

УДК 624.131.37(07)

И.М. Паланкоев

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГЛУБОКИХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

Рассмотрены основные факторы, влияющие на эффективность строительства и эксплуатации стволов. Отмечена необходимость более полного учета технологических факторов. Сформулированы новые подходы к проектированию крепи стволов.

Ключевые слова: вертикальный ствол, чугунно-бетонная крепь, крепление ствола.

В современном горнодобывающем производстве наблюдается постоянная тенденция к увеличению глубины разработки полезных ископаемых в условиях ухудшения горно-геологических условий вскрытия.

Компенсация усложняющихся условий разработки и эксплуатации крупных месторождений стратегических видов минерального сырья (таких как алмазоносные месторождения) при комплексном освоении недр возможна только при принятии уже на ранних стадиях проектирования рациональной геотехнологической стратегии, как руководящей идеи разработки всего месторождения в целом.

В рамках такой стратегии должен быть принят ряд важнейших проектных решений, включая такие как: выбор способа и технологии вскрытия месторождения полезного ископаемого; определение принципов использования выработанного пространства; обеспечением полноты и комплексности освоения недр и минимизацией экологического воздействия на окружающую природную среду.

Эффективность и безопасность разработки месторождений стратеги-

ческого сырья во многом зависят от того, насколько параметры горных работ соответствуют геомеханическому состоянию породного массива. Основной целью принимаемых проектных решений при этом остается предотвращение аварийных ситуаций при освоении недр, повышение безопасности и эффективности горных работ, обеспечение сохранности и нормальной эксплуатации зданий и сооружений, попадающих в зону влияния, и охрана природной среды.

Ниже подробно проанализирован опыт проходки ствола ВВС подземного рудника «Удачный». Ствол пройден до глубины 964,2 м, сдан в эксплуатацию 01.10.2008 года.

Вскрытие месторождения предусматривалось 3 вертикальными стволами и наклонным съездом с бермы карьера (рис. 1). Пересекаемые породы представлены доломитами, с переслаиванием трещиноватых и кавернозных известняков. С отметки -190,0 м прослеживается высокие битуминозность и нефтепроявления, с отметки -540,0 м выделение в воздух выработок горючих газов (метана с примесями водорода и тяжелых углеводородов) и флегматизаторов горе-

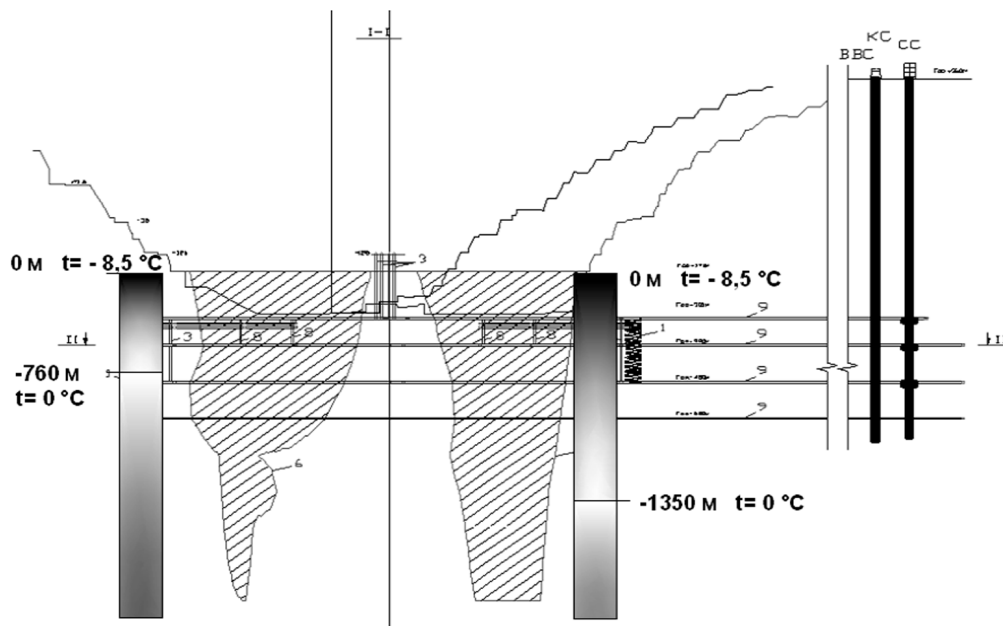


Рис. 1. Схема вскрытия кимберлитовой трубки «Удачная»

ния (азота, диоксида углерода и небольшого количества инертных газов).

