G \sin \alpha (d\eta \cdot \sin \alpha + d\xi \cdot \cos \alpha) \\ \delta\xi = \delta V \cdot \cos \alpha = G \cos \alpha (d\eta \cdot \sin \alpha + d\xi \cdot \cos \alpha) \end{cases}. \quad (6)$$

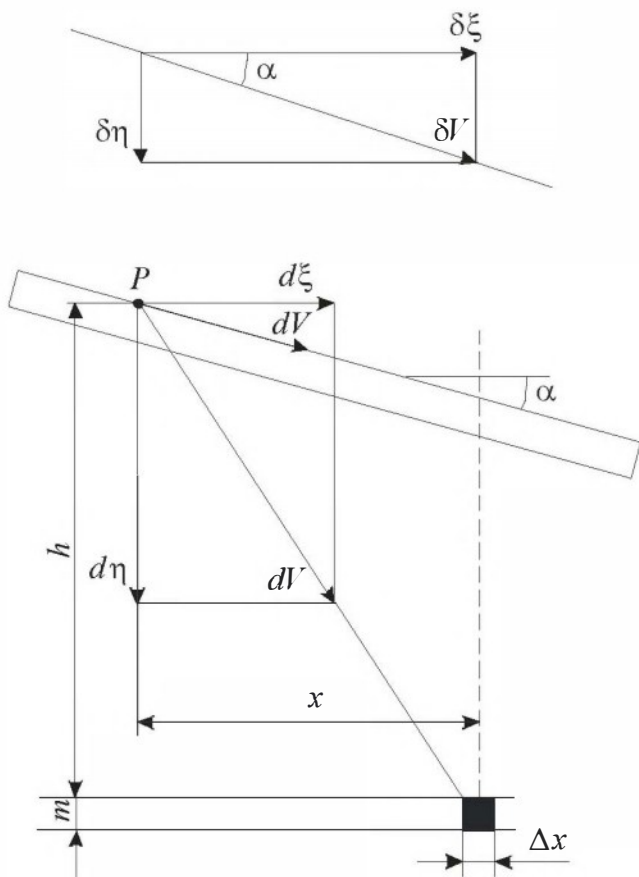


Рис.2. Схема сдвижения поверхности на склоне мезорельефа

Вертикальный и горизонтальный компоненты сдвижения dV , т.е. $d\eta$ и $d\xi$, определяются по теории Кнота [3] и теории фокальной точки [4] соответственно как:

$$\begin{cases} \delta\eta = \frac{\eta_{\max}}{R} e^{-\pi(x/R)^2} \\ \delta\xi = 2\pi \frac{x}{h} d\eta \end{cases}, \quad (7)$$

где η_{\max} – величина максимального оседания; R – величина полумульды в данном сечении; x – расстояние от точки максимального оседания до рассматриваемой точки поверхности; h – вертикальное расстояние от точки поверхности до пласта.

Вертикальный и горизонтальный компоненты смещения по склону поверхности из-за выемки предельно малого элемента подземного угольного пласта равны:

$$d\eta' = d\eta + G \left(\sin^2 \alpha + \cos \alpha \sin \alpha \frac{2\pi x}{h} \right) d\eta; \quad (8)$$

$$d\xi' = \frac{2\pi x}{h} d\eta + G \left(\cos \alpha \sin \alpha + \cos^2 \alpha \frac{2\pi x}{h} \right) d\eta. \quad (9)$$

Функции влияния для оседания и горизонтального сдвижения по склону поверхности равны:

$$\begin{cases} f_{\eta}(x) = \frac{\eta_{\max}}{R} \left(1 + G \sin^2 \alpha + G \cos \alpha \sin \alpha \frac{2\pi x}{h} \right) e^{-\pi(x/R)^2} \\ f_{\xi}(x) = \frac{\eta_{\max}}{R} \left(\frac{2\pi x}{h} (1 + G \cos^2 \alpha) + G \cos \alpha \sin \alpha \right) e^{-\pi(x/R)^2} \end{cases}. \quad (10)$$

3. Сдвигения и деформации в главных сечениях

Конечное оседание η' и горизонтальное сдвижение ξ' по склону поверхности могут быть вычислены интегрированием функций влияния (10) как:

$$\eta' = \eta + G \sin \alpha (\eta \cdot \sin \alpha + \xi \cdot \cos \alpha); \quad (11)$$

$$\xi' = \xi + G \cos \alpha (\eta \cdot \sin \alpha + \xi \cdot \cos \alpha). \quad (12)$$

В уравнениях (11) и (12) величины являются оседанием и горизонтальным сдвижением, ожидаемыми на плоской поверхности при равенстве всех прочих условий. Величины η и ξ могут быть вычислены по методике, основанной на методе типовых кривых и реализованной в действующих «Правилах подработки» [1].

Вторые слагаемые в правой части уравнений (10) и (11) представляют собой конечные дифференциальные оседания и горизонтальные сдвигения из-за влияния наклона поверхности. Они могут использоваться как поправки к значениям оседания η и горизонтального сдвижения ξ , вычисленным для плоской поверхности по принятой методике.

Конечные наклоны, кривизна и горизонтальные деформации из-за оседания земной поверхности вдоль по склону местности в любой точке главного сечения по оси x могут быть получены соответственно как:

$$i' = i \cdot (1 + G \cdot \sin^2 \alpha) + G \cdot \varepsilon \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha; \quad (13)$$

$$k' = k \cdot (1 + G \cdot \sin^2 \alpha) + G \cdot \frac{d\varepsilon}{dx} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha; \quad (14)$$

$$\varepsilon' = \varepsilon \cdot (1 + G \cdot \cos^2 \alpha) + G \cdot i \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha, \quad (15)$$

где i' , ε' и k' – соответственно наклон, относительная деформация и кривизна по склону земной поверхности; i , ε и k – соответственно наклон, горизонтальная деформация и кривизна на плоской поверхности, вычисленные по принятой методике [1].

Величина $d\varepsilon/dx$ в выражении (14) может быть получена из выражений (10) либо найдена путем численного дифференцирования переменной ε по координате x в главном сечении, т.е. по отстоянию рассматриваемой точки от точки максимального оседания.

Приведенные выше формулы справедливы для вычисления сдвижений и деформаций в главных сечениях мульды сдвижения. Величины горизонтального сдвижения ξ , наклона i , кривизны k и горизонтальной деформации ε для плоской поверхности берутся равными соответствующим значениям для выбранного главного сечения (вдоль оси x либо вдоль оси y), найденным по принятой методике.

4. Сдвигения и деформации в произвольном направлении

Допустим, что в произвольной точке P нам известно направление λ , вдоль которого необходимо определить деформации земной поверхности, а также известен угол α ската местности в данной точке. Угол λ измерен против хода часовой стрелки от оси x до данного направления. При этом ось x совпадает с линией простирания пласта, а ось y направлена в сторону восстания пласта.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Угол α является углом падения склона местности (мезорельефа). Составляющие это падение углы, параллельные осям x и y , обозначенные соответственно как α_x и α_y , будут равны:

$$\begin{cases} \alpha_x = \arctan(\tan \alpha \cdot \cos \lambda) \\ \alpha_y = \arctan(\tan \alpha \cdot \sin \lambda) \end{cases} \quad (16)$$

Для прямоугольной подземной выработки конечное оседание $\eta'(x,y)$ в точке поверхности P с координатами x и y может быть вычислено по формуле:

$$\eta'(x,y) = \frac{\eta'_x \eta'_y}{\eta'_{\max}} = C'_x C'_y \eta'_{\max} \quad (17)$$

Величины η'_x и η'_y могут быть вычислены из выражения (16) подстановкой вместо величин η , ξ и α соответствующих значений η_x , ξ_x , α_x и η_y , ξ_y , α_y . Соответственно величины C'_x , C'_y и η'_{\max} вычисляются по формуле:

$$\begin{cases} C'_x = \eta'_x / \eta'_{x\max} \\ C'_y = \eta'_y / \eta'_{y\max} \\ \eta'_{\max} = \sqrt{\eta'_{x\max} \cdot \eta'_{y\max}} \end{cases} \quad (18)$$

Величины $\eta'_{x\max}$ и $\eta'_{y\max}$, являющиеся максимальными оседаниями соответственно вдоль главных сечений по осям x и y , вычисляются из следующих выражений:

$$\begin{cases} \eta'_{x\max} = (1 + G \cdot \sin^2 \alpha_x) \cdot \eta_{\max} \\ \eta'_{y\max} = (1 + G \cdot \sin^2 \alpha_y) \cdot \eta_{\max} \end{cases} \quad (19)$$

где η_{\max} — максимальное оседание в мульде сдвижения, найденное по принятой в "Правилах подработки" методике [1].

Горизонтальное сдвижение по склону поверхности в заданном направлении λ вычисляется по формуле:

$$\xi'_\lambda = \xi'_x C'_y \cos \lambda + \xi'_y C'_x \sin \lambda, \quad (20)$$

где величины ξ'_x и ξ'_y могут быть вычислены из выражения (12) заменой η , ξ и α значениями η_x , ξ_x , α_x и η_y , ξ_y , α_y соответственно.

Наклон по склону поверхности в заданном направлении λ вычисляется по формуле:

$$i'_\lambda = i'_x C'_y \cos \lambda + i'_y C'_x \sin \lambda, \quad (21)$$

где величины наклонов i'_x и i'_y соответственно по осям x и y находятся из выражений:

$$\begin{cases} i'_x = i_x \cdot (1 + G \cdot \sin^2 \alpha_x) + G \cdot \varepsilon_x \cdot \cos \alpha_x \cdot \sin \alpha_x \\ i'_y = i_y \cdot (1 + G \cdot \sin^2 \alpha_y) + G \cdot \varepsilon_y \cdot \cos \alpha_y \cdot \sin \alpha_y \end{cases} \quad (22)$$

Относительная деформация по склону поверхности в заданном направлении λ может быть найдена по формуле:

$$\varepsilon'_\lambda = \varepsilon'_x \cdot C'_y \cdot \cos^2 \lambda + \varepsilon'_y \cdot C'_x \cdot \sin^2 \lambda + \frac{\xi'_x \cdot i'_y + \xi'_y \cdot i'_x}{\eta'_{\max}} \cdot \cos \lambda \cdot \sin \lambda, \quad (23)$$

где величины деформаций ε'_x и ε'_y соответственно по осям x и y находятся из выражений:

$$\begin{cases} \varepsilon'_x = \varepsilon_x \cdot (1 + G \cdot \cos^2 \alpha_x) + G \cdot i_x \cdot \cos \alpha_x \cdot \sin \alpha_x \\ \varepsilon'_y = \varepsilon_y \cdot (1 + G \cdot \cos^2 \alpha_y) + G \cdot i_y \cdot \cos \alpha_y \cdot \sin \alpha_y \end{cases} \quad (24)$$

Конечная кривизна по склону поверхности в заданном направлении λ равна:

$$k'_\lambda = k'_x \cdot C'_y \cdot \cos^2 \lambda + k'_y \cdot C'_x \cdot \sin^2 \lambda + \frac{2 \cdot i'_x \cdot i'_y}{\eta'_{\max}} \cdot \cos \lambda \cdot \sin \lambda, \quad (25)$$

где величины кривизны k'_x и k'_y соответственно по осям x и y находятся из выражений:

$$\begin{cases} k'_x = k_x \cdot (1 + G \cdot \sin^2 \alpha_x + G \cdot \frac{d\varepsilon_x}{dx} \cdot \cos \alpha_x \cdot \sin \alpha_x) \\ k'_y = k_y \cdot (1 + G \cdot \sin^2 \alpha_y + G \cdot \frac{d\varepsilon_y}{dy} \cdot \cos \alpha_y \cdot \sin \alpha_y) \end{cases} \quad (26)$$

5. Коэффициент пропорциональности G

Новым дополнительным параметром, введенным в модель прогноза сдвижений и деформаций земной поверхности на склонах мезорельефа, является коэффициент пропорциональности G . Предполагается, что этот коэффициент является функцией угла естественного откоса, механических свойств и мощности почвенного слоя, растительности на поверхности и т.д. Для определения коэффициента G в работе [3] предложена диаграмма, основанная на эмпирических данных (рис.3).

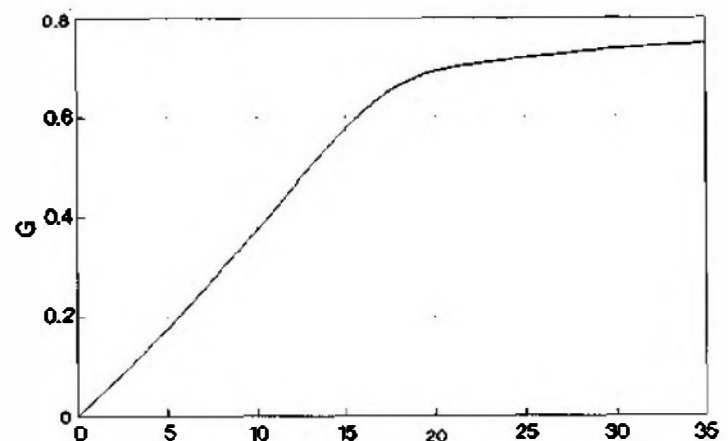


Рис.3. Диаграмма для определения коэффициента пропорциональности G

Выводы

1. В существующей методике прогноза сдвижений и деформаций земной поверхности от влияния подземных горных разработок расчёт деформаций осуществляется при фиксированной средней глубине разработки, т.е. для некоторой усреднённой горизонтальной плоскости. Влияние мезорельефа местности при этом не учитывается.

2. Подавляющее большинство подрабатываемых территорий в Донецком угольном бассейне характеризуется мезорельефом. Перепады высот в пределах шахтного поля во многих случаях достигают 10-15% от средней глубины разработки, что сказывается на точности прогноза деформаций земной поверхности.

3. На основе гипотезы о взаимосвязи сдвижения почвенного слоя и коренных пород вследствие протекания процесса сдвижения земной поверхности разработана математическая модель для прогноза сдвижений и деформаций земной поверхности на местности с крутыми откосами, т.е. на склонах мезорельефа.

4. Установлены функции влияния для оседания и горизонтального сдвижения по склону поверхности. Предложен алгоритм вычисления сдвижений и деформаций по склону мезорельефа как в главных сечениях мульды сдвижения, так и в произвольном направлении. При этом исходными данными для расчёта служат значения сдвижений и деформаций пло-

ской поверхности, найденные по принятой методике [1].

5. Для реализации предложенного алгоритма прогноза сдвижений и деформаций земной поверхности с учётом влияния мезорельефа разработано специальное программное обеспечение.

Литература

1. ГСТУ 101.00159226.001 – 2003. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. На зміну «Правил охорони...» (М.: Недра, 1981. – 288 с.); Введ. 01.01.2004.– К., 2004. – 128 с.
2. Peng S.S. Surface Subsidence Engineering [Text] / Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. – Ann Arbor: MI, 1992. – 161 p.
3. Knothe S. Observations of Surface Movements Under Influence of Mining and Their Theoretical Interpretation [Text] / S. Knothe// Proceedings European Congress Ground Movement. – Leeds, UK, 1957. – P. 210-218
4. Кратч Г. Сдвигение горных пород и защита подрабатываемых сооружений [Текст] / Г. Кратч; Пер. с нем./ под ред. Р.А. Муллера и И.А. Петухова. – М.: Недра, 1978. – 494 с.

Николай Николаевич Грищенко, д.т.н., профессор, зав. отделом охраны недр и сдвижения земной поверхности, тел. +38 (062) 348-16-42, E-mail: gringm@gmail.com;
Елена Владимировна Блиникова, к.т.н., ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. отдела защиты зданий и сооружений в сложных горно-геологических условиях, тел. +38 (062) 388-07-11, E-mail: blinnikova@yandex.ru
(Украинский государственный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики и маркшейдерского дела (УкрНИМИ) НАН Украины)

УДК 622.831.327

К. М. Мурин

СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ПУЧЕНИЕМ ПОЧВЫ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ ПРИ ЗОНАЛЬНОЙ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ МАССИВА

Проанализированы существующие способы борьбы с пучением почвы в подготовительных выработках как одной из характеристик явления зональной дезинтеграции массива горных пород и дана критическая характеристика каждого из них.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подготовительные горные выработки; пучение почвы; напряженно-деформированное состояние; явление зональной дезинтеграции; разгрузка массива; укрепление пород.

Как отмечено в [1], явление зональной дезинтеграции характеризуется тем, что процесс конвергенции массива в выработку реализуется всесторонне, включая и пучение почвы, факт которого зарегистрирован в работе [2,3]. Однако, в научной литературе явление пучения, как элемента зональной дезинтеграции, не рассмотрено.

Проблеме борьбы с пучением почвы в горных выработках посвящены многочисленные исследования.

В работе [4] установлено, что для определения склонности пород почвы выработок Кузбасса к пучению может быть использовано критериальное условие:

$$k \gamma H > R_{0п} k_{пз} k_{\infty} \quad (1)$$

где k – коэффициент концентрации напряжений; γ – объёмный вес пород; H – глубина расположения выработки от дневной поверхности; $R_{0п}$ – прочность пород почвы при одноосном сжатии; $k_{пз}$ – коэффициент снижения прочности в результате ползучести; k_{∞} – коэффициент структурного ослабления.

Действительно оценка склонности пород почвы к пучению в горных выработках осуществляется по критерию:

$$k_{пз} = \gamma H / R_{0п}, \quad (2)$$

где γ – объёмный вес пород; H – глубина расположения выработки от дневной поверхности; $R_{0п}$ – прочность пород почвы при одноосном сжатии.

На достигнутых глубинах ведения горных работ на большинстве шахт Кузбасса лишь 29% почв пла-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

стов отнесены к пучащим ($k_p=0,5\div 1,0$) и сильнопучащим ($k_p>1$). В то же время опыт ведения горных работ и обширные наблюдения [4] показывают, что пучению подвергаются практически все типы пород, особенно в зоне влияния опорного давления от выработанного пространства. Ремонт подготовительных и основных выработок согласно [4] потребовался при эксплуатации 8,8% от общего объема выработок. К сожалению, данные по объемам ремонтируемых выработок по причине ликвидации последствий пучения отсутствуют. Вместе с тем обычно при ремонте выработок производится и поддирка почвы. Однако полный учет всех факторов, определяющих проявление пучения пород почвы в настоящее время невозможно осуществить, хотя и известно их существенное влияние.

В работе [5] предложено девять механизмов пучения, классифицированных по причинам возникновения. На основании анализа причин пучения показано, что его можно объяснить на основе общей классификации устойчивости горных выработок, которая базируется «на учете формоизменения фронта разрушения пород вокруг выработки при действии напряжений различных знаков».

