

ВЛИЯНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОРОДНЫХ ОБНАЖЕНИЙ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ НА СТАДИИ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

Гриб Н. Н., Кирейченков А. А., Кузнецов П. Ю.

Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова» в г. Нерюнгри, Республика Саха (Якутия), Россия (678960, Республика Саха (Якутия), г. Нерюнгри, ул. Кравченко, 16), e-mail: kireychenkov@nerungriugol.ru

В статье представлены авторские исследования изучения влияния горно-геологических факторов на устойчивость породных обнажений при проведении подготовительных горных выработок на шахтах Южной Якутии. Рассмотренные в статье исследования проводились на глубинах шахт от 100 до 400 метров и включали в себя следующие методы: зарисовка вывалов горных пород; определение мощности слоев и пропластков горных пород, слагающих кровлю; замеры геометрических параметров выработки в проходке на месте вывала с замером зоны обрушения горных пород; замеры времени устойчивого состояния обнажения пород кровли до потери устойчивости. По результатам проведенного исследования с учетом ранее проведенных работ и накопленного статистического материала были установлены основные литологические типы горных пород и связанные с ними характерные для Южной Якутии типы вывалов горных пород, ведущих к нарушению устойчивости кровель рассматриваемых шахт. А также установлены зависимости времени устойчивого состояния породного обнажения от мощности слоя и от литологического типа горной породы. Полученные авторами результаты позволяют прийти к выводу, что существующие действующие рекомендации по повышению устойчивости породных обнажений не в полной мере могут дать необходимые сведения для своевременного уточнения и принятия мер по повышению устойчивости шахт, расположенных на территории Южной Якутии.

Ключевые слова: Кровля горной выработки; тектонически напряженная зона; устойчивость горной выработки, вывал горной породы; слой горной породы; литологический тип горной породы.

THE INFLUENCE OF MINING AND GEOLOGICAL FACTORS ON THE STABILITY OF ROCK OUTCROPS IN THE PRELIMINARY DEVELOPMENT ON THE STAGE OF THEIR REALIZATION

Grib N. N., Kireychenkov A. A., Kuznetsov P. Y.

Technical Institute, North-Eastern Federal University in Neriungry, Sakha Republic (Yakutia), Russia (678960, Sakha Republic (Yakutia) Neriungry, 16 Kravchenko Str.), e-mail: kireychenkov@nerungriugol.ru

The article represents original investigations of studying the influence of mining and geological factors on the stability of rock outcrops under the circumstances of preliminary development on the mines of South Yakutia. The investigations were held on the depth of 100 to 400 meters and included the following methods: drawing of rock falls; the calculation of the layers' thickness and interstratified rocks which make the roof; measurements of the geometrical parameters of the output in the roadway on the place of fall together with the calculation of the zones of rock fall, calculation of the stable condition time of the outcrop of the roof rock till the lack of stability. According to the results of earlier works and of the accumulated statistic materials the basic lithologic types of rocks were defined. The peculiar types of South Yakutia fall rocks which cause the violation of stability of the roof mines were determined. The dependence of stable condition time on the thickness of the seam and lithologic type of the rock were also found out. The obtained results allow the authors to conclude the following: the existing recommendations of increasing the stability of rock outcrops functioning now can't give the necessary information for the well-timed accurate definition and taking measures for increasing the stability of mines situated on the territory of South Yakutia.

Key words: roof of the roadway, tectonically tense zone, stability of the roadway, rock fall, layer (seam) of the rock, lithologic type of rock.

Введение

Исследованиями российских и зарубежных ученых установлено множество горно-геологических и горнотехнических факторов, неоднозначно влияющих на удароопасное

состояние массивов. Поэтому решение проблемы динамических проявлений горного давления на месторождениях с учетом накопленного опыта при строительстве и отработке удароопасных месторождений весьма актуально.

Динамические проявления горного давления по силе и характеру проявления подразделяются на горные удары, горно-тектонические удары, микроудары, толчки, стрельания. К внешним признакам склонности массива к динамическим проявлениям горного давления относится интенсивное заколообразование и шелушение пород [1,2,8].

