

УДК 622.28.017+531.746

**Д.В. Барышников**

## **КОНТРОЛЬ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СДВИЖЕНИЙ ЗАКЛАДОЧНОГО МАССИВА ПРИ НИСХОДЯЩЕЙ РАЗРАБОТКЕ КРУТОПАДАЮЩИХ РУДНЫХ ТЕЛ**

*Приведены результаты наблюдений за сдвижением закладочного массива при отработке кимберлитовой трубки «Интернациональная» АК «Алроса» с применением слоевой нисходящей системы разработки.*

*Ключевые слова: закладочный массив, вертикальные сдвигения, слоевая нисходящая система, инклинометр, контроль.*

**Семинар № 2**

**П**рименение систем разработки с закладкой выработанного пространства – наиболее перспективный способ рационального использования недр, обеспечивающий повышение безопасности ведения горных работ с минимальными потерями и разубоживанием руды.

Одним из вариантов разработки крутопадающих месторождений, представленных высокоценными и слабоустойчивыми рудами, является слоевая нисходящая система разработки с твердеющей закладкой. В отличие от восходящего порядка отработки, обеспечивающего формирование монолитного искусственного массива, слоевая нисходящая выемка приводит к образованию пустот на границе смежных слоев за счет технологического недозаклада и усадки закладки. По мере отработки запасов создается искусственный массив блочной структуры, объем пустот в котором постепенно накапливается. Данное обстоятельство может привести к активизации процесса сдвижения, параметры которого во многом будут определяться величиной технологического недозаклада, оценить которую расчетным путем не представляется возможным. От успешного решения во-

просов контроля и управления состоянием формируемой искусственной кровли во многом зависит эффективность и безопасность последующей отработки нижележащих запасов.

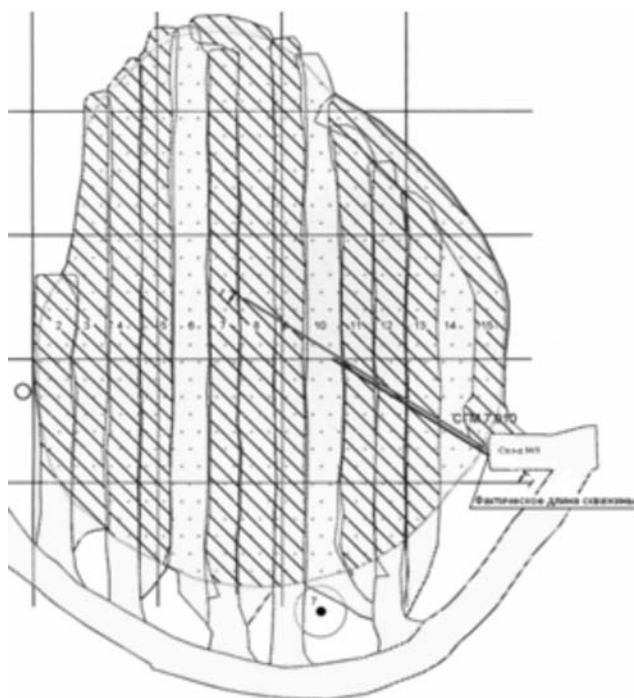
Учитывая геомеханические и горнотехнические условия разработки месторождения, выемка запасов в блоке 7/8 рудника «Интернациональный» АК «Алроса» осуществляется с применением слоевой нисходящей системы с твердеющей закладкой и комбайновой отбойкой руды. Для обеспечения производительности рудника рудное тело разделяется на блоки, высотой 90 м. В каждом блоке выделяются разрезные слои, разделяющие его на три подэтажа (по 5–6 слоев в каждом), от которых начинается развитие фронта очистных работ [1]. Вовлечение подэтажей в отработку осуществляется в нисходящем порядке. Отработка горизонтальных (слабонаклонных) слоев осуществляется по камерно-целиковой схеме тупиковыми заходками первой, второй и третьей очереди, параметры которой составляют 5×5 м.