В работе [5] также показано, что при переходе породы вокруг выработки в запредельное состояние смещения ее контура существенно зависят от ее формы, но, на завершающей стадии процесса, зоны запредельного состояния принимают очертания, близкие к круговым, независимо от формы выработки. Данное заключение подтверждается исследованиями [6] и имеет значение при учете явления зональной дезинтеграции, так как указывает на возможность определения фиктивного радиуса выработки, относительно которого рассчитываются параметры зональной дезинтеграции в модели Курлени-Опарина.

Влияние способа охраны выемочных выработок на пучение пород недостаточно изучено. Известно, что при охране выработок целиками угля интенсивность пучения зависит от их ширины. При замене целиков искусственными ограждениями пучение уменьшается, но влияет ли на него тип ограждения - неизвестно, поскольку имеющиеся данные противоречивы.

В выемочных выработках интенсивность пучения возрастает с приближением очистного забоя в результате воздействия временного опорного давления. При прочих равных условиях воздействие временного опорного давления можно принимать как эквивалентное увеличение глубины разработки.

Рассмотрение закономерностей, определяющих процесс пучения, показывает, что это сложное явление, механизм которого описать в общем случае очень трудно. Это послужило причиной тому, что различными исследователями предложено множество механизмов пучения. При этом в основном они базировались на наблюдениях внешнего проявления пучения, т.е. авторы этих предложений пытались выявить причины явления из его следствий. Многие механизмы вообще построены на умозрительных заключениях, не подтвержденных данными наблюде-

ний. Поскольку основная часть исследований выполнена в период до открытия явления зональной дезинтеграции, то в их методической основе отсутствуют представления об этом явлении. В связи с этим целесообразно выполнить анализ результатов ранее выполненных исследований с учетом закономерностей зональной дезинтеграции.

В большой группе теоретических работ пучение рассматривается как составная часть процесса смещения контура выработки. Массив горных пород принимается однородным и изотропным или анизотропным. Пройденная в нем выработка чаще всего имеет круглое поперечное сечение.

Начальное напряженное состояние массива описывается вертикальными напряжениями, равными весу пород, залегающих над выработкой до земной поверхности, и горизонтальными напряжениями, величина которых пропорциональна вертикальным напряжениям. Коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом бокового распора, для угольных месторождений обычно принимается равным 0,5-1,0 м.

Смещения контура выработки определяются иногда в предположении, что массив горных пород ведет себя как упругая среда. Однако, если в расчетах принимать модуль упругости пород, полученный на образцах, то получаемые смещения будут малы, составляя десятки миллиметров, что в ряде случаев на порядок меньше значений, наблюдаемых в практике угольных шахт. Поэтому для получения соответствия с реальностью требуется уменьшение модуля упругости, для чего вводятся коэффициенты ослабления, учитывающие нарушенность массива. Несостоятельность такого подхода заключается в сложности учета влияния нарушений на деформационные свойства относительно небольшого объема массива горных пород вокруг выработки, что может привести к неоднозначным выводам.

Поэтому, учитывая наличие концентрации напряжений вокруг выработки, многие исследователи рассматривают задачу о смещениях ее контура с учетом перехода части массива пород в запредельное состояние. В качестве критерия перехода пород в запредельное состояние используют разные условия прочности, но наиболее универсальным считается критерий Кулона-Мора, представляемый в виде уравнения огибающей кругов предельных напряжений. Поведение пород в запредельном состоянии также принимается разным: идеально пластическим, вязким, вязкопластическим и т.п.

Анализ [7] представлений о геомеханических процессах, предопределяющих интенсивное пучение пород почвы горных выработок показал, что многообразие горно-геологических условий создает непреодолимые трудности обобщения наиболее существенных факторов процесса пучения. Поэтому до настоящего времени не разработана достаточно общая и адекватная модель этого процесса, учитывающая современные представления геомеханики, включая явление зональной дезинтеграции и позволяющая обосновать способы управления состоянием массива вокруг подготовительных выработок.

В отечественной и зарубежной горной науке накоплен значительный арсенал способов борьбы с пучением [7].

Способ разгрузки угольного пласта, широко исследован в работах [8,9,10]. Сущность способа заключается в бурении в угольном пласте на некотором удалении от забоя проводимой выработки ряда скважин диаметром 240-300 мм с оставлением между ними целиков угля примерно такой же ширины. Если в выемочной выработке пучение пород начинается после прохода очистного забоя, то скважины можно бурить позади этого забоя. Рекомендуемые различными авторами длины скважин колеблются от 4 до 12 м.

Механизмы рассматриваемого способа разгрузки пород, как и некоторых других способов, рассматриваемых ниже, состоят в уменьшении нагрузки, передаваемой на почву в боках выработки. Концентрация напряжений переносится дальше от выработки на расстояние, примерно равное длине разгрузочных скважин. Поскольку в зоне разгрузки действуют остаточные напряжения, то концентрация напряжений за ее пределами меньше, чем была около выработки до бурения скважин. Следовательно, пучение пород почвы будет снижаться как за счет снижения концентрации напряжений, так и в результате его распределения по большей площади, т.е. по ширине выработки и зонам разгрузки.

К сожалению, надежного метода для определения параметров этого способа борьбы с пучением не разработано, поэтому его испытания далеко не всегда приводят к положительным результатам, кроме того, по условиям безопасности скважины необходимо заполнять инертным материалом, что дополнительно усложняет проведение этих работ.

Способ, базирующийся на применении разгрузочных берм, аналогичен широко известному способу проведения выработок широким забоем, хотя в последнем случае обычно преследовалась другая цель - размещение породы, получаемой при проходке. Механизм воздействия на почву выработки подобен описанному выше. Однако в этом случае кровля выработки поддерживается в ее боках более податливыми опорами (породными полосами, кострами), поэтому ее смещения довольно велики и требуют применения крепи с высокой податливостью.

При применении способа разгрузочных щелей в почве выработки образуются вертикальные или наклонные щели, которые снимают действующие в породах напряжения и одновременно служат емкостью для пород, выдавливаемых из-под стенок выработки. В основу этого способа положен механизм пучения, согласно которому породы почвы выработки под действием горизонтального давления перемещаются по плоскостям напластования, что приводит к складкообразованию [11].

Сущность способа разгрузки пород почвы взрывом заключается в бурении шпуров в стенки или почву выработки и взрывании в них зарядов ВВ для образования в породах разрушенной, более податливой зоны, наличие которой обеспечивает некоторую разгрузку почвы.

В странах СНГ описанный способ получил на-

звание взрывощелевой разгрузки, которую обычно производят в стенках выработки. Установлена экономическая эффективность применения этого способа [10].

Способ камуфлетного взрывания в почве выработки подвергался широкой проверке в условиях слабых пород Подмосквовного бассейна [12], где он оказался эффективным. Применение этого способа в Кузбассе привело к положительным результатам, что отмечается в работах [4]. В этих работах даны также предложения по расчету камуфлетных зарядов. При глубине шпуров 1,5-1,7 м в слабых трещиноватых аргиллитах и алевролитах рекомендуемая величина заряда составляет 240-300 г угленита, а в крепких аргиллитах и алевролитах и слабых песчаниках - 300-400 г.

При разработке сближенных пластов эффективным способом борьбы с пучением является разгрузка массива пород в окрестности выработки путем его подработки или надработки. Многочисленные результаты исследований (аналитических, лабораторных, на моделях и шахтных) подтверждают эффективность этого способа. Для магистральных выработок может применяться специальная надработка выработок разгрузочными лавами. Таким способом обычно разгружают полевые выработки. Способ прошел проверку в шахтных условиях и оказался эффективным, но требует больших затрат средств и времени.

В связи с увеличением глубины горных работ большинство выработок попадает, как правило, в условия, где в соответствии со СНиПом 11-94-80 необходимо предусматривать крепь с обратным сводом. Однако на практике объем применения замкнутых крепей невелик и ограничен выработками околоствольных дворов глубоких горизонтов шахт.

Большие надежды возлагались на применение для борьбы с пучением анкерной крепи. Предполагалось, что эта крепь будет такой же эффективной, как и при установке в кровле. Однако при этом не учитывалось, что существует различие механизмов деформирования кровли и почвы и функции анкерной крепи. Породы кровли под действием собственного веса в отличие от пород почвы больше расслаиваются, для них характерны также различного рода вывалы. Поэтому анкерная крепь в основном препятствует этим явлениям. Выпучивание пород кровли наблюдается реже, поскольку они обычно прочнее, и позади очистного угольного забоя оно практически отсутствует, так как кровля разгружается от горизонтальных напряжений в результате ее обрушения в выработанном пространстве.

В почве выработки смещения определяются выпучиванием пород под действием горизонтальных перемещений пучащего слоя и их расслоением, когда они переходят в запредельное состояние. В этом случае анкерная крепь может предотвращать расслоение пород, но не в состоянии противостоять выпучиванию поскольку напряжения, создаваемые крепью, на порядок и более меньше действующих в породах. Обычно анкерную крепь рекомендуют применять при относительно небольшом пучении (до 400-500 мм), когда деформации еще невелики.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Возможности снижения пучения пород почвы путем их упрочнения нагнетанием скрепляющих составов, по-видимому, ограничены случаями трещиноватых пород, в которых обеспечивается проникание этих составов. В качестве последних могут применяться цементные растворы или композиции на основе различных смол. Использование скрепляющих составов на основе различных смол нашло широкое применение на угольных шахтах за рубежом.

Комбинированные способы объединяют разгрузку пород от напряжений и одновременное их упрочнение. Наиболее характерным из них является способ, согласно которому необходимо бурить в почве выработки шпуров и взрывать в них камуфлетные заряды. При проведении этих взрывов происходит трещинообразование в породах, которое приводит к разгрузке пород. Затем в эти шпуровы нагнетается цементный раствор, скрепляющий нарушенные породы и повышающий их прочность.

Работы по взрывной разгрузке и последующей установке канатной крепи включают: бурение шпуров в почве выработки и взрывание в них камуфлетных зарядов; бурение шпуров под анкерные стержни и установку канатной крепи.

Применение в качестве гибкого несущего элемента непригодных в эксплуатации по прямому назначению канатов подъемных машин и лебедок взамен дорогостоящего металлопроката существенно снизит стоимость крепи и трудоемкость при ее возведении. Вместо железобетонных затяжек возможно использование деревянных распилов и бывших в употреблении шпал.

Совместная активная работа канатной крепи и демпферной подушки из разрыхленной породы создает условия для стабилизации процесса развития зоны неупругих деформаций припочвенного участка контура и установления равновесного состояния в системе «крепь-порода».

Пучение можно уменьшить путем сокращения срока службы выработки, поэтому целесообразны все мероприятия по увеличению скорости подвигания очистного забоя. Кроме того, срок службы выемочной выработки можно уменьшить при применении сплошной системы разработки и ее проведении позади очистного забоя. В этом случае пучение уменьшается на 25-33%.

Исходя из вышеизложенного, необходимо отметить следующее: к настоящему времени предложено много способов борьбы с пучением, которые предусматривают либо разгрузку пород почвы выработок

от действия высоких напряжений, либо укрепление пород, препятствующее их переходу в запредельное состояние. Почти все эти способы оказались эффективными в частных условиях, однако их нельзя считать универсальными, поскольку их применение было ограниченным, а степень научной обоснованности недостаточной.

Кроме того, для разработки адекватной модели процесса пучения почвы и способов управления состоянием целесообразно учитывать явление зональной дезинтеграции.

Литература

1. Мельник В.В., Кайдо И.И., Мулин К.М. Проявление зональной дезинтеграции массива вокруг горных выработок – ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ». – *Маркшейдерский Вестник*. 2013 - №1. – С.49-51.
2. Кайдо И.И. Исследование горного давления в подготовительных и нарезных выработках на гидрошахтах Кузбасса. Тр. ВНИИ гидроуголь. Совершенствование технологии отработки угольных пластов и оборудования при гидродобычи. Новокузнецк. 1984. с. 44 - 50.
3. Кайдо И.И. Разработка способа охраны выемочных выработок при отработке пологих угольных пластов на гидрошахтах Кузбасса. Автореф. дисс. канд. техн. наук. М. ИГД им. А.А. Скочинского.- 1987. 14 с. ДСП.
4. Штумпф Г.Г. Пучение пород в горных выработках на шахтах Кузбасса: Сб. научн. тр. КузНИИшахтострой, вып. 13. - Кемерово, 1985, с. 78-83.
5. Литвинский Г.Г., Бабиюк Г.В., Быков А.В. Эффективные способы предотвращения пучения пород в шахтах / Обзорная информация. - М., ЦНИИЭУголь, 1985. – 46 с.
6. Кацауров И.Н. Механика горных пород. М.: Недра.1981.-166 с.
7. Мельников Е.А. Борьба с пучением пород в горных выработках. *Итоги науки и техники* ВНИИТИ, Сер. Разработка месторождений полезных ископаемых, 1989, т. 45, с. 73-123.
8. Кошелев К.В., Петренко Ю.А., Новиков А.О. Охрана и ремонт горных выработок. М., Недра.1990.-218 с.
9. Кошелев К.В., Томасов А.Г. Способы и средства охраны выработок.- М.- Недра.- 1995 г.
10. Литвинский Г.Г., Бабиюк Г.В. Повышение устойчивости выработок разгрузкой горного массива от напряжений щелями. Экспресс-информ. ЦНИИЭУголь, ЦБНТИ Минуглепрома УССР.- М.1979.28 с.
11. Якоби О. Практика управления горным давлением. Пер. с нем./ Под ред. Каткова Г.А. – М.:Недра.1987.- 566 с.
12. Черняк И.Л. Предотвращение пучения почвы горных выработок. - М, Недра, 1978. - 231 с.

Кирилл Михайлович Мулин, соискатель кафедры «Подземная разработка пластовых месторождений» Московского государственного горного университета, главный маркшейдер АНО «Аудит недропользования и консалтинг», тел.: (499) 230-24-67, (499) 237-21-71), E-mail: msmu-prpm@yandex.ru

УДК 622.831.322

В.С.Зыков, И.Л.Непомнищев

ГЕОДИНАМИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Описана технология выявления опасных по динамическим явлениям зон на оконтуренных подготовительными выработками участках пластов, названная геодинамическим зонированием участков пластов (сокращенно ГЗУП). Комплекс показателей свойств угля, определяющих динамическое состояние углепородного массива, функции распределения которых в пространстве недр (геоинформационные поля) имеют неявный характер, предлагается представлять в виде совокупности условных топографических поверхностей, что позволяет применить горно-геометрические законы для оперирования этими функциями и использовать ГИС-технологии для автоматизированного построения на планах горных работ опасных по динамическим явлениям зон.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: угольный пласт; динамические явления; опасная зона; геодинамическое зонирование; показатель степени динамической опасности; ГИС-технологии; геоинформационное поле.



Зыков В.С. Непомнищев И.Л.

На действующих глубинах разработки является актуальным вопросом заблаговременного, на стадии проектирования горных работ, выявления на

планируемых к отработке участках угольных пластов зон, где возможно проявление опасности по динамическим явлениям, и в первую очередь по внезапным выбросам угля и газа и горным ударам. Это необходимо, чтобы своевременно предусмотреть профилактические меры по приведению выявленных опасных зон в неопасное состояние. В первую очередь это касается отработки выемочных столбов на пологих и наклонных пластах, где ведется наиболее производительная очистная выемка угля. С этой целью разработана технология выявления опасных зон на оконтуренных подготовительными выработками участках пластов. Эта технология названа геодинамическим зонированием участков пластов (сокращенно ГЗУП) [1, 2].

Для реализации этой технологии осуществлен выбор и научное обоснование показателей степени динамической опасности зон угольных пластов.

Показатели классифицированы следующим образом (табл.1).

1. Показатели, применяемые на стадии регионального прогноза.

Объектом регионального прогноза является планируемый к отработке участок угольного пласта. Региональный прогноз опасности очистного забоя выполняется предварительно до ведения очистных работ и завершается после проведения оконтуривающих выемочный столб пластовых подготовительных выработок. Показатели, применяемые на стадии регионального прогноза, разделяются на качественные и количественные.

Качественные показатели – это те, которые невозможно выразить числами. Однако они должны учитываться при оценке склонности призабойной части углепородного массива к возникновению динамических явлений (ДЯ). Например, возникновение динамической опасности в очистном забое по таким ДЯ, как внезапные выбросы угля и газа, суфляры, внезапные прорывы газа из зон геологических нарушений, возможно только при наличии такого качественного показателя, как тектоническая нарушенность масси-

ва. Качественным показателем является наличие на участке пласта защищенной отработкой выше- или нижележащего пласта зоны, в пределах которой исключает возникновение горных ударов на время защитного действия и внезапных выбросов угля и газа на бессрочный период.

Таблица 1

№ п/п	1. Региональный прогноз
	1.1. Качественные
1.	Наличие тектонической нарушенности и ее вид
2.	Тектоническая структура угля
3.	Наличие надработки или подработки
4.	Наличие зон ПГД
	1.2. Количественные
	1.2.1. Горно-геологические показатели для участка
5.	Глубина от земной поверхности H , м
6.	Средняя мощность основной кровли m_0 , м
7.	Средняя прочность основной кровли q_0
8.	Мощность угольного пласта m_n , м
9.	Газоносность угля X , м ³ /т
10.	Выход летучих V^{daf} , %
11.	Влажность угля W , %
12.	Зольность угля A , %
13.	Давление газа в пласте P_r , МПа
14.	Мощность наносов m_n , м
	1.2.2. Показатели, полученные при проведении оконтуривающих выемочный столб горных выработок
15.	Мощности слагающих пласт угольных пачек M_i , м
16.	Прочности слагающих пласт угольных пачек q_i
17.	Средневзвешенная по мощности прочность пласта q_n
18.	Максимальные значения измеренного начального газовыделения из контрольных шпуров $g_{н.маx}$, л/мин
19.	Значения выхода бурового штыба из интервалов контрольных шпуров S , л
20.	Максимальные значения приведенного начального газовыделения из контрольных шпуров $g_{н.маx}^*$, л/мин
21.	Показатель газодинамической реакции $A_{гд}$, л/мин·м
22.	Показатель динамики газовыделения n_g
23.	Показатель динамики выхода штыба n_s
24.	Выход керна при бурении по угольному пласту δ , %
	2. Текущий прогноз
25.	Максимальная мощность тектонически нарушенной структуры вкрест наслоения M_b , м
26.	Показатель газовой активности пласта A_r , л/мин·м
27.	Показатель динамической устойчивости U_d
28.	Показатель контрастности максимального значения начального газовыделения k_g , л/мин
29.	Показатель динамики газовыделения n_g
30.	Показатель динамики выхода штыба n_s
31.	Показатель выбросоопасности очистного забоя B_0

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Количественные показатели поддаются численной оценке.

В числе количественных показателей впервые в региональном прогнозе предлагается использовать значения приведенной к диаметру бурового резца начальной скорости газовыделения из контрольных шпуров, динамики изменения газовыделения во времени, прочности угольного пласта и слагающих его угольных пачек [3]. Эти показатели устанавливаются по результатам текущего прогноза выбросоопасности в оконтуривающих выемочный столб подготовительных пластовых выработках.