Подземные воды представлены высокоминерализованными рассолами с содержанием солей Са, Mg, Na и Калия с минерализацией до 420 г/л. (Известно, что такое содержание солей вызывает химический ожог при попадании на кожу). Проходка ствола велась по неслучайному нефтегазональному месторождению, при этом зона газовой разгрузки месторождения зафиксирована до глубины 400 м. В этой зоне пластового давления газа не фиксируется. С глубиной пластовое давление последовательно возрастает с 30 атм на глубине 500 м до 75 атм на глубине 964 м.

При проходке вентиляционно-вспомогательного ствола, которую осуществляет ОАО «Ростовшахтострой», в зоне нефтегазопоявления при производстве взрывных работ на отм. -657,5 м 9 августа 2006 г., произошло воспламенение нефти и

вспышки газовой смеси, в результате чего произошло нарушение целостности обшивки проходческого копра и деформация фахверков (рис. 2).

22 ноября 2007 г. на отм. -890,0 м произошел второй взрыв, приведший к деформированию труб вентиляции, повреждению 18 сэндвичпанелей и деформациям 7 вертикальных стоек проходческого копра, нарушению остекления в помещении рукоятчика-сигналиста и др.

30 апреля 2007 г. аналогичная авария произошла и в скиповом стволе подземного рудника «Удачный», который проходил силами ООО «Альянс горных предприятий». Причинами возникновения взрывоопасных и пожароопасных ситуаций в условиях рудника «Удачный» комиссия сочла возможные динамические газопоявления (суфляры), струйные газовыделения, а также выделения жидкой нефти и битумов.



Рис. 2. Деформации обшивки копра

Мною также были подробно опрошены свидетели аварийной ситуации, после чего разработана альтернативная гипотеза, объясняющая возникновение взрывоопасной ситуации при проходке ствола и позволяющая проектировать организационно-технические мероприятия взрывозащиты стволов для обеспечения их дальнейшей безаварийной проходки.

Известно, что район трубки «Удачная» относится к Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции, которая имеет площадь 2,8 мил. км² и захватывает районы Красноярского края, Иркутской области и Якутской республики. Нефтегазонакопления отмечаются в северо-западной части в верхнем палеозое. В Тунгусской синеклизе продуктивные пласты прорваны большим числом магматических интрузий. Коллекторы представлены

песчаниками и другими трещиноватыми породами.

Обратим внимание на то, что график распределения температур по глубине ствола имеет несколько необъяснимых, на первый взгляд, скачков (рис.1). Так, в рудном теле Западный нулевая изотерма располагается на глубине 750–800 м как в самой трубке, так и во вмещающих породах. Но в Восточном рудном теле нулевая изотерма проходит на глубине 1350 м.

В данных Батуобинской газонефтепоисковой экспедиции опытным путем установлено, что глубина зимнего промерзания пород составляет не более 5 м от поверхности, которая летом оттаивает. Датчики, поставленные по глубине разведочных скважин, показали, что уже на глубине 10 м от поверхности не зафик-



Рис. 3. Разрушения внутри копра

сированы изменения температур в зависимости от температуры на поверхности. Следовательно, для того, чтобы проморозить 1350 м от поверхности, зимняя температура должна быть порядка $-1000\text{ }^{\circ}\text{C}$, но, как известно, ниже $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ температуры не бывает. Поэтому происхождение вечномерзлых пород на руднике «Удачный» и особенности их распределения является неизученным вопросом.