Для контроля прогиба закладочного массива разрезного слоя 34 (блока 7/8) при его подработке использован

Таблица 1  
**Вертикальные смещения закладки разрезного  
 слоя 34 при его подработке**

Дата замера	Отработанные ниже- лежащие слои	Приращение осад- ки на удалении 30 м от контакта руд- ного тела, мм	Суммарное вертикаль- ное смещение на удале- нии 30 м от контакта рудного тела, мм
13.09.2006 г.	-	0	0
09.12.2006 г.	Слой 33	172	172
20.09.2007 г.	Слой 32, 31	139	311
17.03.2008 г.	Слой 30,35	106	417
13.05.2008 г.	Слой 29	38	455
17.01.2009 г.	-	33	488

метод скважинной инклинометрии [2]. Наблюдения проводились в субгори-  
зонтальной скважине, обсаженной  
полиэтиленовой трубой с внутренним  
диаметром равным 90 мм (рис. 1).  
Поскольку максимальные сдвигения  
ожидались в центральной части слоя,  
глубина скважины было принята рав-  
ной половине диаметра трубки (46 м).  
Измерения в скважине начаты после



**Рис. 1. Схема расположения наблюдательной  
 скважины в слое 34 блока 7/8**

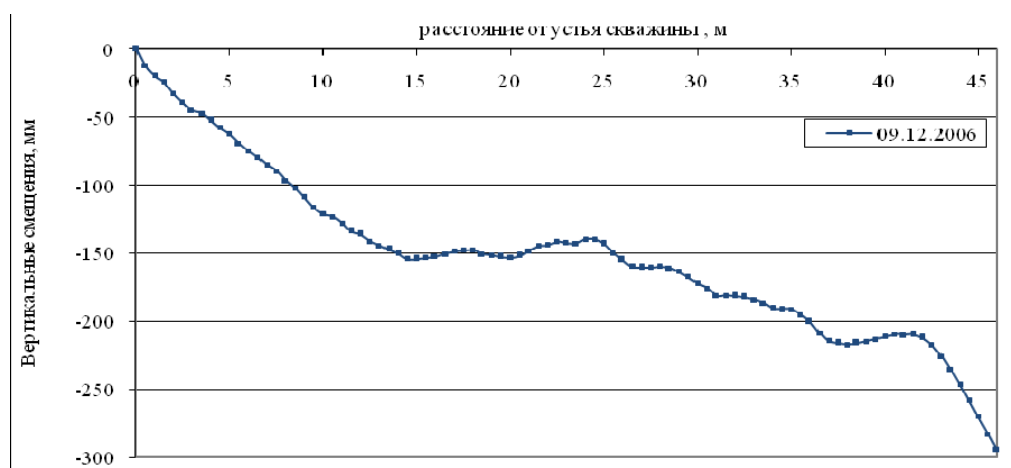
отработки лент 14 и 11 в нижележа-  
щем слое 33 (рис. 2) В качестве изме-  
рительного элемента использовался  
разработанный в ИГД СО РАН мало-  
габаритный скважинный зонд, позво-  
ляющий через равные интервалы из-  
мерять угол наклона обсадной трубы  
[2]. Результатом измерений является  
накопление массива данных, где каж-  
дому углу наклона соответствует рас-  
стояние от устья скважины,  
по которым рассчитывается  
ее профиль. Количес-  
венная оценка осадки слоя  
будет определяться разности  
между начальным и  
текущим профилем сква-  
жины.

На рис. 3 приведен  
 график вертикальной  
 осадки по глубине контро-  
лируемой скважины после  
 отработки и закладки ни-  
 жележашего слоя 33. Ана-  
 лиз результатов позволяет  
 отметить следующее:

- максимальный про-  
гиб скважины (разрезного  
слоя) зарегистрирован в  
центральной части трубки,  
а его величина составила  
около 300 мм;
- отмечается нерав-  
номерный характер осадки  
слоя закладки, причиной



**Рис. 2. Профиль расположения наблюдательной скважины на момент снятия начального отсчета**



**Рис. 3. Вертикальные смещения слоя 34 (начальный отсчет: 13.09.2006 г.) по глубине скважины после полной отработки нижележащего слоя 33**

которого может служить неоднородность пригрузки заходок за счет этапности их отработки и конвергенции «кровля – почва» разрезного слоя, а также различная степень недозаклада и, как следствие, отпора заходок нижележащего слоя.