Качественные и количественные показатели используются параллельно. Зоны ведения очистных работ, в которых накладываются их опасные сочетания, классифицируются по какому-либо виду явления и выделяются границами на плане горных работ.

2. Показатели, применяемые при текущем прогнозе.

Определяются непосредственно в процессе отработки пласта и позволяют оценивать тектоническую нарушенность угольного пласта и реальное его состояние в окрестности очистного забоя. В их число входят расположение и протяженности по длине забоя тектонически нарушенных структур угля, максимальная мощность структуры, комплекс показателей, позволяющих установить опасность по ДЯ и дифференцировать ее по разным типам явлений.

Предложен новый и эффективный элемент технологии прогноза опасности по ДЯ в очистных забоях – геометризация численных показателей степени геодинамической опасности углепородного массива, которая позволяет использовать ГИС-технологии для разделения участков угольных пластов на различные зоны по видам и степени геодинамической опасности.

Впервые разработаны основы единой технологии регионального и текущего прогноза изменения геодинамического состояния массива горных пород в окрестности очистного забоя, т.е. оценки возможности проявления при отработке угольного пласта ДЯ: внезапных выбросов угля и газа, внезапных выдавливания угля с повышенным газовыделением, суфляров, внезапных прорывов газа из нижележащей пачки угля, из под- и надрабатываемых пластов, из зон геологических нарушений, внезапных обрушений (высыпаний) угля с повышенным газовыделением, горным ударам. Это достигается уточнением при текущем прогнозе показателей, применяемых для регионального прогноза, и дополнением их недостающими оперативными показателями геодинамической ситуации для конкретного текущего положения створа забоя. Региональный прогноз представляет собой выявление опасных по ДЯ зон в пределах планируемых к отработке участков пластов или, по принятой при проведении исследований терминологии, «геодинамическое зонирование участков пластов», а текущий прогноз – оценку реальной опасности в выявленных опасных по ДЯ зонах в процессе их пересечения створом очистного забоя. Данная технология позволит прогнозировать опасность зон в пределах будущего выемочного столба по всем основным видам ДЯ, повысить надежность прогноза выбросоопасных

зон за счет уточнения и введения новых показателей геодинамической активности в процессе текущего прогноза и получить экономический эффект в результате исключения применения мероприятий по предотвращению ДЯ в зонах, отнесенных к неопасным.

Разработана принципиальная основа применения многоуровневой ГИС-модели для реализации созданного при выполнении данной работы нового научного направления – геодинамического зонирования участка угольного пласта.

ГИС-модель основана на интерпретации показателей, характеризующих опасность пласта по происходящим в угольных шахтах ДЯ, в виде условных топографических поверхностей. Как известно, для угольных пластов и пород, а, следовательно, и их участков характерно анизотропное распределение численных выражений практически всех свойств пласта. То есть в разных точках этих участков значения показателя, характеризующего какое-либо свойство пласта, в общем случае отличны друг от друга. Это означает, что этот параметр для участка пласта можно выразить только или средним значением для всего участка или в виде функции переменной величины. При этом переменной величиной для участка будут координаты точки, в которой нас интересует значение исследуемого свойства, в пространстве недр.

Для оценки геодинамической опасности пласта в какой-либо конкретной точке пласта неприемлемо использование средних значений показателей, т.к. необходимо знать их величины именно в данной точке. Проявление всех геодинамических явлений имеет локальный характер. Это относится к возникновению и внезапных выбросов, и горных ударов, и суфляров, и других ДЯ. Поэтому свойства, характеризующие геодинамическую активность пласта, необходимо представлять в виде изменяющейся в пространстве горного массива величины.

Выразить изменение интересующего нас свойства пласта в пространстве в зависимости от координат какой-либо известной закономерностью невозможно, поскольку изменение его величины не имеет ни выраженного направления, ни устойчивого характера изменения по любому из направлений.

Описанными трудностями обусловлено то, что задача осуществления интерпретации изменения комплекса свойств пласта в виде закономерной функциональной зависимости от пространственных координат ранее никем не ставилась.

Новым в данной работе является применение для решения этой задачи горно-геометрических подходов. Распределение численных значений свойств пласта, характеризующих геодинамическую опасность, представляется геоинформационным полем, которое в неявном виде выражается следующей функциональной зависимостью:

$$P = f(x, y, z, t),$$

где x, y, z – координаты в пространстве недр точек, для которых определяются численные значения свойства пласта; t – время определения свойства.

Геоинформационное поле для определенного свойства пласта в пределах участка угольного пласта

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

представляется условной топографической поверхностью. Число таких топографических поверхностей равно количеству исследуемых свойств пласта.

На рис.1 в пространственном изображении показаны участок пласта в виде выемочного столба и соответствующие ему четыре геоинформационных поля, каждое из которых выражает распределение численных значений, определяющих одно из следующих свойств пласта: газоносность угля, максимальную начальную скорость газовыделения из интервала контрольного шпура, прочность по прочностному номеру П1 наиболее слабой пачки угля, рабочую влажность угля. Эти свойства являются показателями потенциальной выбросоопасности пласта. Имея геоинформационные поля и нанесенные на них изолинии, отражающие изменение параметра, можно нанести на них области, соответствующие зонам в пределах выемочного столба с характерными для выбросоопасных зон параметрами. Общая для проекций всех этих областей на пласт зона представляет собой потенциально выбросоопасную по комплексу выбранных показателей зону.

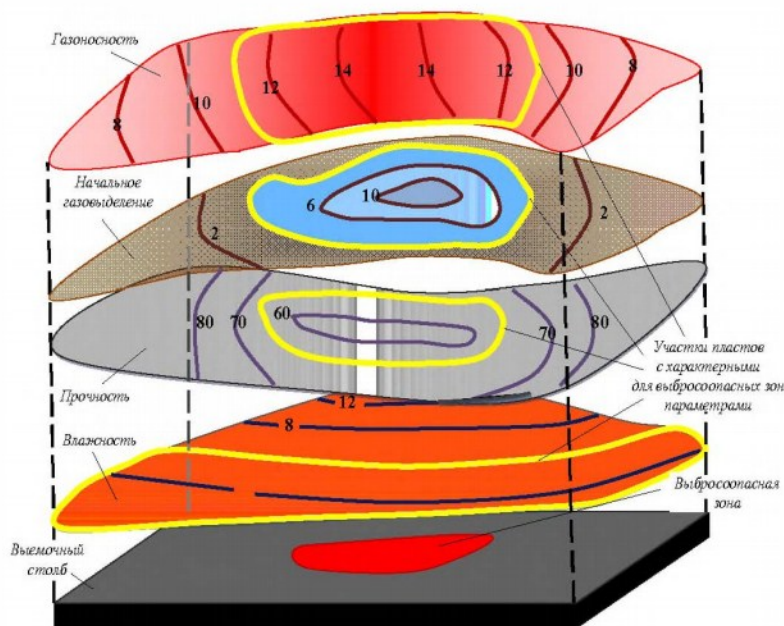


Рис. 1. Геодинамическое зонирование участков угольных пластов по комплексу показателей

Таким образом, с помощью геоинформационных полей можно создать многоуровневую модель геодинамического состояния участка угольного пласта, позволяющую оценивать его опасность по ДЯ.

Для реальной работы с поверхностями, изображающими геоинформационные поля, они изображаются в проекциях с числовыми отметками. Это выражается в том, что исследуемый участок пласта проецируется на горизонтальную плоскость (план горных работ). По реальным координатам x и y наносятся на план горных работ точки, в которых определялись значения интересующего исследователя параметра, и рядом с этими точками ставятся отметки, равные значениям этого параметра. По отметкам строятся изолинии, отражающие изменение свойств пласта на рассматриваемом участке, и по изолиниям строятся области, в которых значения параметров говорят о

возможной опасности зон по ДЯ. Эти области проецируются на проекцию участка пласта (выемочного столба). Поскольку свойства пласта, на основе которых выполняется ГЗУП, практически остаются неизменными во времени на период разведки и отработки пласта, численное выражение определенного свойства имеет следующий неявный вид:

$$P = f(x, y).$$

Для использования в качестве геоинформационных полей условных топографических поверхностей функция изменения свойства пласта на рассматриваемом участке должна удовлетворять, согласно законам горной геометрии, условиям конечности, однозначности, непрерывности и плавности.

В соответствии с вышеизложенным, принципиально разработана многоуровневая ГИС-модель для геодинамического зонирования участка угольного пласта.

Структурная схема модели приведена на рис.2.



Рис. 2. Структурная схема работы многоуровневой ГИС-модели ГЗУП

Разработанная ГИС-модель ориентирована на переменные и постоянные (в основном, условно постоянные) в пределах исследуемого участка параметры. В качестве примера переменных параметров можно привести начальную скорость газовыделения, коэффициент концентрации напряжений в массиве, прочность пласта и составляющих его пачек угля, выход бурового штыба, влажность угля.

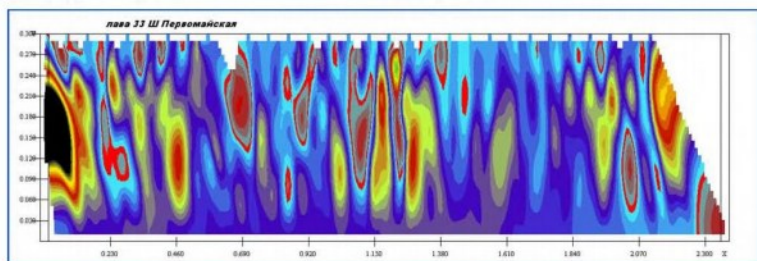
Кроме того, к переменным могут относиться показатели, представляющие собой функцию от других переменных показателей: показатель газовой активности призабойной части пласта, показатель динамической устойчивости призабойного массива, коэффициент контрастности максимума приведенного на-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

чального газовыделения. К постоянным показателям можно отнести выход летучих, зольность угля, газоносность пласта, анизотропия свойств которых, во-первых, в значительно большей степени растягнута в пространстве, а, во-вторых, они определяются практически только при отборе кернов из разведочных скважин с поверхности, которое осуществляется с очень редкой сеткой.

Для зонирования участков пластов, если нет возможности определить все разработанные показатели, может использоваться реальное их количество, но с уменьшением числа показателей будет падать точность геодинамического зонирования.

В настоящее время для оценки геодинамического состояния массива находят применение геофизические измерения. В перспективе они могут позволить значительно повысить точность установления границ потенциально опасных по ГДЯШ зон, поскольку позволяют выявить аномальные зоны в строении углепородного массива, в которых наиболее вероятно проявление потенциальной опасности. Геоинформационные поля геофизических показателей представляются обычно в виде томограмм. На рис.3 показана томограмма изменения кажущегося электросопротивления, полученная с помощью станции для электротондирования ШЭРС-5М в ОАО «Шахта «Первомайская» в лаве №33 пласта XXVII.



Шкала изменения величины кажущегося электросопротивления

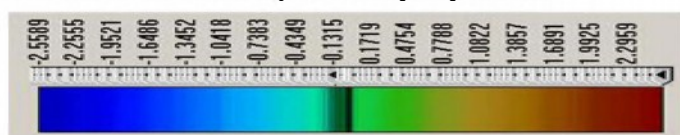


Рис.3. Геоинформационное поле кажущегося электрического сопротивления

На этом рисунке показаны замкнутые тектонические структуры, в которых происходили в очистном забое ДЯ. Они отличались от всех известных ДЯ. По характеру проявления они были схожи с внезапными выдавливаниями угля с повышенным газовыделением, однако, в отличие от последних, не прогнозировались известными методами локального и текущего прогноза, поскольку, согласно выдвинутой при их исследовании гипотезе, возникали под воздействием блочных обрушений основной кровли, предугадать которые не представлялось возможным. В перспекти-

ве стоит задача более детального изучения механизма данных явлений.

Геоинформационные поля показателей могут проецироваться и на вертикальную проекцию участка пласта, что более удобно при исследовании геодинамической активности крутонаклонных и крутых пластов. Возможно проецирование областей и на поверхность (кровлю) участка угольного пласта. Однако это будет плохо сочетаться с применяемой на угольных шахтах графикой, где в основном используются проекции на горизонтальную (планы горных работ) и вертикальную (планы горных работ для пластов с большим углом падения, вертикальные разрезы) плоскости.

Таким образом, впервые комплекс показателей свойств угля, определяющих геодинамическое состояние углепородного массива, функции распределения которых в пространстве недр (геоинформационные поля) имеют неявный характер, предлагается представлять в виде совокупности условных топографических поверхностей, что позволяет применить горно-геометрические законы для оперирования этими функциями. Предложен принцип определения опасной по какому-либо виду газодинамических явлений зоны на плане участка горных работ как общей части проекций на план областей потенциальной опасности по каждому из всего комплекса показателей, используемых для оценки опасности участка по данному виду явлений. Представление геоинформационных полей показателей опасности пласта по ДЯ в виде условных топографических поверхностей позволяет включать в используемые в ГИС-модели подпрограммы математические действия над геоинформационными полями, что может потребоваться при использовании вместо показателей, выражаемых числом, функциональных зависимостей, включающих значения двух и более показателей.

Литература

1. Махраков И.В., Зыков В.С. Зонирование планируемых к отработке участков угольных пластов по геодинамической активности // *Современные проблемы безопасной разработки угольных месторождений: Докл. – СПб: ВНИМИ, 2006. – С. 118-127.*
2. Зыков В.С., Ненашева Р.И., Игнатов Ю.М. Решение вопросов рациональной и безопасной отработки угольных пластов на основе ГИС-технологий // *Влияние научно-технического прогресса на экономическое развитие Кузбасса. Материалы I Региональной научно-практической конференции: Докл. – Прокопьевск: Филиал КузГТУ, 2006. – С. 45-48.*
3. Зыков В.С. Внезапные выбросы угля и газа и другие газодинамические явления в шахтах. – Кемерово:ООО «Фирма ПОЛИГРАФ», 2010. – 334 с.

Виктор Семенович Зыков, д.т.н., проф., зам. директора по научной работе, тел. (83842) 45-20-54, 8-903-067-63-08, E-mail: zykovvs@icc.kemsc.ru;
Иван Леонидович Непомнищев, мл. научн. сотрудник (Институт угля Сибирского отделения РАН, г. Кемерово)

УДК 528.2.523.34
622.271, 1:328

Н.Е. Федотов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ВСКРЫТИЯ И СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ЛУННОГО КАРЬЕРА

Уточняется определение форм лунного рельефа. Обосновывается рациональная схема вскрытия и система разработки лунного карьера по добыче изотопа He-3.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: энергетическая безопасность РФ; Луна; формы лунного рельефа; параметры лунного карьера; схема вскрытия и система разработки.



Развитие цивилизации на планете Земля требует постоянного увеличения объёмов потребляемой энергии. На сегодня, основными видами используемых энергоносителей являются углеводороды – нефть, газ, каменный уголь и древесина, которые обеспечивают 90% выработки тепла и электроэнергии. Сжигание углеводородов связано с выбросом в атмосферу большого количества (порядка 60-80% от общего объёма загрязняющих веществ) твёрдых продуктов и углекислого газа, которые в свою очередь вызывают кислотные дожди и увеличивают влияние парникового эффекта. В совокупности, это приводит к дисбалансу мирового климата и создаёт прямую угрозу человечеству и биосфере. Работа данного вывода подтверждается увеличением количества и силы природных аномальных явлений, происходящих в настоящее время. Также необходимо отметить и другой отрицательный фактор использования углеводородов – их невозобновляемость. Так ориентировочные расчёты запасов углеводородных источников показывают, что нефти осталось на 40-50 лет, природного газа на 60-70 лет, а каменный уголь закончится лет через 200. Таким образом, перед человечеством стоит глобальная задача – поиск альтернативных углеводородам источников энергии [1].

Сегодня, в качестве альтернативных источников получения электроэнергии применяются ветровые, солнечные, геотермальные и использующие биомассу установки. На долю этих электростанций приходится всего около 1 % получаемой мощности, т.к. для их работы требуется наличие постоянно действующих непостоянных природных условий: достаточной силы ветра, большого количества солнечных дней, выхода на поверхность подземных термальных вод, океанского побережья и т.д. Более эффективно получение энергии на гидроэлектростанциях и получивших развитие за последние десятилетия атомных электростанциях. Причём последние, являясь более автономными с точки зрения привязки к природным ресурсам и топографии местности, строятся как стационарные, так и передвижные (морские). У атомных электростанций, как показал печальный опыт аварий на Чернобыльской и Фокусимской АЭС, имеется один существенный недостаток – наличие высокотоксичных радиоактивных отходов, требующих длительного (до сотен лет) хранения и возможности в случае аварии радиационного заражения окружающей местно-

сти или морской акватории. Но надо отметить и то, что у этой отрасли есть хорошая перспектива развития, исключая указанные выше отрицательные факторы. Это – использование управляемого термоядерного синтеза, при котором в качестве топлива применяется водород с получением экологически чистых отходов. Сейчас ведутся пока проектные работы по строительству реактора ITER. Окончание строительства такого реактора намечается на 2019 г., а затем, в течение 20 лет, он должен будет работать в экспериментальном режиме. При положительных результатах, реактор начнёт давать ток только в 2040 г., когда углеводороды по прогнозам ещё не должны будут закончиться.

Но, для объективности следует отметить, что использование водорода в качестве топлива связано также с повышенными мерами безопасности, так как он взрывоопасен. Теперь необходимо сказать, что, как указывалось ранее [1, 3, 4], есть и полностью безопасный вид топлива – изотоп He-3 (далее просто изотоп гелия).

Таким образом, для России, как и для любой другой страны мира, сохранение энергетической безопасности со временем станет и сохранением национальной безопасности.

Согласно Киотскому протоколу к рамочной конвенции ООН об изменении климата РФ взяла на себя обязательства сохранить выброс парниковых газов в 2020 г. на уровне 70-80% от выбросов 1990 г. Решение этой задачи основано на выборе рационального баланса топливно-энергетического ресурса страны. Одними из составляющих баланса являются:

- совершенствование структуры производства электроэнергии за счёт опережающего возрастания выработки электроэнергии на атомных и гидроэлектростанциях;
- расширение пользования экономически эффективных возобновляемых источников энергии [2], и они полностью соответствуют указанному выше общемировому подходу к решению этой глобальной задачи.

Производство электроэнергии на атомных электростанциях РФ в 2020 г. должно составить уже 23% от общего производства. Суммарное же производство урана, как вида топлива, на этот период будет только 6,5 тыс.т при годовой потребности 10-12 тыс.т. Следовательно России, несмотря на то, что она будет ещё обладать большими запасами углеводородов, прежде всего потребуется проведение модернизации технологической базы топливно-энергетического комплекса

ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ

(ТЭК) и пополнение вырабатываемой ресурсной базы.