Геодинамические явления, в первую очередь горные удары, вызываются природными высокими напряжениями, складывающиеся с дополнительной нагрузкой, вызванной ведением горных работ в породах, склонных к хрупкому динамическому разрушению. Как показали наблюдения за произошедшими горными ударами и участков с категорией «Опасно», большая часть из них приурочена к тектонически напряженным зонам (ТНЗ), сформированным тектоническими нарушениями, в первую очередь к разрывным нарушениям [3,5].

На этапе проектирования месторождений тектонически-напряженные зоны выявляются с помощью геодинамического районирования. В процессе разработки месторождений геологические и инструментальные наблюдения в выработках, сейсмический и деформационный мониторинг и построение модели месторождения позволяют конкретизировать и уточнить положения ТНЗ.

По результатам исследований на шахтах «Эрчим-Тхан», «Денисовская», «Инаглинская», более 50 напряженных и около 80 разгруженных участков, выделенных отличительными геологическими признаками тектонически-напряженных и разгруженных участков (табл. 1). На напряженных участках зона повышенных напряжений имеет высокую интенсивность и находится на самом шве разлома, на разгруженном участке – на самом шве находится разгруженная зона («ложная выработка»), окруженная с обеих сторон малоинтенсивными ТНЗ. Как правило, напряженные зоны приурочены к особым участкам разрыва – замыканиям, изменениям угла падения или простирания, изгибам, сопряжениям с оперяющими разрывами, пересечениям слоев повышенной крепости (в т. ч. линз крепких пород в почве и кровле залежи) и т. д.

Таблица 1

**Геологические признаки тектонически-напряженных
и разгруженных участков**

| Характерный признак | Участок | |
|---------------------|------------------------------------------|--------------------------------|
| | Напряженный | Разгруженный |
| Сместитель | Гладкий, закрытый, плотно сжатая трещина | Неровная волнистая поверхность |

| | | |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Зона дробления | - | Есть, ширина 0,1–0,4м, иногда до 0,9 м, содержит обломки пород кровли и почвы |
| Зона перемятого угля | Практически нет (первые сантиметры) | Есть, протяженность до 1,5 м, часто земляная масса |
| Сопутствующие нарушения | - | Есть, зона шириной до 2,5 амплитуд разрыва |
| Наличие заполнителя | - | Есть, как правило, кальцит в виде примазок на стенках трещин, а также жил |
| Вмещающие породы | Монолитные | Сильно дислоцированные |

Интенсивные ТНЗ связаны не только с единичными разрывами, но и с системами разрывов. К числу наиболее опасных структур шахт «Эрчим-Тхан», «Денисовская», «Инаглинская» относятся кулисообразные системы разрывов, сближения (и изменения углов падения и простирания) разрывов, разветвления по острыми углами (10° – 15°).

Тектонически напряженные зоны с повышенной опасностью динамических явлений формируются и в складчатых структурах, при этом положение ТНЗ зависит от типа складок. В пологих антиклинальных и синклиналиных складках с внутренним углом более 90° и величиной изгиба (отношение высоты складки к ее ширине) менее 0,1 наибольшее увеличение уровня напряжений и удароопасности приходится на замок складки. В складках с большими углами ТНЗ, как правило, располагаются в переходных зонах от крыльев к замку. Значительную опасность представляют также переходный тип нарушений от пликтивных к дизъюнктивным – флексурные складки, которые с геомеханической позиции можно рассматривать как не полностью реализовавшиеся разрывы. Наиболее интенсивные ТНЗ, как правило, сосредоточены в замковой зоне флексурных складок и около замыканий разрывов, продолжающих флексуры.

Сложение естественных повышенных напряжений с горным давлением, вызванным ведением горных работ, приводит к формированию зон повышенной опасности – геодинамически опасных зон (ГОЗ). Интенсивность формирующихся ГОЗ зависит не только от характеристик локального ТНЗ и параметров ведения горных работ, но также от напряженности геодинамического блока, в которой расположена ГОЗ.