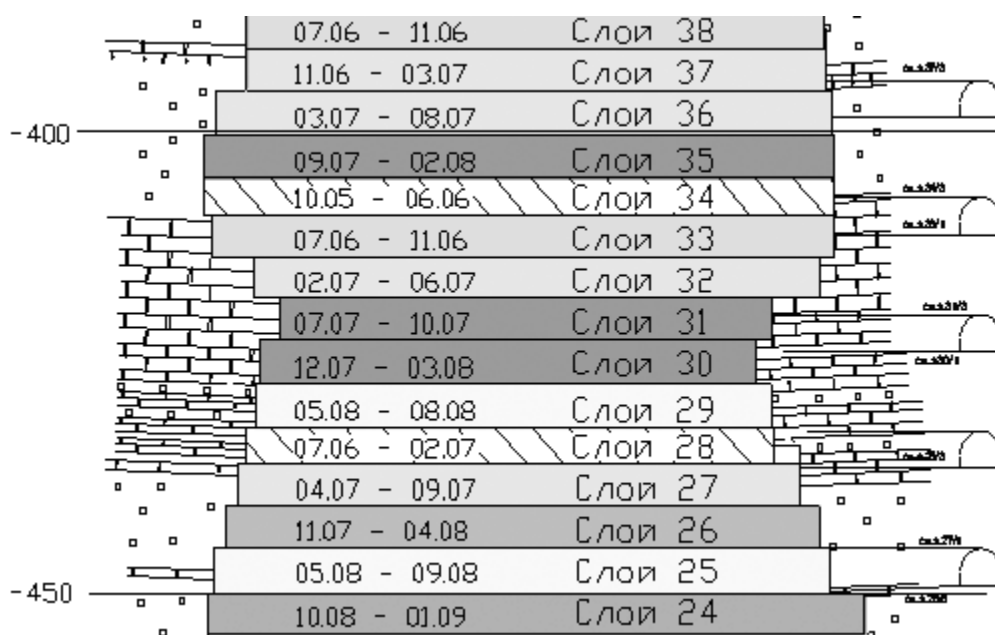
Последующие циклы измерений в процессе выемки нижележащих слоев в подэтаже (рис. 4) показали, что по мере удаления обрабатываемых слоев от разрезного, отмечается тенденция уменьшения их влияния на величину прогиба (рис. 5, табл. 1):

- при отработке слоев 32 – 31 кривая осадок слоя 34 носит более плавный характер с образованием плоского дна мульды сдвижения (на

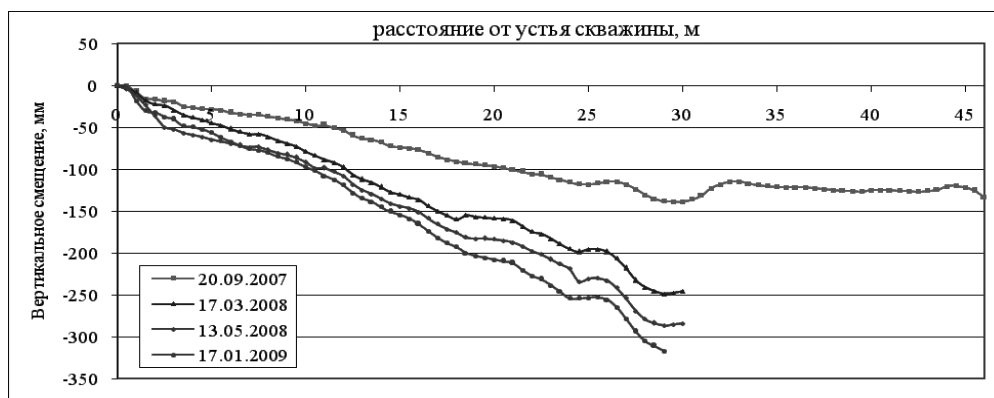
удалении 20 м от устья скважины) в центральной части трубки; приращение осадки в центре слоя (45 м от устья скважины) составило около 120 мм (рис. 5), а суммарная осадка после отработки слоев 33, 32 и 31 – около 420 мм (300 мм + 120 мм);