Как уже отмечалось, одним из перспективных направлений развития атомной энергетики является термоядерный синтез с использованием изотопа гелия. Однако запасы этого топлива на Земле очень малы – порядка 500 кг. Но есть место, где этого изотопа очень много и его хватит на много сотен лет не только России, но и странам всей Земли. Это место – Луна. По подсчётам, запасы изотопа там насчитывают от 500 тыс.т до 1 млн.т. Две страны, РФ и США, уже сейчас обладают технологиями доставки грузов на Луну и обратно, как с помощью пилотируемых аппаратов, так и в автоматическом режиме. Проведены определённые технологические проработки создания лунной базы. Поэтому вопрос добычи и доставки изотопа гелия на Землю упирается только в экономическую целесообразность. По подсчётам американских учёных, стоимость электроэнергии, полученной при термоядерном синтезе изотопа гелия с учётом его доставки на Землю, будет в 12 раз ниже стоимости электроэнергии, полученной на современной атомной электростанции [1, 3].

По расчётам [2], в 2015 г. стоимость 1 квт.ч на атомной электростанции РФ должна составить 2,4 цента США. В расчёте на сегодняшний курс 1 доллара США, равного 31 руб., стоимость 1 квт.ч равняется 72 коп.. Стоимость же 1 квт.ч, полученного из изотопа гелия, доставленного с Луны, составит всего 6 коп. (для сравнения сегодняшняя розничная цена 1 квт.ч составляет 3,8 руб.). Потребность России в электроэнергии в 2020 г. составит около 1365000 Гват/ч. При сжигании 1 кг изотопа выделяется 19 Мват энергии. Следовательно, без учёта всех других типов действующих электростанций, РФ в год для обеспечения себя энергией, потребуется 72 т изотопа гелия. А с учётом прогнозируемой доли атомной энергетики в энергетическом балансе страны понадобится только 18 т, что в 600 раз менее требуемого количества урана.

Очевидно, что максимальной эффективности от создания лунной базы следует ожидать при комплексном использовании лунных ресурсов. Так, по оценкам учёных [3], одновременно с добычей из поверхностного слоя реголита изотопа гелия карьером площадью 1 га и глубиной 10 м может быть получено большое количество материалов, необходимых для строительства и функционирования лунной базы (~40 тыс.т кремния, ~80-90 тыс.т кислорода, ~15-20 тыс.т алюминия, ~5-25 тыс.т железа, ~9 тыс.т титана и др.). Таким образом, кроме строительства карьера, потребуется сооружение комплекса промышленных производств и сооружений различного назначения. Эти объекты будут разнесены по лунной поверхности на необходимые расстояния, что потребует не только знания лунного рельефа, но и выполнения селенодезических и маркшейдерских работ, связанных с сооружением аналогичных объектов на Земле [4].

При проектировании карьеров, выбор технологии и организации открытых горных работ определя-

ется рельефом поверхности месторождения, положением залежи полезного ископаемого относительно поверхности, углом падения, мощностью, формой и строением залежи, климатическими и гидрогеологическими условиями района месторождения [5]. Рассмотрим степень влияния этих факторов на проектирование и эксплуатацию лунного карьера. Итак, основной полезный компонент изотоп He-3 находится в поверхностном рыхлом слое лунного грунта – реголите, мощность которого колеблется от 0,7 до 47 м [6]. Следовательно, такие факторы, как положение залежи полезного ископаемого (изотоп гелия, кремний, кислород, алюминий, железо, титан и др.), угол падения, форма и строение залежи в лунных условиях не оказывают никакого влияния на выбор технологии и организации горных работ.

Экспедиция Аполлон–15 в июле 1971 г. взяла пробу реголита с глубины 2,4 м, а автоматическая станция Луна–24 взяла керн с глубины 1,8 м. Это не позволяет установить характер изменения содержания указанных выше полезных компонентов как в пределах мощности реголита, так и в зависимости от местоположения на поверхности Луны. Абсолютно точно установлено, что на всей поверхности Луны, за исключением может быть южного полюса, отсутствует вода, поэтому влияние гидрогеологического фактора на организацию лунных горных работ тоже можно полностью исключить. Из климатических условий, следовательно, решающим остаётся температурный фактор, точнее - значительные суточные колебания температуры. Днём температура на поверхности составляет +100-120° С, а ночью уже -150-170° С, т.е. разброс составляет около 300°С. Однако на глубине 1 м, по данным измерений по скважинам, температура реголита становится постоянной и составляет примерно -25 градусов на экваторе и -40 на полюсах [3]. Обобщая вышеизложенное, можно сказать, что определяющими выбор технологии и организации производства горных работ на Луне остаются рельеф лунной поверхности и мощность слоя реголита с требуемым содержанием изотопа гелия и других полезных компонентов.

Рельеф поверхности оказывает прямое влияние на выбор направления развития горных работ, тип выемочно-погрузочного и транспортного оборудования, способа вскрытия и места складирования отработанного реголита [5]. Рельеф также определяет выбор схемы маркшейдерской опорной сети и способа производства маркшейдерских съёмочных работ [4].

Под рельефом земной поверхности понимается совокупность её неровностей. Эти неровности представлены 6 формами: гора или холм, впадина или котловина, хребет, лощина, седловина и равнина. И если с земным рельефом имеется полная определённость, то этого нельзя сказать о лунном рельефе. Чтобы убедиться в этом, достаточно посмотреть на лунный глобус и прочитать названия форм рельефа, представленных в табл.1 [3].

Среди указанных в ней форм лунного рельефа можно найти название – океан, море, озеро, болото и

ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ

т.п. Перечисленные названия, по земной терминологии, относятся к частям суши и водной поверхности объектов естественного происхождения, а не к конкретным формам рельефа. Использование данных слов в лунной топонимике объясняется историей познания Луны, которое начиналось с её визуального наблюдения. Основываясь на своём земном опыте, Леонардо да Винчи (1452–1519 гг.) считал, что светлые пятна на Луне это – вода, а тёмные – суша. Неоднородность тона окраски воды и суши объяснялась наличием облаков. Отсюда и названия этих участков. На современном этапе, по инерции, в зависимости от отражательной способности её поверхности, зависящей от минерального состава и возраста поверхностного слоя реголита, опять же выделяют области двух типов – моря и материка. Материки – светлые участки, имеющие больший чем моря селенологический возраст, занимающие 83% площади поверхности. Моря – тёмные участки, занимающие 17% поверхности, представляющие собой материковые впадины, заполненные базальтовыми лавами. Тёмный цвет обеспечивается наличием большого содержания солей железа и титана, которые хорошо поглощают солнечный свет. Кроме того, моря заполнялись в разное время. Самым «старым» считается Море Спокойствия, имеющее возраст около 3,5 млрд лет, а самым молодым – Океан Бурь с возрастом примерно 2,5 млрд лет. В результате лазерной локации поверхности Луны в 2007 г. японским спутником Кагуя установлено, что перепад высот между минимальной и максимальной точками лунной поверхности составляет 19,8 км [3].

Кстати, она идентична максимальному перепаду высот на Земле – 19870 м (отметка г. Джомолунгма в Гималаях + 8848 м, отметка самой глубокой точки Марианского жёлоба в западной части Тихого океана – 11022 м).

На рис.1 приводится шкала, показывающая изменения высот лунной поверхности видимой стороны Луны, составленная американскими учёными.

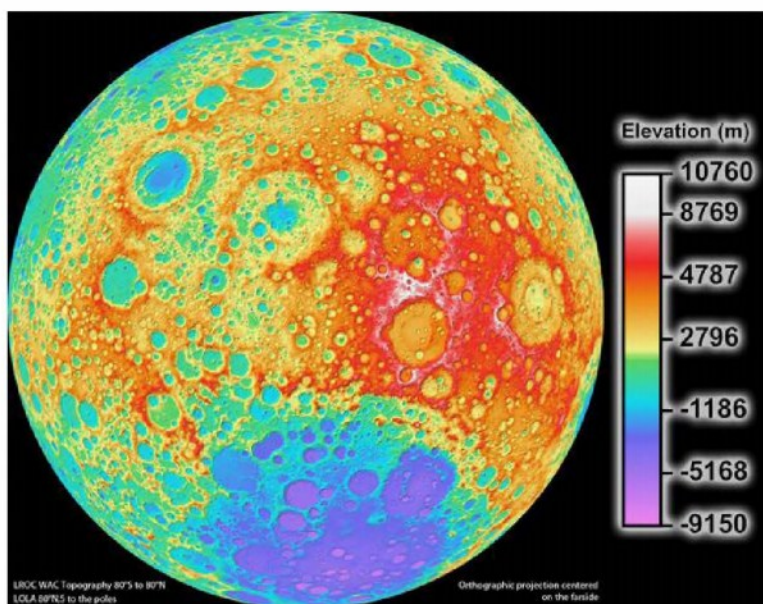


Рис.1 Карта высот видимой поверхности луны

В табл.1 приводится современная топонимика лунных форм рельефа.

Таблица 1

№ п.п	Форма рельефа	Определение
1	Болото	Пониженная область менее тёмная, чем море
2	Борозда	Длинная узкая неглубокая линейная депрессия
3	Гора	Крупная возвышенность
4	Гряда	Линейная возвышенность неправильной формы
5	Долина	Извилистая ложбина
6	Залив	Часть моря, вдающаяся в материк
7	Кратер	Кольцевая депрессия, окруженная валом
8	Море	Тёмная, пониженная область
9	Мыс	Часть материка, вдающаяся в море
10	Озеро	Тёмная пониженная область меньших, чем море размеров
11	Океан	Обширная тёмная пониженная область
12	Равнина	Ровная низменная область
13	Сброс	Уступо- или обрывообразная форма
14	Цепочка	Цепочка кратеров

Исключив из табл.1 присвоенные участкам лунной поверхности названия частей суши и водной поверхности Земли, в остатке получаем следующие формы лунного рельефа: борозда, гора, гряда, долина, кратер, равнина, сброс и цепочка. Таким образом, из 14 форм остаётся только 8. Для анализа оставшихся форм селенорельефа необходимо привести определения земных форм рельефа.

1. Гора, холм, сопка – чаше- или конусообразное повышение местности. Основание горы называют подошвой, а высшую точку – вершиной. Вершина в виде площадки называется плато, а остроконечная – пиком.

2. Котловина или впадина - чашеобразное, замкнутое со всех сторон углубление. Низшая часть котловины называется - дно, а верхний край - бровка.

3. Хребет – вытянутая возвышенность, постепенно понижающаяся или повышающаяся в одном направлении. Имеет два ската (склона), которые при пересечении образуют ось хребта, называемую линией водораздела.

4. Лощина - вытянутое углубление местности, постепенно понижающееся в одном направлении. Имеет два ската, которые при пересечении образуют ось лощины, называемую линией водосбора или тальвег. Широкая лощина называется долиной, а узкая в горной местности - ущельем.

5. Седловина - понижение местности между двумя соседними возвышенностями. В горах седловина называется перевалом. Земная поверхность по рельефу разделяется на равнинную (максимальные углы наклона поверхности до 3-4 градусов), холмистую (до 7-10 градусов) и горную (до 20-30 градусов и высотой от уровня моря более 500 метров). Таким

ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ

образом, 6-ой форме рельефа можно дать следующее определение.

Равнина – значительный участок горизонтальной, ровной поверхности.

Борозда представлена на лунной поверхности узкой, длинной ложбиной с пологими склонами, сохраняющимися на всём протяжении. Например, борозда Хэдли, длиной 100 км и глубиной 300-400 м. Лунная долина, к примеру, долина Шрётера длиной 170 км и шириной 7 км, характеризуется как извилистая ложбина [3]. Сравнив эти определения с земным понятием «лощина», легко можно провести между ними аналогию, т.е. лунные борозда, долина, ложбина являются её разновидностью.

Под лунной грядой, например, гряда Харкера, имеющая протяжённость 200 км, ширину от 0,5 до 2 км и высоту 100-300 м, согласно табл.1, подразумевается линейная возвышенность неправильной формы, что полностью соответствует земной форме «хребет».

Название сброс расшифровывается как уступили обрывообразная форма. Наиболее ярким представителем этой части лунной поверхности является уступ «Прямая стена» длиной 110 км и высотой до 600 м. В независимости от размеров, сброс можно считать отвесным склоном горного хребта, имеющего форму уступа.

Отдельной строкой следует рассмотреть соот-

ветствие земного понятия «равнина» применительно к поверхности Луны. Условия формирования земной и лунной поверхностей отличаются очень сильно. Естественный рельеф земной поверхности формировался ранее и формируется в настоящее время под влиянием солнечной, ветровой и водной эрозии, сглаживающего воздействия ледников и деформирующего влияния землетрясений. В его изменении, особенно в последнее время, всё больше участвует антропогенный фактор. Поэтому на Земле имеются значительные по площади ровные, почти горизонтальные участки поверхности, которые называются равнинами. Так, находясь на Земле, на берегу моря, в степи или в тундре, линию горизонта можно увидеть на расстоянии в 5 км. На Луне при тех же условиях горизонт был бы виден уже на расстоянии около 2,6 км. Но это не так. По словам астронавтов Аполлона – 12, их лунный модуль прилунился на ровную площадку, без каких либо видимых возвышений. Так вот, когда они отошли от лунного модуля, имеющего высоту 7 м, на расстояние 300 – 500 м, он перестал быть виден. Это объясняется тем, что их «ровная» площадка представляла собою чередование однотипных пологих холмов с амплитудой по вертикали до 2 м. Таким образом, лунная равнина представляет собою хаотичное расположение холмов, ложбин и кратеров различных размеров (рис.2) и не может считаться отдельной формой лунного рельефа.



Рис. 2. Панорама лунного горизонта

Лунные кратеры являются наиболее распространённым видом нарушения лунной поверхности, вызванным её беспрепятственной метеоритной бомбардировкой. На Земле также имеются метеоритные кратеры, но их количество очень мало и их границы размывы эрозией. В основном, земные кратеры принадлежат действующим или потухшим вулканам и имеют форму воронки, т.е. котловины. Они могут быть частично заполнены водой или застывшей лавой. Лунные кратеры значительно отличаются от земных как по количеству и форме, так и по размерам. Это объясняется отсутствием атмосферы Луны или, если точнее сказать, её очень низкой плотностью, которая колеблется от 2×10^4 молекул/см³ днём и до

2×10^5 молекул/см³ ночью. Поэтому, падающие метеориты попадают на лунную поверхность не разрушаясь и образуют кратеры величиной от нескольких десятков см до нескольких десятков км (рис.3). Размеры некоторых из них представлены в табл.2.

Распределение кратеров по поверхности морей и материков неодинаково. Так на поверхности материков, возраст которых превышает возраст морей, их больше. Возраст кратера характеризуется степенью разрушенности вала. Чем старше кратер, тем сильнее разрушен его вал. Установлено, что нивелирование поверхности Луны за счёт постоянной солнечной эрозии составляет около 1 мм в год, что и объясняет сильную сглаженность лунной поверхности (рис.2).

ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ



Рис. 3. Виды кратеров на лунной поверхности

Таблица 2

Название кратера	Диаметр D, км	Глубина H, км	Высота h вала, км	Высота l горки, км	Особенности
Тихо	80-85	3,5-5	2	—	Яркая лучевая система, наличие террас
Коперник	90	2,2	2,2	—	Лучевая система, наличие террас
Платон	100	0	2	—	Затоплен лавой до вершины вала
Фаренгейт	6	1,3	—	—	
Альффонс	125	—		1	

Лунный кратер представляет собой чашеобразную впадину. На дне кратера может находиться горка, имеющая одну или несколько вершин (рис.4).

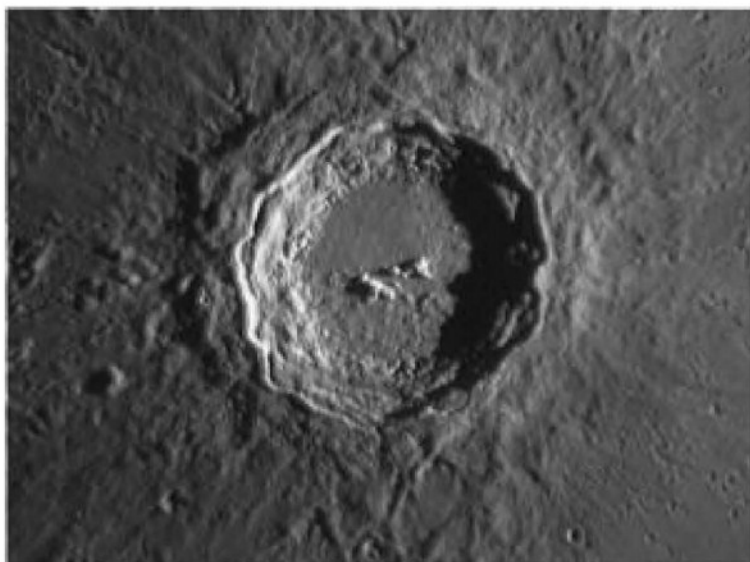


Рис.4 Лунный кратер с несколькими горками

Кратер может быть заполнен лавой до верха вала. На внутренних склонах кратера под действием тектонических лунотрясений или вследствие близкого удара метеорита могут образоваться оползни в виде уступов или террас протяженностью до десятков км и смещённых по вертикали относительно друг друга на сотни метров. Кратеры могут налагаться друг на дру-

га, образуя при этом сложный горный рельеф со сглаженными поверхностями.

Таким образом, можно сказать, что основными формами лунного рельефа, влияющими на организацию производства открытых горных работ на Луне будут являться гора или холм, хребет, впадина, лощина (разновидностью лощины является борозда) и кратер.

Для получения 18 т изотопа потребуется добыть и переработать 1,8 млрд.т реголита. Объем добытого полезного ископаемого P определяется из выражения $P=V \cdot \gamma$, где V – объем добытого реголита, а γ – его объемная масса. Исследование образцов реголита [5] показали, что его объемная масса может изменяться в несколько раз, в зависимости от места взятия пробы. Так в месте посадки автоматической станции «Луна-16» объемная масса равняется 0,8 т/куб.м, а вместе посадки лунного модуля «Аполлон-16» её величина уже составила 1,8 т/куб.м. Исходя из этих значений объемной массы, необходимый объем добычи реголита составит $V=2,3$ млрд.куб.м и $V=1$ млрд.куб.м соответственно.

При определении площади карьера воспользуемся формулой $V=S \times m$, где S - средняя площадь вынутаго блока полезного ископаемого, а m - его средняя мощность. Как указывалось ранее, максимальная глубина опробования реголита не превысила 2,4 м, которую можно принять за достоверную величину мощности полезного ископаемого. Следовательно, возможные площади карьеров составят 1 тыс.кв.км и 417 кв.км соответственно.