Рассмотрим более подробно изменение температурных условий по глубине для проектируемого скипового ствола рудника «Удачный». Данные, полученный для разведочных скважин, представлены в таблице.

Такой характер изменения температурных условий можно объяснить тем, что ствол в верхней части попадает в крутопадающий разлом.

Характерной особенностью данного нефтегазоносного района является геотермическая аномалия, связанная с созданием, так называемых вечномерзлых пород и сильно охлажденных рассольными газоконденсатами продуктивных пластов, предельно насыщенных газами в зависимости от конкретных величин давления, температур и концентрации рассолов. При этом, низкая температура пород, на мой взгляд, есть результат постоянного движения вверх газоконденсата, сжатого на больших глубинах давлением, практически пропорционально гидростатическому столбу. Имея постоянную тенденцию к разгрузке, перемещаясь вверх к меньшему давлению, происходит адиабатический процесс с увеличением объема и поглощением энергии. Газы поднимаются из астеносферы, с глубины 150–

Глубина от поверхности, м	56,3	180	390	410	515	620	730	845	950	1050
Температура, $^{\circ}\text{C}$.	-8,5	-8,5	-7,5	-6,5	-5,5	-4,5	-3,5	-2,5	-1,5	-0,5

250 км. Видимо, с процессом поднятия газов связано и вынос алмазов по кимберлитовым трубкам.

Наличие на глубине 1350 м зоны пониженных температур говорит о тектоническом разломе во вмещающих породах трубки «Удачная». По разлому идет активное движение газа снизу вверх, а возможно, и движение рассола. Это необходимо учитывать при проектировании стволов.

Основываясь на выдвинутом предположении необходимо отметить, что работы по водопонижению, а также любое строительство вертикальных и горизонтальных выработок, приведет к дегазации всего массива и частичный нагрев пород. Сохранить вечную мерзлоту вокруг стволов не удастся, поэтому проектировать стволы необходимо с учетом возможности деформирования устьев ствола.

В процессе разработки месторождения изменится газовый режим высоконапорных горизонтов. При существующем режиме углеводород рас-

творен под действием огромных пластических давлений. При осушении и снятии основных напоров, выделение газа возрастет за счет перетока рассолов из ниже лежащих комплексов по разломам и за счет выделений газа по поровому пространству, а также за счет выделения газов из гидратов, находящихся на данном этапе в виде спрессованного снега в условиях низких температур и высокого давления. При снятии давления возможно появление из газоконденсата тяжелых углеводородов, а возможно и нефти. Поэтому, необходимо предусматривать в стволе средства для борьбы с пожароопасностью, комплекс нефтесброса.

Необходима комплексная добыча и переработка горно-химического сырья, нефти, углеродов и алмазов на данном месторождении. Захоранивать поднятый на поверхность рассольный газоконденсат с ценными элементами, находящимися в рассолах в промышленных количествах, экономически невыгодно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Специальные* предприятия газового режима при ведении горных работ на руднике «Удачный» на период строительства до выхода на проектную мощность. Мирный: ЯкутНИПРОалмаз, 2004.

2. *Материалы* официального расследования причин и обстоятельств аварии в вентиляционно-вспомогательном стволе рудника «Удачный», произошедший 9 августа 2006 г. – Удачный, 2006.

3. *Материалы* по расследованию аварии, произошедшей 22 ноября 2007 года в вентиляционно-вспомогательном стволе рудника

«Удачный» АК «Алроса». – Удачный, 2007. – 173 с.

4. *Специальные* мероприятия газового режима при ведении горных работ на подземном руднике «Удачный» в условиях нефтегазопроявлений на период строительства до выхода на проектную мощность. – Мирный: ЯкутНИПРОалмаз, 2008. – 143 с.

5. *Ягодкин Ф.И.* Передовой опыт проходки вертикальных стволов на отечественных и зарубежных шахтах / ЦНИЭИуголь. – М., 1992. – 124 С.

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Паланков Ибрагим Магамедович – президент Объединенной шахтостроительной компании «СОЮЗСПЕЦСТРОЙ», oshk@souzspecstroy.ru