- при выемке слоя 30 и пригрузке слоя 34 за счет отработки и закладки слоя 35 (при этом произошла подрезка обсадной трубы на удалении 30 м от устья скважины) суммарная величина осадки на глубине 30 м достигла 417 мм (табл. 1);

- при выемке слоя 29, завершающей отработку подэтажа (слои 34–29), суммарная величина вертикального сдвижения на удалении 30 м



**Рис.4. Вертикальный разрез блока 7/8 рудника «Интернациональный» и сроки отработки слоев (месяц, год)**



**Рис. 5. Вертикальные смещения слоя 34 (начальный отсчет: 17.02.2007 г.) по глубине скважины после отработки нижележащих слоев 32 – 24**

от контакта закладки с вмещающими породами составила 455 мм;

- результаты замера 17.01.2009 г. показали, что процесс сдвижения разрезного слоя 34 не завершен даже после полной отработки 10 нижележащих слоев (слои 33 – 24), а его

осадка на удалении 30 м от контакта закладки с вмещающими породами достигла величины 488 мм.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что характер развития процесса сдвижений свидетельствует об отсутствии проскальзывания на

контакте закладки с вмещающими породами, что приводит к образованию пустот на границе смежных слоев в этой зоне (за счет усадки и недозаклада), а в его центральной части – к образованию плоского дна мульды сдвижения, т.е. смыканию смежных слоев.

В заключение отметим следующее:

- метод скважинной инклинометрии и разработанные технические средства позволяют контролировать развитие процесса сдвижений закладочного массива при его подработке с достаточной для практических целей точностью;

дочного массива при его подработке с достаточной для практических целей точностью;

- полученные результаты вертикальных сдвижений закладочного массива могут быть использованы для адаптации расчетной геомеханической модели при численной оценке НДС подрабатываемого массива с целью обеспечения безопасности отработки запасов, выбора параметров очистных заходов и оптимизации нормативной прочности закладочной смеси.

*Работа выполнена при финансовой поддержке института «Якутнипроалмаз» и Гранта РФФИ № 08-08-00113А*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Временная технологическая инструкция* по применению слоевых систем разработки с твердеющей закладкой на руднике «Интернациональный», АК «Алроса», г. Мирный, 2004 г.

2. *Барышников В.Д., Качальский В.Г., Барышников Д.В.* Опыт применения инклинометрического метода для контроля за сдвигами закладочного массива при

подземной разработке месторождений. *ГеоСибирь-2007*, том 5, СГА, г. Новосибирск, 2007 г.

3. *Барышников В.Д., Барышников Д.В.* Организация и проведение наблюдений за сдвигами закладочного массива при его подработке. ГИАБ, №12, МГУ, г. Москва, 2008 г. **ГИАБ**

### Коротко об авторе

*Барышников Д.В.* – мл. научный сотрудник лаборатории диагностики механического состояния массива горных пород, Институт горного дела СО РАН ИГД СО РАН, e-mail: [vbar@misd.nsc.ru](mailto:vbar@misd.nsc.ru)



## ДИССЕРТАЦИИ

### ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
<b>АЛЪМЕТЬЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ</b>			
МИНДИЯРОВА Нина Ильинична	Снижение работы трения в резьбовых соединениях насосно-компрессорных труб направленным акустическим воздействием	05.02.13	к.т.н.