По своим физико-техническим характеристикам реголит наиболее соответствует земному песку, у которого угол естественного откоса составляет 25-35 градусов. По данным земных исследований [7], угол естественного откоса реголита равняется 45 градусам, а превышение в 10 градусов объясняется влиянием сильной электризации реголита, которая приводит к слипанию его частиц. Это обстоятельство позволяет сделать вывод о том, что поскольку изотоп залегает на лунной поверхности повсеместно, то нет необходимости размещать карьерное поле или его части на склонах гор или лощин. Размещение карьера на данных формах рельефа опасно не только из-за возможности образования оползневых явлений вследствие увеличения нагрузки горными выработками в купе с применяемым горнодобычным оборудованием, но и из-за возможного проявления тектонических и ударнометеоритных явлений.

Таким образом, наиболее удобным местом для размещения лунного карьера будет слабохолмистая поверхность (рис.2) между близлежащими кратерами или дно подходящего по размерам самого кратера (рис.4). Если принять площадь карьера равновеликой кругу, то диаметр первого составит 36 км, а второго – 24 км. Сравнение этих величин с диаметрами кратеров представленных в табл.2 показывает, что размеры карьеров соответствуют параметрам существующих лунных кратеров.

При разработке песчано-гравийных месторож-

ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ

дений наиболее эффективно применение скреперов и одноковшовых погрузчиков на колёсном ходу. Эффективность колёсного транспорта уже доказана и в лунных условиях: это российский луноход и американский - ровер. Скрепер и автопогрузчик обеспечивают как самостоятельную погрузку, так и разгрузку горной массы. Кроме этого, они эффективны при мощности выемки от 1 до 5 м, т.е. соответствуют и принятой в расчётах мощности реголита [5]. Применение этой техники для выемки реголита обуславливает возможность применения экономичной бесшпандельной схемы вскрытия карьерного поля.

Вынимаемый для получения изотопа объём реголита позволит получить не только большое количество полезных веществ, обозначенных ранее, но и необходимый объём строительных материалов для сооружения лунной базы. После обработки реголита для получения необходимых элементов останется огромное количество пустой породы, которую нужно будет удалить с места переработки, т.е. уложить в отвал. Применительно к условиям залегания реголита можно утверждать, что рациональной системой

разработки лунного карьера будет являться сплошная кольцевая радиальная или однобортовая системы с внутренним отвалообразованием.

Литература

1. Козловский Е.А., Малютин Ю.С. Минеральное сырьё из космоса. М., Маркшейдерия и недропользование, №2, 2006г., с. 3–16.
2. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года. М., «РГ – Бизнес», № 429, 7.10.2003г.
3. А.Е.Марков, Ж.Ф.Родионова, В.Г.Сурдин, В.И.Чикмачёв, В.В.Шевченко, К.Б.Шингарёва, Ю.Г.Шкуратов. Путешествие к Луне. М.: Физматлит, 2009г., -512с.: илл.
4. Федотов Н.Е. Маркшейдерское обеспечение лунной базы. М., Маркшейдерия и недропользование, №2, 2006г., с.21 – 23.
5. Томаков П.И., Наумов И.К. Технология, механизация и организация открытых горных работ. М., МГИ. 1992г., 464с.: илл.
6. Черкасов И.И., Шварёв В.В. Грунтоведение Луны. М., Наука, 1979 г., 232 с.
7. Лунный грунт из Моря Изобилия.-М.Наука.1974. 510с.

Николай Евгеньевич Федотов, к.т.н., доцент кафедры геодезии и маркшейдерского дела Московского государственного горного университета, тел. (495) 930 28 47

От редакции:

Гипотеза появления «Homo sapiens» (современного человека) так, как её представил во второй части своей увлекательной статьи К.Э.Тришин (1-я часть см.в МВ №2-2013), будоражит воображение. Трудно поверить, что современное человечество - это не результат эволюции «по Дарвину», а продукт трансформации неандертальского человека методами генной инженерии, используемой пришельцами с других планет. Но современная наука пока не может опровергнуть эту смелую гипотезу. Как раз последние достижения в области расшифровки человеческого генома могут объяснить, как вместо миллионов лет эволюционного развития можно спрессовать время, и путём трансформации генетического материала получить «здесь и сейчас» совершенного во всех отношениях человека. Этого могло и не быть, а как это могло быть - читайте ниже.

К.Э.Тришин

ХРОНИКИ ДРЕВНИХ ЦИВИЛИЗАЦИЙ: ЦИНИЧНАЯ ФАЛЬСИФИКАЦИЯ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?

Часть II



Однако решение амбициозного проекта по сообщению шумерских хроник (рис. 19) потребовало гораздо больше сил и средств, чем предполагалось. Прибывшие на Землю «боггерои» (астронавты – рабочие, техники, инженеры, инженерно-технический состав) физически не могли обеспечить выполнение всех работ. Для тяжелой работы остро требовались "примитивные рабочие" – неприхотливые, покорные, понимающие команды, но, в то же время, обучаемые существа. Особенно важным было, чтобы эти существа обеспечивали самовоспроизведение рабочей силы, т.е. они должны были успешно размножаться.



Рис.19. Шумерские хроники

Для создания примитивных рабочих были применены технологии, которые сегодня носят название «генная инженерия», с использованием половых клеток пришельцев...

Древний рисунок, обнаруженный археологами на одной из цилиндрических печатей, найденной при

ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ

раскопках, иллюстрирует, естественно символически, процесс искусственного оплодотворения...

На рисунке изображен великий бог, сидящий на поднимающейся из волн горе. С обеих сторон его трона расположились змеи, из пасти которых вытекают потоки воды. Справа и слева от центральной фигуры изображены два древовидных бога. Ветви правого дерева по форме напоминают пенис, а в руках это божество держит корзину – по всей видимости, с Плодами Жизни (мужскими половыми клетками). Левое дерево олицетворяет Дерево Знаний: его ветви оканчиваются плодами, напоминающими женские детородные органы. Это божественный дар продолжения рода (рис. 24).



Рис.20. Боги – специалисты генной инженерии (древний рисунок на цилиндрической печати)

Первые созданные люди не обладали членораздельной речью, имели неразвитые для труда конечности, не понимали команд и очень скоро возвращались к своим сородичам – гоминидам – человекообразным обезьянам. Кроме того, созданные новые Земляне были лишены способности давать потомство.

Каким бы методом ни пользовались боги для имплантации своего генетического материала в выбранного для этой цели гоминида, новое существо представляло собой гибрид, полученный в результате скрещивания двух разных, хотя и родственных видов. Такие гибриды млекопитающих, например, мул (гибрид лошади и осла), обычно оказываются бесплодными. Может быть, на первом этапе боги просто создавали для своих нужд «людей - мулов»?

В этом отношении крайне любопытен наскальный барельеф, найденный в горах южного Элама. На нем изображен сидящий бог с лабораторной колбой в руке, из которого вытекают потоки жидкости. Рядом с ним сидит богиня – помощница бога. Две центральные фигуры окружены богами низшего ранга, напоминающими богинь рождения из шумерского мифа о сотворении человека. Перед создателями выстроились ряды людей с абсолютно одинаковой внешностью, как будто они изготовлены по одному образцу, сегодня их бы назвали клонами... (рис. 21).

Многочисленные эксперименты генной инженерии, хотя и не сразу, дали положительные результаты, что привело к созданию Цивилизованного человека. Однако в хрониках остались свидетельства о «генетическом браке»: людях-быках, людях-газелях, полу-львах, полу-птицах, змееподобных с человечески-

ми головами (рис. 22)...

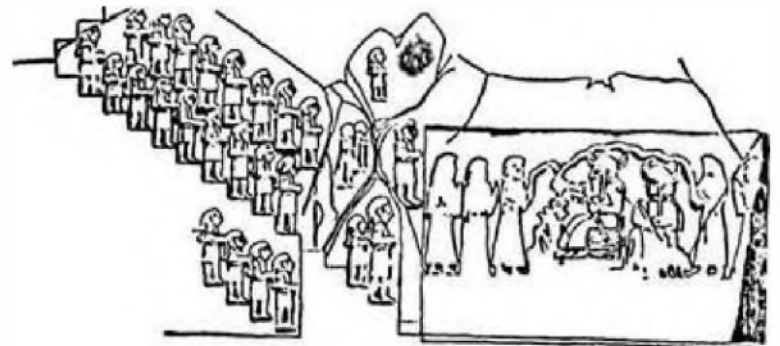


Рис.21. Клонирование первых людей (Homo sapiens) (древний наскальный барельеф)



Рис.22. Люди-быки, люди-львы, люди-газели, люди-птицы (древний шумерский рисунок)

Примечательно, царь Урука – легендарный Гильгамеш - просил совета у...человека-скорпиона, таблица XI «Эпос о Гильгамеше»!...

Причем, кроме очевидных «различий», очень конкретно указываются специфические недостатки созданий: заболевания нервной системы (трясущиеся руки), недержание мочи, бесплодие, бесполость, гермафродитизм, слепота, больные печень и сердце и др. Именно эти явления наблюдаются при современных попытках клонирования...

На многих древних шумерских рисунках человек, исполнявший роль «примитивного рабочего» или слуги богов, изображался без какой-либо одежды. Обнаженный, он прислуживал богам на пирах, работал в поле или на строительстве зданий (рис. 23).



Рис.23. Примитивные рабочие (древний шумерский рисунок)

На эмблеме бога Нингизиды – божественного мастера генной инженерии в виде двух переплетенных между собою змей - изображена двойная спираль, многие ученые склонны считать, что это символическое изображение двойной спирали ДНК (рис.24):

Для справки: ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота – макромолекула (одна из трех основных, две другие – РНК и белки), обеспечивающая хранение, передачу из поколения в поколение и реализацию ге-

ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ

нетической программы развития и функционирования живых организмов. ДНК содержит информацию о структуре различных видов РНК и белков. ДНК была открыта Иоганном Фридрихом Мишером в 1868 г.

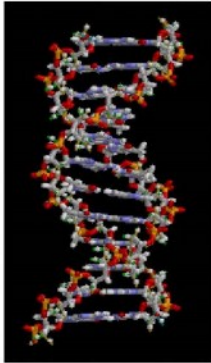


Рис. 24. Молекула ДНК

На рис.25 представлено сравнение Шумерского и научного современного изображения двойной спирали ДНК (реконструкция).

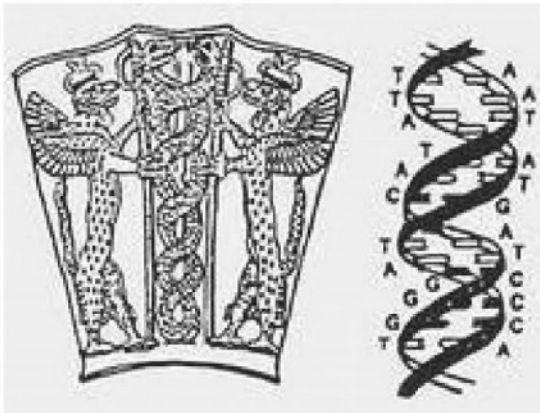


Рис. 25. Эмблема бога Нингишзиды с двойной спиралью ДНК (символ с шумерской таблицы) и современное изображение двойной спирали ДНК (реконструкция)

Новый Землянин отличался от гоминидов развитым и большим по объему мозгом, обучаемостью, хорошо развитыми конечностями, пригодными для выполнения сложной работы, но особенно важно появление членораздельной речи и способности размножаться. Таким образом, был создан Цивилизованный человек (лат. *Homo sapiens* – человек разумный) – физически развитый, обладающий речью и мышлением, стремящийся к совершенству «сошедших с небес»!

Пришельцы не сразу, но в силу обстоятельств, передали Землянам знания по очень широкому кругу вопросов.

Технологии строительства домов, космодромов, шахт, промыслов, плавки металлов, медицинские знания, культура земледелия, животноводства, семена злаковых растений, мясные породы скота – все появилось на Земле с Нибиру.

Военные технологии, в том числе точные инструкции по строительству подводной лодки (шумер. «эллипу тебити» – «затопленный корабль»), устройству космических и воздушных кораблей (шумер. «шемов» – «летающих колесниц»), «вихрей» (вертолетов), «воздушных капсул» (самолетов, низкоорбитальных модулей – разведчиков) и многое другое бы-

ло подарено созданному пришельцами человечеству. Правда, в качестве опоры хитроумные пришельцы из избранных Землян сформировали элиту – царей и жрецов, управлявших массами...

Так было положено начало истории как самого человека, так и всей человеческой цивилизации. Косвенным подтверждением теории З.Ситчина является также отсутствие однозначного ответа на вопрос: почему геном человека содержит 223 гена, которые не имеют предшественников на нижних ступенях эволюции? Этот научно подтвержденный факт до сих пор не укладывается ни в одну современную эволюционную теорию.

Так случилось, что *Homo sapiens* перенималось, к сожалению, не только хорошее...

Внутренние проблемы колонистов, междоусобица, зависть, жажда власти приводили к периодически вспыхивающим войнам.

Кланы пришельцев соперничали, вплоть до уничтожения друг друга. В свои разборки боги вовлекали преданных им землян, стирая с лица планеты целые города, применяя страшное оружие разрушения, весьма похожее по своим поражающим факторам (область высокого давления – сжатия, световое излучение, ударная волна, проникающая радиация и радиоактивное заражение) на ядерное, подобно тому, как это было в японских городах Хиросима и Нагасаки в 1945 году после бомбардировки атомными бомбами...

Крайне интригующим представляется сюжет, отображенный в древней росписи христианского храма на Балканах (бывшая Югославия): боги (?) – астронавты ведут воздушный бой (рис. 26).



Рис. 26. Воздушный бой древних астронавтов-богов (?)

Древний астронавт – бог (?) в космическом корабле (рис.27).



Рис. 27. Древний астронавт, бог (?) в космическом корабле

ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ

Очередной конфликт примерно от 2 до 5 тысяч лет назад привел к закату Шумерской цивилизации. Но на обломках государства Шумер начались Египетская и Индийская цивилизации... Часть пришельцев возвратилась на Нибиру, другие, обзаведясь земными женами и детьми, остались, став вторым и третьим поколениями богов... Так, Египетский бог Ра (рис.28) у шумеров был известен, как Мардук, создатель Вавилона (рис. 29).



Рис.28. Бог Ра – Мардук, Вавилонское изображение



Рис.29. Мардук – шумерский бог

Бог Нингизидда – знаток генетики и других наук - получил в Древнем Египте имя Техути (Тот). После того, как был свергнут с трона своим братом Мардуком, отправился с последователями в Америку...

Исследователи не исключают, что некоторые представители Нибиру и, конечно, потомки их детей живут на Земле и сейчас...

Читателей, увлекающихся техникой, несомненно, заинтересуют некоторые особенности, весьма правдоподобно описанные Древними Шумерами, и прекрасно иллюстрирующие процессы при осуществлении космического полета, посадке, приводнении, организации дальней связи, исследовании почвы и воды с помощью пробников-анализаторов, очень похожих на приборы из комплекта войсковой химической и радиационной разведки. Военные сразу вспомнят о поражающих факторах оружия массового поражения при применении богами-пришельцами своих ракет, симптомах лучевой болезни... Все это непостижимым образом, достоверно и подробно опи-

сано в древних хрониках...

Вот некоторые моменты.

1. В текстах таблиц неоднократно описывается система связи Небеса – Земля – Небеса, напоминающая современную систему космической связи через группировку спутников на околоземной орбите. В то же время, учитывая, что переговоры Нибиру – Земля – Нибиру велись по «лучу», на очень значительное расстояние, представляется, что, возможно, луч или поток света выполнял функции магистральной транспортной среды, системы мультиплексирования, оконечного абонентского устройства и одновременно энергетической артерии в комплексе!

Изображение на шумерской табличке организации связи Земля – Марс с использованием спутника связи (рис.30) датировано 2500 г. до н.э.!

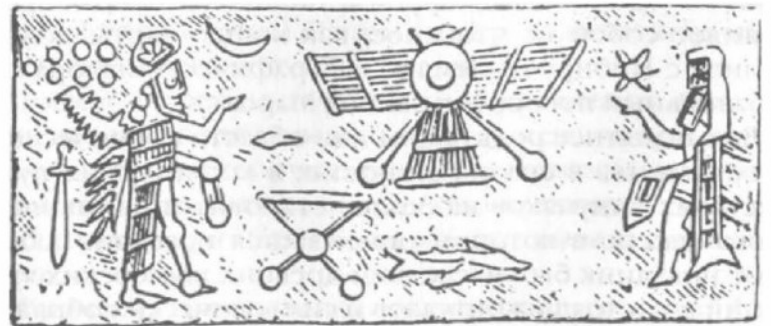


Рис.30. Космические аппараты (спутники связи) Шумер. Связь-Земля-Марс (изображение 2500 г. до н.э.)

Шарообразный корабль с напоминающей корону носовой частью и развернутыми солнечными батареями и антеннами располагается между Марсом и Землей. Стоящий на Земле бог протянул руку, приветствуя летящего в небесах астронавта, который изображен в шлеме со стеклом и нагруднике. Нижняя часть его костюма напоминает облик «человека-рыбы» – возможно, это предосторожность на случай аварийного спуска в океан. В одной руке астронавт держит какой-то прибор, а другой рукой отвечает на приветствие с Земли.

В современной электропроводной связи используются волоконно-оптические линии связи (ВОЛСы), однако используется ВОЛС только, как транспортная или распределительная сеть для передачи и приема сообщений, данных. Источники света, оборудование мультиплексирования и другие технические устройства связи – отдельно.

Кто знает, быть может, задачи связи будут решаться не просто комплексно, а на какой-то иной революционной основе, с совершенно другой энергетикой. Соответствующим специалистам стоило бы проанализировать шумерские тексты...

2. Любопытно описание скафандра бога-астронавта: «...шлем орла был на голове его, в одеяние рыбы было тело его облачено...».

Очень похожа на современное снаряжение одежда богини Иштар: облегающий шлем с «наушниками», к которым присоединены плоские антенны, четко различимые очки. Еще один из поразительных рисунков – древний бог – несомненно, астронавт в скафандре... (рис. 31).

ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ

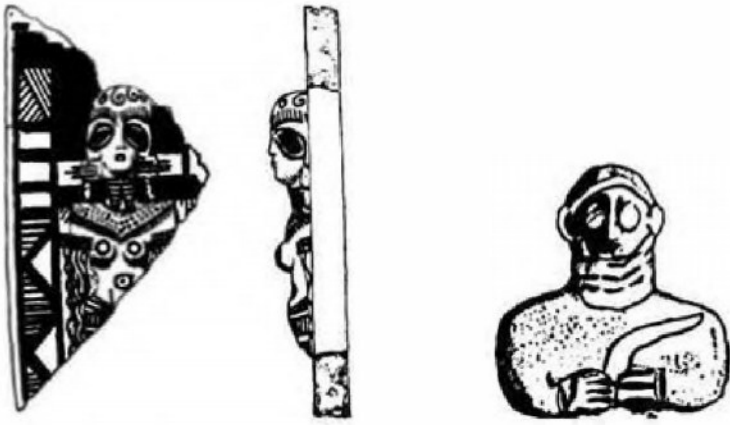


Рис.31. Богиня Иштар в космическом скафандре (древний барельеф); древний бог-астронавт в скафандре

3. Для перемещения по суше в Шумере впервые было применено колесо. Его изобретение и внедрение в повседневную жизнь позволило создать разнообразные транспортные средства, от телег до колесниц, и шумеры первыми стали использовать быков и лошадей в качестве тягловой силы.

4. В Шумерских текстах упоминается и о парадоксе времени, описанном в Теории относительности, созданной великим ученым 20-го века – Альбертом Эйнштейном.

Время – относительно. Земной год в 3600 раз короче года на Нибиру. То, что происходит на Нибиру за год, для Земли – возникновение, расцвет, упадок и новое возрождение цивилизации... А 10 лет на Нибиру – это 36000 Земных лет... Человеческая цивилизация едва-едва помнит о событиях 10000 лет давности, да и то в мифах...

5. До настоящего времени человечество смогло побывать лишь на Луне, а автоматические зонды исследовали только ближайшие к нам планеты. Даже небольшие космические аппараты способны достигать лишь ближайших соседей как внутри Солнечной системы, так и в открытом космосе. В отличие от Земли, планета Нибиру обладала вытянутой орбитой, что превращало ее в передвижную обсерваторию, пересекающую орбиты других планет, и позволяло непосредственно наблюдать за большинством тел Солнечной системы.

В феврале 1971 г. Соединенные Штаты Америки запустили в космос беспилотный аппарат «Пионер-10», которому была уготована самая продолжительная по времени миссия. За двадцать один месяц своего полета он должен был миновать Марс, пояс астероидов и приблизиться к Юпитеру. Затем, по расчетам специалистов из NASA (Национальное аэрокосмическое агентство), мощное гравитационное поле Юпитера должно было «захватить» аппарат и вытолкнуть его за пределы Солнечной системы.

Не исключая возможности, что «Пионер-10» может когда-нибудь попасть в другую «солнечную систему» и упасть на какую-либо далекую планету, ученые прикрепили к его корпусу алюминиевую табличку с гравировкой, содержащей «послание Землянам» (рис. 32).

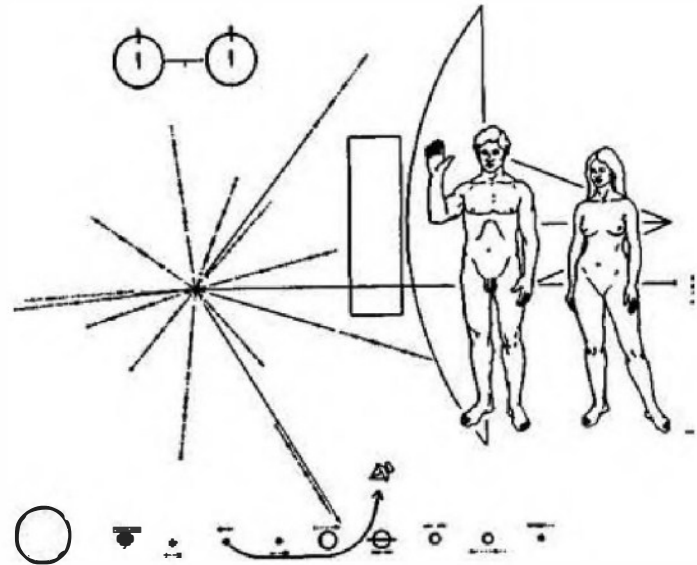


Рис. 32. Алюминиевая табличка с посланием на борту космического аппарата «Пионер-10» (США)

При составлении послания использовался пиктографический язык, знаки и символы немногим отличающиеся от тех, которые использовались в первом пиктографическом письме Древнего Шумера! В послании предпринята попытка рассказать тем, кто может найти табличку, о внешнем облике людей и о том, что человеческая раса двупола, а также продемонстрировать размеры человека – в сравнении с размерами космического аппарата. Кроме того, на ней изображены два основных химических элемента (водород и кислород), Солнечная система с ее девятью планетами и ее расположение по отношению к известному космическому источнику радиоизлучения. Мы как бы говорим существу, нашедшему пластинку: «Космический аппарат прилетел от третьей планеты этой звездной – Солнечной системы».

По традиции, укажем и на другую точку зрения – скептическую. Основные, заслуживающие внимания аргументы сомневающих следующие:

1. Астрономы, астрофизики пока не смогли представить объективные доказательства (фотографии, аудиозаписи «жизнедеятельности», другой активности) планеты Нибиру – предполагаемого двенадцатого элемента Солнечной системы.

Однако, вполне возможно, что используемый инструментарий для решения данной задачи не годится. Необходимо искать иные программно-технические методы исследований. Ведь совсем еще недавно считалось, что ядро атома не делимо, а планету Плутон – ученые открыли только в 1930 г., увидев её в телескоп... Кроме того, Нибиру, действительно, могла изменить свою орбиту и даже исчезнуть (погибнуть).

2. Позицию З.Ситчина нередко упрекают в замкнутости на Нибиру и пришельцах с неё.

Однако никто не утверждает, что кроме аннунаков Землю не посещали другие гости. Существует немало свидетельств об иных палеоконтактах.

В древних хрониках часто упоминается созвездия Льва, Ориона, Плеяд, двойная звездная система Сириуса как возможные «дома» посетивших Землю

ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ

богов. Наскальные рисунки, обнаруженные в разных частях света, говорят сами за себя: парящие в невесомости фигуры астронавтов (рис.33), фигура астронавта и объект – космический корабль на втором плане (рис.34), древний артефакт – фигурка астронавта, найденная при раскопках (рис.35).



Рис.33. Парящие в невесомости фигуры астронавтов (древний наскальный рисунок)



Рис.34. Фигура астронавта, объект – корабль на втором плане (древний наскальный рисунок)



Рис.35. Фигура астронавта (древний артефакт)

Редкий случай, когда комментарии излишни...

3. Религиозные ортодоксы упрекают исследователя в «отмене» бога, мол, раз человечество создало пришельцы с Нибиру, то и вере конец.

Но аннунаков тоже кто-то создал. Другое дело, что понимание данного вопроса не может ограничиваться теми плоскими выхолощенными трактовками, предлагаемыми современными религиозными жрецами. Вероятно, эта неразгаданная тайна может найти свое разрешение, но не раньше, чем мы поймем, как и где, а главное – почему произошел «большой взрыв», давший начало Вселенной.

4. Возможно, неточности и шероховатости действительно имеют место в теоретических построениях З.Ситчина, но в то же время нельзя забывать о первоисточниках – оригинальных текстах, графике

(рисунках) на шумерских табличках, с которыми работал исследователь. Скептики по существу не оспаривают информацию, любезно предоставленную сегодняшнему человечеству древними цивилизациями. Важнее понять другое, идея о том, что человек своим происхождением обязан космическим силам (будь то вселенский разум, небесные божества или инопланетные пришельцы), не случайно нашла отражение в различных религиозно-мировоззренческих системах, в философских учениях и взглядах многих ученых, включая тех, кто непосредственно занимался или занимается космическими исследованиями. Суммируя, скажем: сегодня невозможно отмахнуться или «не заметить» нечто большее, чем предлагает нам для познания мира современная, слишком заорганизованная неповоротливая наука и (или) вставшая на «рыночные рельсы», политизированная религия...

А сейчас вспомним о некоторых «чудесах», подаренных человечеству. В журнале «Маркшейдерский Вестник» (№5 от 2012 г.) в статье «О загадках древних географических карт» уже рассказывалось о карте адмирала Пири Рейса (полное имя – Хаджи Мухиддин Пири ибн Хаджи Мехмед), выполненной на коже газели, датированной 1513 г. (рис.36).



Рис.36. Фрагмент карты адмирала Пири Рейса (дат. 1513 г.)

На чудо-карте показан западный берег Африки, южное побережье Южной Америки и....северный берег Антарктиды, свободной от ледяного покрова, с весьма точными очертаниями ее подлинной береговой линии! Древний артефакт демонстрирует также необъяснимое знание Южной Америки, причем не только восточного побережья, но и Анд на западе континента, еще неизвестных в то время. На карте правильно изображена река Амазонка. Открытые только в 1592 г., Фолклендские (арген. Мальвинские) острова изображены на карте на своей широте... Не означает ли это косвенное, если не прямое, подтверждение вмешательства в жизнь Землян неких загадочных могущественных цивилизаций, возможно, поделивших знаниями и научивших наших далеких предков многому тому, что мы через многие тысячи лет, а может быть и миллионы, открыли заново...

Любопытно, в этой связи, выступление в Аналитической программе «Постскриптум» («P.S.») от 30

ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ

июня 2007 г. (канал ТВ-Центр) профессора, главного научного сотрудника института Истории естествознания и техники Российской академии наук, председателя комиссии по истории карт международной картографической ассоциации Алексея Владимировича Постникова.

Профессор А.В.Постников отмечает, что создается впечатление о внезапном появлении в 16 веке удивительных карт земель, еще абсолютно не известных, не открытых в то время, и сразу в совершенном виде, с поразительной точностью передающих реальную картину мира...

Карта Пирри Рейса опередила свое время почти на 500 лет! Официально Антарктида была открыта в январе 1820 г. русскими мореплавателями М.П.Лазаревым и Ф.Ф.Беллинсгаузенем, но о точном картографировании, тем более без ледяного панциря, не могло быть и речи.

Человечество до середины 20 века нашей эры еще не имело столь достоверной карты Антарктиды, как карта Пирри Рейса! Только в 1949 г. объединенной британско-шведской экспедицией были проведены исследования, подтвердившие уникальную точность карты турецкого мореплавателя.

И все же, по справедливости, наряду с русскими мореходами М.П.Лазаревым и Ф.Ф.Беллинсгаузенем должны быть признаны первооткрывателями самой Южной земли на планете, естественно, в 20 в.н.э. составители наиточнейших, даже по нашему времени, карт Антарктиды без ледяного покрытия: адмирал Пирри Рейс, картографы Оронтеус Финиус, Герард Кремер (Меркатор), Филипп Буаше, отобразившие в своих атласах, пусть даже и путем компиляции с неких таинственных древних источников, земли, совершенно неизвестные в их время, никем неисследованные...

По материалам проведенного анализа представляется интересным сообщение от 6 июля 1960 г. высокопоставленного представителя Военно-Воздушных Сил США Гарольда З.Ольмейера (англ. Harold Z. Ohlmeier) на запрос профессора Кинского колледжа (Нью-Хэмпшир, США) Чарльза Хатчинса Хэпгуда (англ. Charles Hutchins Hargood), обнаружившего в 1959 г. при работе в справочном зале Библиотеки Конгресса США в Вашингтоне карту Пирри Рейса: «... Ваш запрос об оценке некоторых необычных деталей на карте Пири Рейса 1513 г. был рассмотрен. Утверждение о том, что в нижней части карты изображены побережье принцессы Марты Земли королевы Мод, Антарктида, а также полуостров Палмер, является разумным. Мы считаем, что этот вывод является наиболее логичным и, по всей вероятности, правильным толкованием карты. В нижней части карты географические элементы демонстрируют очень заметное сходство с данными сейсмического сканирования шведско-британской антарктической экспедицией 1949 г. реального геологического рельефа под находящимся там ледником. Это указывает на то, что побережье было картографировано прежде, чем оно было покрыто сверху льдом. Ледник в этом регионе сегодня имеет толщину около мили. У нас нет

идей, каким образом данные на этой карте могут коррелировать («быть сопоставлены», примечание – автора заметки) с предполагаемым уровнем географических знаний в 1513 г.».

Кто же побывал в Антарктиде в доисторическое время, кто смог ее картографировать с математической точностью, кем были современники её безледной геологической истории?

Согласно эзотерическим легендам, атланты как раса возникли 4-5 млн.лет назад. Но задолго до этого континент Атлантида занимал большую часть нынешнего Атлантического океана. На современной реконструкции расположения континентов в древности (рис.37) видно, что северной оконечностью несуществующего ныне материка могли быть современные территории Великобритании. Южная граница проходила по теперешним Рио-де-Жанейро, Мексике, Мексиканскому заливу, американскому штату Техас и Лабрадору. Азорские острова были высочайшими снежными вершинами Атлантиды...

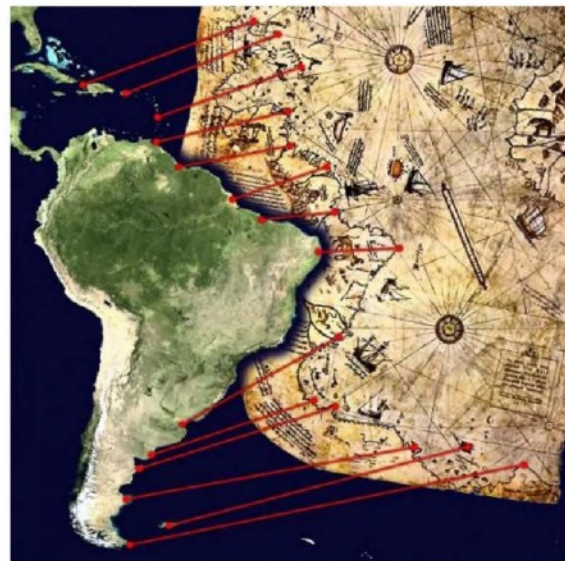


Рис.37. Современная реконструкция расположения континентов в древности

Обобщая информацию из различных источников, исследователи пришли к выводу о том, что, около миллиона лет назад, отдельные племена толтеков (предки атлантов) объединились в большую федерацию – государство. Каким-то образом атланты приобрели мощнейший технический потенциал и даже имели воздушные суда. Не с «Двенадцатой ли планеты» они получили технологии?... Детальные описания этих машин, технологические инструкции по их эксплуатации и даже ремонту (!) дошли до нас из Индии и Никарагуа. Там эти машины («Виманы») летали со скоростью до 800 км/ч – скоростью современных самолетов гражданского назначения! В этой связи, заслуживает внимания вывод уже упоминавшегося представителя Военно-Воздушных Сил США Гарольда З.Ольмейера (англ. Harold Z. Ohlmeier), занимавшегося картой Пири Рейса: «...мы не можем представить себе, как они могли создать такую карту без помощи воздушной разведки», а может быть – «космической разведки (прим. автора статьи)?». Древние греческие манускрипты сообщают, что Атланты распола-

ПРОБЛЕМЫ, ГИПОТЕЗЫ, ФАКТЫ

гали значительным военным флотом и чуть ли ни миллионной сухопутной армией. Но, примерно, 800 тыс. лет назад легендарное государство было сметено волнами океана, погибли миллионы людей. Атлантида потеряла полярные области, средняя её часть утонула и раздробилась на острова. Американский континент отделился проливом...

Современной науке теперь уже стало понятно, что материка неуклонно перемещаются в вертикальной плоскости: большие участки земной тверди уходят на дно Мирового океана, а другие появляются на поверхности. Некоторая аналогия просматривается и в развитии древних цивилизаций. Вдруг появляется та или иная цивилизация, делает стремительный рывок, явно под руководством извне, а потом медленно угасает. Невольно напрашивается мысль о том, что кто-то или что-то «дирижирует» появлением, расцветом и гибелью целых цивилизаций... Видимо, поэтому поверхность Земли картографировалась и после фатальных событий... Еще более древние источники, чем те, которыми пользовался Пири Рейс и на основании которых независимо друг от друга составили свои атласы Оронтеус Финиус, Герард Кремер (Меркатор), Филипп Буаше и другие картографы, несомненно, принадлежали цивилизациям, существовавшим еще раньше, просто древние картографы копировали... снимки из космоса!

В заключение условимся: не будем спешить отвергать или безоглядно принимать позиции З.Ситчина, его союзников или их критиков. Истина, как известно, лежит где-то посередине, и разобраться в этом можно лишь путем настойчивых исследований, поиска, сравнительного анализа, но пища для размышлений у нас имеется!

Послесловие автора статьи

Позволю себе выразить мысль о том, что признавая множественность миров во Вселенной, человечество, просто по определению, должно признавать множество возможных гостей, посетивших нашу планету в прошлом, а также готовых посетить ее в будущем, хотя представители иных миров могут отстоять от Человечества и (или) друг от друга не только в пространстве, но и, скорее всего, во времени.

Следовало бы полагать приоритетным не физический контакт представителей миров, а продуктивный обмен информацией с ними, создание взаимовыгодных, доступных для прочтения и расшифровки информационных баз данных по важнейшим вопросам.

Литература

1. Наталья Островская «Следы крушения «летающей тарелки» сохранились в каменном угле?», «Комсомольская правда» (номер от 12.01.2013).
2. Алан Ф. Элфорд «Боги нового тысячелетия», издательство «Вече», 1999 г.;
3. Вступительная статья исследователя древних текстов доктора исторических наук Горшуновой О.В., Захария Ситчин «Потерянная книга Энки. Воспоминания и пророчества неземного бога», издательство «Астрель», Москва;
4. К.Матвеев, профессор, Джуна Давиташвили статья-исследование «Эпос о Гильгамеше», издательство «Молодая гвардия» Москва 1988 г., сборник «Дорогами тысячелетий», книга 2;
5. «Гильгамеш», научный перевод эпоса советского ассириолога профессора Дьяконова И.М., 1961 г. издательство «Молодая гвардия» Москва 1988 г., сборник «Дорогами тысячелетий», книга 2;
6. А.Смирнов, доктор исторических наук, профессор «Послесловие к «Гильгамеш», издательство «Молодая гвардия» Москва 1988 г., сборник «Дорогами тысячелетий», книга 2;
7. Захария Ситчин книги: «Двенадцатая планета. Когда боги бежали с земли», «Лестница в небо», «Войны богов и людей», «Потерянные царства», «Армагеддон откладывается», «Космический код», «Назад в будущее», «Колыбели цивилизаций», издательство «Эксмо» Москва, 2007 г.;
8. Захария Ситчин «Потерянная книга Энки. Воспоминания и пророчества неземного бога», издательство «Астрель», Москва;
9. Захария Ситчин «Войны богов и людей» электронная версия, сайт «Книги Захария Ситчина»;
10. Захария Ситчин «Двенадцатая планета. Когда боги бежали с земли», электронная версия, сайт «Книги Захария Ситчина»;
11. Сведения с сайта: Государство Шумер – «Википедия»;
12. Сведения с сайта: Захария Ситчин – «Википедия»;
13. Сведения с сайта: Карта Пири Рейса – «Википедия»;
14. Сведения с сайта: Хэпгуд Чарльз Хатчинс – «Википедия»;
15. Сведения с сайта: Постников Алексей Владимирович – «Википедия»;
16. Файл: *Piri reis world map 01.jpg* – иллюстрация фрагмента карты Пири Рейса (Материал из Википедии – свободной энциклопедии).
(Лицензирование: Это изображение находится в общественном достоянии (англ. *public domain*), так как его авторское право истекло. Это применяется к США, Австралии, России, Европейскому союзу и тем странам, где срок охраны действует в течение жизни автора плюс 70 лет).
17. Файл: *Virtoo.ru* – Портрет адмирала Пири Рейса (16 век, Османская империя).
18. Сайт Музея креационизма (www.creationevidence.org).

Константин Эдуардович Тришин, зав. группой отдела
готовой продукции ОАО «Гипроцветмет» г. Москва,
тел.(495) 660-92-00 доб.3-53, E-mail: k.trishin@giprotsvetmet.ru

ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ

ОБЗОР ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ И ОХРАНА НЕДР»



С 20 мая по 25 июня 2013 г. в Кисловодске состоялась Всероссийская научно-практическая конференция «Промышленная безопасность при недропользовании и охрана недр». В рамках конференции были вручены награды Союза маркшейдеров России, НП «СРГП «Горное дело» за успехи в области обеспечения рационального и безопасного недропользования, развития маркшейдерского дела.

Организаторами конференции выступили Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России», при участии Некоммерческого партнерства «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело», НОЧУ «ЦДО «Горное образование».



Члены Президиума



Участники конференции и курсов
повышения квалификации

В работе конференции приняли участие представители Ростехнадзора, Росприроднадзора, Роснедр, Правительства Ставропольского края, слушатели курсов повышения квалификации, руководители и ведущие специалисты маркшейдерских и геологических служб горно- и нефтегазодобывающих, научных, проектных организаций, таких как ОАО «Самолторнефтегаз», ООО «Газпром добыча Ямбург», ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий», ООО «Газпром ПХГ», ОАО «Разрез Тугнуйский», ОАО «СУЭК - Красноярск», «Разрез Назаровский», ОАО «Разрез Харанорский», ОАО «СУЭК-Кузбасс», ОАО «СУЭК-Красноярск», ООО «Башнефть – Добыча», ООО «СУЭК-Хакасия», ОАО «Разрез Изыхский», ОАО «Ургалуголь», ООО «Гортехпроект», ОАО «ТНК-Нягань», РУ «Новошахтинское», ОАО «Приморскуголь», ООО «Подземгазпром», ОАО «Авиация и прикладная экология», ИПКОН РАН, ЧП «Кривбассакадеминвест».



Выступление Гришина А.В. - старшего
научного сотрудника ИПКОН РАН

В ходе конференции был заслушан ряд докладов, в том числе: Зимича В.С. – президента ООО «Союз маркшейдеров России» – «О деятельности Общероссийской Общественной организации «Союз маркшейдеров России», Грицкова В.В. – исполнительного директора ООО «Союз маркшейдеров России» - «Об обоснованиях безопасности», Зубаревой Е.В. – ведущего специалиста отдела разработки проектной документации АНО «Аудит недропользование и консалтинг» - «Об опыте производства проектных работ в АНО «Аудит недропользования и консалтинг», Мурина К.М. – главного маркшейдера АНО «Аудит недропользование и консалтинг» - «О проектных работах в области промышленной безопасно-

ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ

сти», Гришина А.В. – к.т.н., старшего научного сотрудника ИПКОН РАН – «Основные проблемы маркшейдерского обеспечения освоения недр и пути их решения», Хоменко С.А. – технического директора ЧП «Кривбассакадеминвест» - «Комплексные решения для автоматизации геолого – маркшейдерского сопровождения на базе ГИС K-MINE», Смагляка Н.Ю. – исполнительного директора ОАО «Авиация и прикладная экология» - «Новые технологии ОАО «Авиация и прикладная экология», Осипова А.А. – главного маркшейдера ООО «Газпром ПХГ» - «О повышении уровня промышленной безопасности при эксплуатации ПХГ», Есиновой И.С. – главного специалиста - эксперта отдела надзора в области недропользования Управления государственного геологического надзора, надзора в сфере особо охраняемых природных территорий и животного мира Росприроднадзора - «О вопросах рассмотрения органами Росприроднадзора по согласованию нормативных потерь твердых полезных ископаемых и подземных вод, превышающих по величине нормативы, утвержденные в проектной документации» и др.

В рамках конференции состоялся ряд круглых столов: «О проекте постановления Правительства по порядку согласования планов развития горных работ», «О проекте приказа Ростехнадзора о требова-

ниях к обоснованию безопасности опасного производственного объекта», «Новые технологии обеспечения безопасности горных работ».



Выступление Зубаревой Е.В. - ведущего специалиста разработки проектной документации АНО «Аудит недропользования и консалтинг»

В рамках технической экскурсии участники конференции посетили обсерваторию, нарзанские источники, плато с видом на Эльбрус.

По результатам работы участниками конференции было принято решение.



Выступление Осипова А.А. – главного маркшейдера ООО «Газпром ПХГ»



Выступление Хоменко С. А. – технического директора ЧП «Кривбассакадеминвест»



Вручение дипломов слушателям курсов



Участники конференции и курсов повышения квалификации

Материал подготовлен Рязанцевой М.И.

ОБ ОБОСНОВАНИИ БЕЗОПАСНОСТИ

Всероссийская научно-практическая конференция
«ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ И ОХРАНА НЕДР»

21.05.2013 г.

г.Кисловодск



В Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» внесён целый ряд дополнений и изменений, практическое значение которых ещё предстоит осмыслить. Так, выведены из разряда опасных производственных объектов объекты по добыче общераспространённых полезных ископаемых (ОПИ) и россыпных месторождений. Выпав из-под действия законодательства по промышленной безопасности, эти объекты остались под действием законодательства о недрах, где имеются требования по безопасному ведению горных работ, геологии, маркшейдерии и охране недр. Маркшейдерские службы на таких горных предприятиях попадают под действие законодательства по лицензированию маркшейдерских работ, так что остаются под контролем у Ростехнадзора.

В центральном аппарате Ростехнадзора преобладает желание отказаться от любых форм контроля за этими объектами. Администрации некоторых субъектов Российской Федерации и территориальных органов Росприроднадзора уже активизировали свою контрольную деятельность в отношении разработки ОПИ. Поправки будут стимулировать эту активность. Но полномочия по контролю за безопасностью горных работ и за маркшейдерскими работами им никто не передавал. В этих органах отсутствуют соответствующие специалисты, а как показывает многолетняя практика государственного управления в сфере недропользования, такие специалисты в должном количестве там никогда не появятся.

Строго говоря, в отношении ОПИ и россыпей перестали действовать специфические «рыночные» механизмы обеспечения промышленной безопасности, такие как страхование, декларирование да пресловутая госэкспертиза проектной документации, реальная эффективность которых в горном деле сомнительна. Собственно говоря из-за госэкспертизы, которая привела во многих регионах к кризису производств по добыче строительных материалов, этот вывод и был осуществлён. Так что в этом отношении законодательные изменения идут на пользу производству. Для ОПИ и россыпей вполне достаточно старых «советских» механизмов госконтроля, когда главной фигурой в контроле был специалист, разбирающийся в технологии производства горных работ.

Но, с другой стороны, половинчатость принимаемых решений, запаздывание в уточнении компе-

тении госорганов запутывают правовую ситуацию. Если в советское время на карьер ОПИ приходил инспектор Госгортехнадзора, то сейчас этот карьер подконтролен Ростехнадзору и Росприроднадзору, завтра к ним прибавится инспектор из местной администрации, и конца этому поступательному развитию не предвидится.

Переусложнение госрегулирования в отношении ОПИ на практике решается просто - увеличиваются объёмы незаконной добычи. Все понимают, что песок нужен, бумаги на его законную добычу выправить невозможно, ну и закрывают глаза. Пригнали технику, в считанные дни взяли нужные объёмы и разбежались.

В отношении основных видов полезных ископаемых такой метод редко подходит. Здесь все-таки надёжней распутывать правовые коллизии, которые создаются реформаторами из благих побуждений и для нашей же с вами пользы.

В числе нововведений в законодательство о промышленной безопасности попали обоснования безопасности. Ранее такой термин отсутствовал, хотя подобный механизм испокон веков существовал.

Обоснования безопасности призваны решать проблемы отсутствия федеральных норм и правил в отношении каких-либо процессов производства, либо когда возникает необходимость производить работы с отступлениями от действующих федеральных норм и правил.

Ростехнадзор только приступил к разработке документов, носящих название «федеральные нормы и правила». Так что на сегодня они в минерально-сырьевом комплексе просто отсутствуют. Пока эта правовая ниша будет заполняться, под федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности будут понимать все документы Ростехнадзора, прошедшие регистрацию в Минюсте России. Ростехнадзор - единственный федеральный орган управления, в компетенцию которого входит правовое регулирование вопросов промышленной безопасности, так что документы иных ведомств здесь нелегитимны. По мере развития системы федеральных норм и правил «нового формата» судьба старых правил и инструкций станет всё более неопределённой.

Ростехнадзором обнародован проект федеральных норм и правил «О разработке обоснований безопасности». Данный проект рассматривался на заседании Консультативного совета по рациональному и безопасному недропользованию при председателе Комитета Государственной Думы по энергетике,

в который вошли представители крупных горно- и нефтегазодобывающих компаний, горной общественности. За основу решения Консультативного совета по проекту федеральных норм и правил были приняты предложения ОАО «Сургутнефтегаз», дополненные предложениями иных горных компаний. Эти предложения председателем Комитета Государственной Думы по энергетике И.Д.Грачёвым направлены в Ростехнадзор.

Остановлюсь только на одном из недостатков этого проекта федеральных норм и правил. Он предусматривает разработку обоснований безопасности только в формате специального документа. Причина этого известна. Обоснование безопасности было задумано для вывода механизма разработки специальных технических условий для проектирования опасных производственных объектов из-под действия Градостроительного кодекса. Путем перелицевки названия и закрепления за ним функционала в законодательстве о промышленной безопасности эта задача была решена.

При проведении государственной экспертизы проектной документации эксперты постоянно сталкиваются с тем, что технические нормы отсутствуют, и специфические технические решения не с чем сравнивать. Многие нормы морально устарели и пришли в противоречие с новыми технологиями, большинство же нормативов, к которым привыкли строительные эксперты, утратили обязательный статус и руководствоваться ими, особенно при конфликтных ситуациях, проблематично. Из-за этого правового вакуума и были придуманы специальные технические условия (СТУ), своего рода правила игры для конкретного проекта. Разработал СТУ и проектируй в соответствии с ними.

Вызванный практической необходимостью механизм не получил законодательного подкрепления. В Градостроительном кодексе и иных законах термин «специальные технические условия» отсутствует. Минрегиону России удалось внедрить его в постановление Правительства Российской Федерации «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» от 16.02.2008 №87 и на его основании издать свой приказ «О порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства» от 01.04.2008 №36. В приказе предусмотрено, что СТУ согласовывается одним из уполномоченных департаментов Минрегиона России, то есть только в Москве. При этом предусмотрена такая оговорка, как предоставление при необходимости информации о согласовании СТУ с заинтересованными министерствами и ведомствами, а по вопросам пожарной безопасности и с МЧС России. Эта оговорка при нужде способна поставить крест на любых СТУ, так как круг заинтересованных министерств и ведомств может быть очень широким.

Как показывает практика разбирательств в Минюсте России по вопросам планов развития горных работ, для включения функции согласования че-

го-либо в области недропользования в компетенцию федерального органа исполнительной власти необходимо внесение поправок в Закон Российской Федерации «О недрах». Естественно, что ни в положении о Минрегионе России, ни в положении о МЧС России, ни в положениях о других ведомствах функции по согласованию СТУ отсутствуют. Приказ от 01.04.2008 №36 противоречит законодательству и, несмотря на то, что зарегистрирован в Минюсте России, подлежит отмене. Ну, недосмотрел Минюст, всякое бывает.

В связи с подмоченностью правой ситуации на соблюдении приказа особо то никто и не настаивал. На практике СТУ проходило экспертизу промышленной безопасности и с письмом Ростехнадзора об утверждении экспертизы представлялось вместе с проектом на госэкспертизу.

Эта же идеология проведена в поправках в Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и развита в проекте документа Ростехнадзора.

Как и для СТУ, предусмотрена опережающая разработка обоснований безопасности относительно проектирования. Приступая к проектированию, проектировщик оценивает нормативно-правовую ситуацию и латает правовые дыры с помощью обоснования безопасности.

В поправках к закону из-под действия экспертизы промышленной безопасности исключена «иная документация». В соответствии же со стихийно сложившейся практикой СТУ проходили апробацию через эту экспертизу. Крест на механизме апробации поставил в отношении опасных производственных объектов крест и на СТУ. Естественно, что для их правопреемника в поправках к закону был принят тот же механизм – право на использование обоснования безопасности даёт наличие положительного заключения экспертизы промышленной безопасности.

Если к разработке СТУ допускался неопределённый круг организаций, обладающих научно-техническим потенциалом и опытом практической работы, то обязанность по разработке обоснований безопасности предполагается возложить на разработчика проектного документа. Это выразилось в требовании получать допуск на проектирование в одном из проектных СРО, так как иных законных идентификационных критериев проектировщика не существует. Любая контора, получившая допуск на проектирование, имеет право разрабатывать обоснования безопасности. Этим контор существует легион, а получить допуск можно быстро и за весьма скромные деньги. Так что с исполнителями проблем нет, на рынке они имеются в переизбытке.

Худо-бедно СТУ в течение целого ряда лет работали, хотя и не имели законодательной основы. Сейчас этому апробированному механизму придан законодательный статус, так что против формата, предложенного в проекте документа Ростехнадзора, возражений нет. В той правовой неразберихе, которая царит в промышленной сфере, СТУ хоть как-то позволяло производителям и проектировщикам

ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ

выкручиваться. Сейчас этот механизм получит развитие. Но в отличие от других отраслей промышленности, для минерально-сырьевого комплекса этот формат чрезвычайно узок.

В промышленности как обстоят дела. Запроектировал завод, построил и работай, пока не наступило время модернизации производства. Разработал проект реконструкции или технического перевооружения, реализовал и работай дальше. Циклы обновления технических решений растягиваются на долгие годы, а подчас и десятилетия.

В горном же деле из-за изменчивости горно-геологических условий технические решения приходится изменять порой по несколько раз в год. Дополнение в проект разработки месторождения ещё не успело пройти все шкуродёры государственных апробаций, а из-за получения новых геологоразведочных и эксплуатационных данных уже морально устарело, так как изменились представления о конфигурации залежей, качестве полезного ископаемого, геометрии геологических нарушений. Поэтому в горном деле наряду с проектными документами существуют более оперативные формы технического регулирования, наиболее важным видом из которых является план развития горных работ.

Нереально при проектировании горного предприятия загодя предусмотреть все правовые «дырки и нестыковки». Только детальная проработка вариантов разработки и глубокое изучение геологических материалов позволяют это сделать. Фактически сначала нужно сделать проект, хотя бы в виде комплекса основных технических решений, потом разработать обоснование безопасности и только затем формально приступить к проектированию. На практике так и будет. Это понимали уже идеологи СТУ, которые в пункте 6 приказа от 01.04.2008 г. №36 признали необходимость крупномасштабного проектирования ещё до подготовки СТУ:

«Разработке СТУ должно предшествовать определение принципиальных технических решений объекта (в том числе объёмно-планировочные и конструктивные решения, применяемые материалы и изделия), а также анализ имеющейся нормативной базы в отношении конкретного объекта... Принципиальные технические решения могут быть определены применительно к объекту в целом, его частям или отдельным видам конструкций и инженерных систем».

Относительно реалий горного проектирования, выполнив этот пункт, мы получим полноценный проект разработки месторождения полезного ископаемого. В горном деле до разработки основной части проекта подготовка ни СТУ, ни обоснований безопасности невозможна. И зачем толкать на заведомую фальсификацию? Да это ещё куда бы ни шло, если разработчиком и обоснований безопасности, и проекта разработки будет одна организация, а если две разных? Проектировщик лишится возможности применять наиболее эффективную для данного месторождения технологию ведения работ, так как обосно-

вание безопасности ему этого сделать не позволит. Дело-то творческое, и у каждого творца будет своё видение решения проблем. Всё это скажется на качестве проектирования. Кроме того, сами проектные решения в значительной своей части выполняют роль доказательной базы тех компенсирующих мероприятий, которые предусматриваются в составе обоснований безопасности. И что, туда почти весь проект переписывать, которого, заметим, формально пока что и нет?

Проще предусмотреть, что обоснования безопасности могут разрабатываться как в виде самостоятельного документа, так и в составе проектной и технологической документации. Этим мы снимем целый клубок никому не нужных проблем. Естественно, что сделать это следует только в отношении горной проектной и технологической документации. Остальные отрасли пусть в полной мере почувствуют прелесть проводимых реформ.

Кстати, с выводом ОПИ и россыпей из-под действия законодательства по промышленной безопасности соответствующие горные предприятия лишлись законодательной основы по обоснованию отступлений от действующих норм. В связи с этим аналогичный механизм следует сдублировать в законодательство о недрах. Тем более, что помимо норм промышленной безопасности при недропользовании существуют не менее важные нормы по охране недр. Законодательное же разрешение по отступлению от этих норм или принятию недостающих отсутствует.

Процесс нормотворчества в области промышленной безопасности набирает скорость. Так, в соответствии с решениями Комиссии при Президенте Российской Федерации по вопросам стратегии развития топливно-энергетического комплекса и экологической безопасности от 13.02.2013 г. уже определён исчерпывающий перечень федеральных норм и правил в области промышленной безопасности, и Ростехнадзору поручено в срок до 01.12.2013 г. разработать и утвердить в установленном порядке федеральные нормы и правила в соответствии с этим перечнем. Зная жёсткий стиль политики И.И.Сечина, который стоит за этими решениями, в том, что документы по перечню к назначенному сроку будут утверждены, сомнений нет. Вопрос - какого качества будут эти документы.

Сроки поставлены нереальные, и без поддержки горной общественности сколько-нибудь разумные правила игры в области производства горных работ создать не удастся. Управление горного надзора уже обратилось в Союз маркшейдеров России и НП «СРГП «Горное дело» с предложениями принять участие в подготовке федеральных норм и правил. Так что обсуждение настоящей проблематики - это своего рода работа по выполнению данных поручений.

Для определения характера обоснований безопасности с учётом специфики разных отраслей горной промышленности и разных видов горных работ остаётся мало времени. Федеральные нормы и правила - это как раз тот формат, в котором эти вопросы

должны быть прописаны. Что касается маркшейдерской специфики, то предлагается включать обоснования безопасности в состав проектов производства маркшейдерских работ.

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. 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.

Весь проект нацелен на обоснование правомочности применения передовых технологий, на правомочность отказа при этом от лавсана и кальки, от рукописных журналов и прочих атрибутов прошлого века. Если мы не включим в проект обоснование безопасности, то нам придётся включать в обоснование безопасности проект и иметь два одинаковых документа только с разными названиями.

Включение же обоснований безопасности в проектную и технологическую документацию позволит создать для горного дела гибкий механизм оперативного реагирования на изменения горно-геологических условий, технологии ведения горных работ и состава технологических комплексов и оборудования. С одной стороны использование при подготовке проектов обустройства и разработки месторождений полезных ископаемых, планов развития горных работ, иной технологической документации позволит комплексно оценивать основные опасные факторы горного производства, что повысит уровень обеспечения промышленной безопасности. С другой стороны включение в состав технологических документов, таких как план развития горных работ, обоснования безопасности повысит оперативность принимаемых решений, резко снизит нагрузку на недропользователей за счёт устранения необходимости многочисленных корректировок проектной документации по незначительным техническим вопросам, а главное - снизит риски конфликтных ситуаций с государственными контрольными и правоохранительными органами.

Сегодня любой инспектор или прокурор может наложить санкции на любое горное предприятие,

будь-то шахта или нефтепромысел. Для примера, взял спецификацию используемого оборудования и сравнил её с прописанной в проектной документации. Как показывает практика горных аудитов, будет выявлено очень много несоответствий. И хоть задоказывайся, что этот проходческий комбайн по своим характеристикам лучше и безопаснее указанного в проекте. Закон гласит: либо выбрасывай комбайн и закупай указанный в проекте, либо меняй проект и иди на госэкспертизу. И с каждым новым комбайном, насосом, задвижкой ситуация будет повторяться. Кто-то скажет: а к нам ещё с такими вопросами не обращались. Придут и обратятся. Ко многим уже приходят.

Смысловой стержень обоснований безопасности - в компенсирующих мероприятиях. Подобный механизм существовал всегда. Пришли в горный округ, согласовали план мероприятий для работы с такими-то отступлениями и пошли работать. Сейчас этот путь закрыт. Но он открывается в формате обоснований безопасности при условии, что будет правильно сформирована нормативная база. Для солидности поднавешали всякой наукообразной мишуры, в виде анализа риска, но по сути это всё тот же план компенсирующих мероприятий.

Если мы оставим обоснования безопасности только для проектной документации, ну и будем по каждой мелочи переписывать проект. Если мы предусмотрим возможность их включения в состав технологической документации, то сделал годовой план развития горных работ, получил на него положительное заключение экспертизы промышленной безопасности, и год спи спокойно. На все каверзные вопросы есть ответ. Накопившиеся же мелкие изменения можно оправдать в отчёте за прошедший год и узаконить в составе плана следующего года. Даже если вы по каким-то причинам попали под неусыпное око надзирающих товарищей, что на сегодня касается только Кузбасса, ну внесли несколько раз в году изменения в план и согласовали эти изменения с Ростехнадзором. Это всё же на порядок менее хлопотно, нежели бегать на госэкспертизу с дополнениями в проект.

В умелых руках обоснование безопасности может стать эффективным механизмом повышения уровня промышленной безопасности при одновременном снижении издержек и административных мытарств.

*Виктор Владимирович Грицков,
исполнительный директор
ООО «Союз маркшейдеров России»
тел.(499)263-15-55
E-mail: 2631555@mail.ru*

ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ



Утверждаю:

Президент

Союза маркшейдеров России

В.С. Зинич

« » мая 2013 г.

РЕШЕНИЕ

Научно-практической конференции «ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ И ОХРАНА НЕДР»

24.05.2013 г.

г. Кисловодск

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 повышению качества геолого-маркшейдерских работ.

2. Рекомендовать руководству нефтегазодобывающих организаций: предусмотреть в планах работ на 2013 г. участие в мероприятиях по реализации Межотраслевой научно-технической программы «Рациональное и безопасное недропользование», включая развитие геоинформационных технологий, разработку корпоративных нормативно-методических документов по использованию прогрессивных технологий.

3. Рекомендовать руководителям геологических и маркшейдерских и иных инженерных служб нефтегазодобывающих организаций обеспечить:

- организационно-техническую поддержку деятельности кафедр геологии и 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 хоздоговорных работ;
- участие специалистов маркшейдерских служб в работе XV Международного маркшейдерского конгресса (сентябрь 2013 г., ФРГ, г.Аахен) и доработке проекта «Справочника маркшейдера»;
- 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.

4. Поддержать решение Консультативного совета по рациональному и безопасному недропользованию в ТЭК при председателе Комитета Государственной Думы Российской Федерации по энергетике по вопросам внесения:

- дополнений в проект федерального закона «О внесении

- изменений в Закон Российской Федерации «О недрах», подготовленный Ростехнадзором в части включения в него вопросов планов и схем развития горных работ;
- в проект дополнений и изменений в «Требования к ведению государственного реестра опасных производственных объектов в части присвоения наименований опасным производственным объектам для целей регистрации в государственном реестре опасных производственных объектов», утвержденные приказом Ростехнадзора от 07.04.2011 №168;
- дополнений и изменений в проект приказа Ростехнадзора «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта»;
- дополнений и изменений в проект приказа «О внесении изменений в Положение об организации работы по подготовке и аттестации специалистов организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденное приказом Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29 января 2007 г. №37»;
- предложений по отмене приказа Минобрнауки России от 14.05.2012 г. №398 о присоединении Московского государственного горного университета к Национальному исследовательскому технологическому университету «Московский институт стали и сплавов» (МИСиС) в качестве структурного подразделения с целью сохранения Московского государственного горного университета как крупнейшего центра горной науки и образования.

5. Поручить Центральному Совету Союза маркшейдеров России создать рабочую группу по совершенствованию нормативного обеспечения производства маркшейдерских работ.

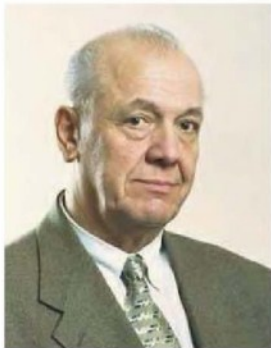
6. В связи с открытием музея истории маркшейдерского дела при Союзе маркшейдеров России обратиться к горной и маркшейдерской общественности с просьбой о пополнении фонда музея приборами, инструментами, технической литературой, образцами документации, связанными с историей становления маркшейдерского дела.

7. 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.

В.В. Грицков,
исполнительный директор
ООО «Союз маркшейдеров России»

80 лет Клименту Николаевичу Трубецкому



3 июля 2013 г. исполнилось 80 лет выдающемуся ученому в области горных наук, комплексного освоения недр Земли и экологии, академику Российской академии наук Трубецкому Клименту Николаевичу.

После окончания с отличием в 1953 г. Норильского горно-металлургического техникума работал на приисках Чукотки горным мастером и начальником промысловых приборов. С 1955 г. – старший техник и начальник гидроискательного отряда института «Сибцветметпроект».

Окончив в 1961 г. с отличием Московский институт цветных металлов и золота им. М.И.Калинина начал научно-исследовательскую деятельность младшим научным сотрудником в Институте горного дела АН СССР (с 1965 г. ИГД им. А.А.Скочинского), где защитил в 1965 году кандидатскую диссертацию. В 1967 г. был переведен на работу в Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта АН СССР на должность старшего научного сотрудника.

Свои потенциальные возможности К.Н. Трубецкой в полной мере раскрыл в ИПКОН АН СССР — головном институте в области теории и практики комплексного освоения и сохранения недр, куда был приглашен в 1977 г. в качестве старшего научного сотрудника. В 1981 г. был избран заведующим лабораторией теории открытой разработки месторождений, а с 1987 по 2003 гг. возглавлял этот институт, где он по совместительству продолжает работать главным научным сотрудником в качестве руководителя тем и проектов по ФЦП и программам Президиума РАН, а также куратора программы фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН.

Следует выделить, прежде всего, пять крупных направлений, в становление, организацию и развитие которых К.Н. Трубецкой внес огромный вклад: комплексное освоение и сохранение недр Земли (стратегическое направление в горных науках); создание научных основ и методов проектирования параметров горных предприятий, новых видов оборудования и технологий его применения; методов управления геомеханическими и технологическими процессами при освоении недр; состояние, перспективы и методология развития горных наук, их место в системе наук о Земле; историко-публицистическая деятельность.

60-летняя научная, инженерная, педагогическая и научно-организационная деятельность, ее результаты, удачное сочетание дара талантливого ученого и прекрасного организатора науки снискали Клименту Николаевичу непререкаемый авторитет выдающегося ученого и международное признание как современного лидера отечественных и мировых горных наук. Он избран иностранным членом Академии инженерных наук Сербии, постоянно действующего Международного организационного комитета Всемир-

ного горного конгресса, почетным научным сотрудником Института горного дела им. Д.А.Кунаева Республики Казахстан, профессором Солфордского университета (Великобритания).

К.Н. Трубецкой является автором 845 публикаций, включая 57 монографий, 7 учебников и 95 патентов на изобретения. Многие его труды изданы в Австралии, Бельгии, Болгарии, Великобритании, Германии, Индии, Испании, Китае, Польше, США, Чехии, Словакии, Японии и других странах. Его достижения в области науки, техники и образования отмечены Государственной премией СССР (1990 г.), Государственной премией РФ (1998 г.), Премией Президента РФ (2000 г.), 3-мя Премиями Правительства РФ (1999, 2002 и 2008 гг.). К.Н. Трубецкой лауреат 2-х премий и золотой медали им. Н.В. Мельникова АН СССР и РАН.

За выдающийся вклад в развитие отечественной науки в области освоения недр и многолетнюю плодотворную работу К.Н. Трубецкой награжден орденами «За заслуги перед Отечеством» III и IV степени, Дружбы народов, многими медалями. Он является кавалером всех трех степеней почетного знака «Шахтерская слава» и трех степеней знака «Горняцкая слава».

К.Н. Трубецкой подготовил 35 докторов и кандидатов наук для нашей страны, Армении, Казахстана и Украины; среди его учеников – члены РАН, АГН, РАЕН.

Особенно приятно отметить то благоприятное влияние на развитие маркшейдерской науки, которое оказали основополагающие статьи Климента Николаевича: «Состояние и проблемы отечественной маркшейдерии», «Особенности геомеханического и маркшейдерского обеспечения комплексного освоения недр», «Состояние и проблемы освоения подземного пространства Москвы» и др.

Его содержательные выступления на Международных маркшейдерских конгрессах существенно укрепили авторитет нашей науки на мировом уровне.

Климент Николаевич ведет большую научно-организационную и общественную работу, являясь более 20 лет председателем Научного совета РАН по проблемам горных наук, председателем Экспертного совета ВАК России, вице-президентом Академии горных наук, руководителем ведущей научной школы в области комплексного освоения и сохранения недр Земли, членом многих научных и общественных объединений. Его творческая активность и авторитет способствует дальнейшей интеграции отечественного и международного научного потенциала для решения современных проблем использования ресурсов национальных минерально-сырьевых комплексов.

Сердечно поздравляя Климента Николаевича со знаменательным Юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, многих лет жизни, творческой энергии для дальнейшей плодотворной деятельности на благо российской науки и развития комплексного освоения и сохранения недр Земли!

*Президиум Российской академии наук;
Институт проблем комплексного освоения недр РАН;
Российский государственный геологоразведочный университет;
Московский государственный горный университет;
ИГД им. А.А. Скочинского;
Союз маркшейдеров России;
Редакция журнала «Маркшейдерский вестник»*

Не стало...

Владислава Николаевича Попова



20 июня 2013 г. на 73 году жизни после продолжительной болезни скончался заведующий кафедрой маркшейдерского дела и геодезии Московского государственного горного университета, член Союза маркшейдеров России Владислав Николаевич Попов.

За период своей многолетней работы Владислав Николаевич создал научную школу в области маркшейдерии, геомеханики и геометрии недр, внес существенный вклад в создание многоуровневой системы подготовки инженеров - маркшейдеров, развитие международного сотрудничества в области науки и образования, подготовки научных кадров: им подготовлены 10 докторов и 30 кандидатов технических наук.

В течение последних лет Владислав Николаевич вел активную научную работу в области создания эффективных и безопасных конструкций нерабочих бортов карьеров

в условиях комбинированной и повторной разработки месторождений, с учетом полноты исследования недр и горно-экологического мониторинга среды. Результаты его научных исследований реализованы при строительстве и эксплуатации таких крупных горнодобывающих предприятий как Жайремский, Сорский, Коунрадский, Тырнаузский, Жезказганский, Зодский, Алтай-золото, Армзолото, Енисейзолото, Сухой Лог, Печанганикель, Тин-Тук (Вьетнам), ЭРДЭНЭТ (Монголия), СО «Монголросцветмет», также им разработаны оптимальные конструкции бортов Афанасьевского, Вольчинского, Олимпиадинского карьеров.

Он автор свыше 220 печатных трудов в области маркшейдерии, геометрии и квалитметрии недр, среди них 12 монографий, учебников и учебных пособий, справочник, энциклопедия и более 30 авторских свидетельств и патентов.

Попов Владислав Николаевич награжден знаками «Шахтерская слава» I, II, III степени, Юбилейной медалью «290 лет» Ростехнадзору.

Похоронен Владислав Николаевич на Троекуровском кладбище.

Коллективы сотрудников Московского государственного горного университета, Союза маркшейдеров России, горная научная и производственная общественность, многочисленные ученики и друзья, редакция и редсовет НТиП журнала «Маркшейдерский вестник» скорбят о Владиславе Николаевиче, выражают искренние соболезнования его родным и близким и навсегда сохраняют в своих сердцах светлую память о нем...



 TOPCON SOKKIA



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

Закрытое Акционерное Общество
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ  [®]
ПРИБОРЫ

Официальный дилер Topcon Sokkia



SOKKIA

TOPCON

197101, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Монетная, д.16
Тел./факс: (812) 363-43-23, e-mail: office@geopribori.ru
www.geopribori.ru, www.геоприборы.рф



ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ CARLSON SURVEY • CARLSON MINING

Автоматизация маркшейдерских работ

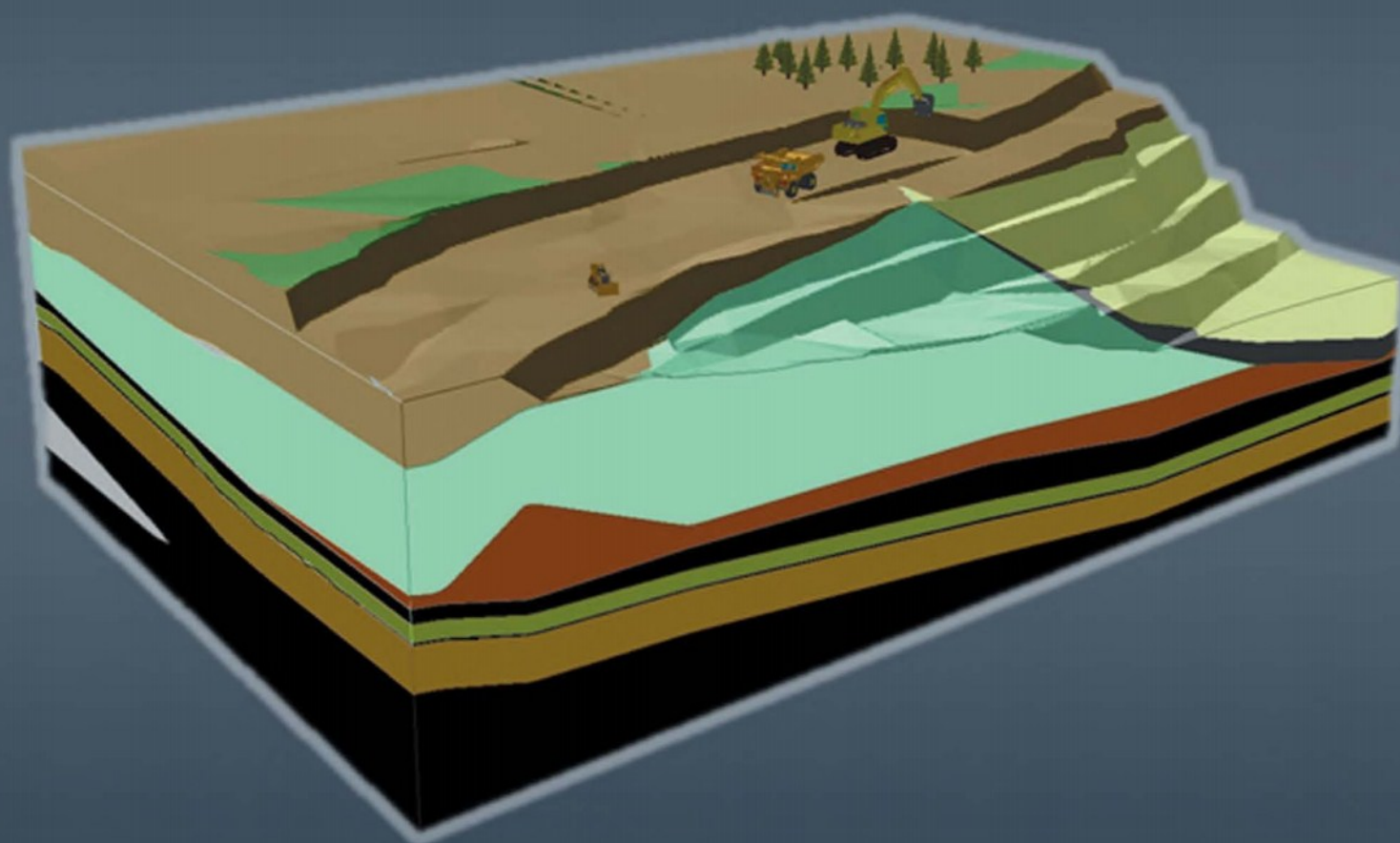
Геологическое моделирование и
анализ месторождения

Планирование добычи

Проектирование технологической схемы драглайна

Проектирование карьеров

Планирование разработки карьера с учетом характеристик
оборудования и графиков его работы



Carlson Software - разработчик
программного обеспечения
для горнодобывающей
промышленности.
Internet: www.carlsonsw.com



НИП-Информатика – официальный
представитель Carlson Software в России.
Россия, 192102, г. Санкт-Петербург
ул. Фучика, дом 4, лит. К
Тел/факс: +7 (812) 321-0055
E-mail: carlsonsw@nipinfor.ru
Internet: www.carlsonsw.ru



Электронные тахеометры серии OS (Onboard Station)



ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ
инструменты и технологии для геодезии и строительства

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



12-15 ноября 2013

Москва, ВВЦ, пав. 69, 75

19-я Международная промышленная выставка
Металл-Экспо'2013



Международная выставка
металлопродукции и металлоконструкций
для строительной отрасли



МеталлСтройФорум'2013



Международная выставка
оборудования и технологий
для металлургии и металлообработки

МеталлургМаш'2013

Международная выставка
транспортных и логистических
услуг для предприятий ГК

МеталлТрансЛогистик'2013

www.metal-expo.ru



Оргкомитет выставки:
тел./факс +7 (495) 734-99-66

Генеральный информационный партнер:
специализированный журнал «Металлоснабжение и сбыт»