Наиболее точную оценку напряженности геодинамического блока дают расчеты полей напряжений, скорректированные с учетом региональных макросейсмических наблюдений и статистики локальных наблюдений в горных выработках. Однако уже на начальных этапах возможна оценка напряженности блока с помощью расчета степени его деформированности. Для этого в системе примерно параллельных разломов сопоставляются

тангенсы углов сдвига, оцененные по представительному маркирующему слою. В блоках с наибольшей деформированностью и напряженностью формируются зоны с наибольшей геодинамической опасностью, и, наоборот, в тектонически разгруженных блоках даже достаточно интенсивные ТНЗ, как правило, не ведут к формированию особо опасных ГОЗ [2,4,6,7]. Бинарная классификация возможных геодинамических явлений представлена в таблице 2.

Таблица 2

Классификация интенсивности формирующих ГОЗ в тектонических блоках различной напряженности

| | Напряженные блоки | Ненапряженные блоки |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Опасный участок разрыва | <p>Наиболее интенсивные ТНЗ и ГОЗ.</p> <p>При проведении подготовительных выработок возможны стреляния, толчки, микроудары, внезапные выбросы иногда –горные удары.</p> <p>При очистных работах возможны горные удары и выбросы, иногда - горно-тектонические удары.</p> | <p>Малоинтенсивные ТНЗ, и ГОЗ но по распределению напряжений, близкие к интенсивным ТНЗ.</p> <p>При очистных работах возможны выбросы, стреляния, толчки, микроудары, реже - горные удары</p> <p>Такие ТНЗ можно сопоставить с ТНЗ, связанными с твердыми включениями в кровле и почве залежи.</p> |
| Безопасный участок разрыва | <p>Малоинтенсивные ТНЗ и ГОЗ.</p> <p>При проведении подготовительных выработок возможны высыпания, обрушения кровли, газодинамические явления</p> <p>При очистных работах высыпания, возможны высыпания, обрушения кровли, газодинамические явления, стреляния, толчки, микроудары.</p> | <p>Отсутствие ТНЗ.</p> <p>При проведении подготовительных выработок возможны высыпания, вывалы, обрушения кровли.</p> <p>При очистных работах возможны высыпания, обрушения кровли.</p> |

По мере построения геодинамической модели месторождения уточняется вероятность возникновения ТНЗ и ГОЗ в различных тектонических структурах отрабатываемого месторождения.

Методы и объекты исследования

На данный момент сравнительно слабо или недостаточно раскрыто влияние природных и технических факторов на устойчивость породных обнажений, в особенности обнажений пород кровли в подготовительных выработках по угольным пластам Южно-Якутского бассейна.

Для решения поставленных задач проводились натурные наблюдения в подготовительных выработках на шахтах Южной Якутии: «Эрчим-Тхан», «Денисовская», «Инаглинская».

Проводимые натурные наблюдения включали в себя:

- зарисовки вывалов горных пород;
- замеры высоты и ширины выработки в проходке на месте вывала, ширины, высоты и длины обрушения горных пород;
- замеры времени устойчивого состояния обнажения пород кровли до потери устойчивости;
- определялась мощность слоев и пропластков.

Исследования свойств горных пород производились на глубине от 100 до 400 м.

Результаты обследования выработок и установление причин потери устойчивости породного обнажения

За период с 2003 по 2012 г. в подготовительных выработках шахт Южной Якутии произошло 730 случаев обрушения угля и пород кровли высотой до 3 – 4 м, из них 73 % непосредственно при проходке, 27 % – после проведения выработок в процессе их эксплуатации вне зоны и в зоне влияния очистных работ.

Проводились натурные наблюдения в подготовительных выработках на шахтах Алдано-Чульманского угленосного района – шахты: «Эрчим-Тхан», «Денисовская», «Инаглинская».

Проводимые натурные наблюдения включали в себя:

- документирование литологических типов пород кровли в проводимых горных выработках (рис.1);

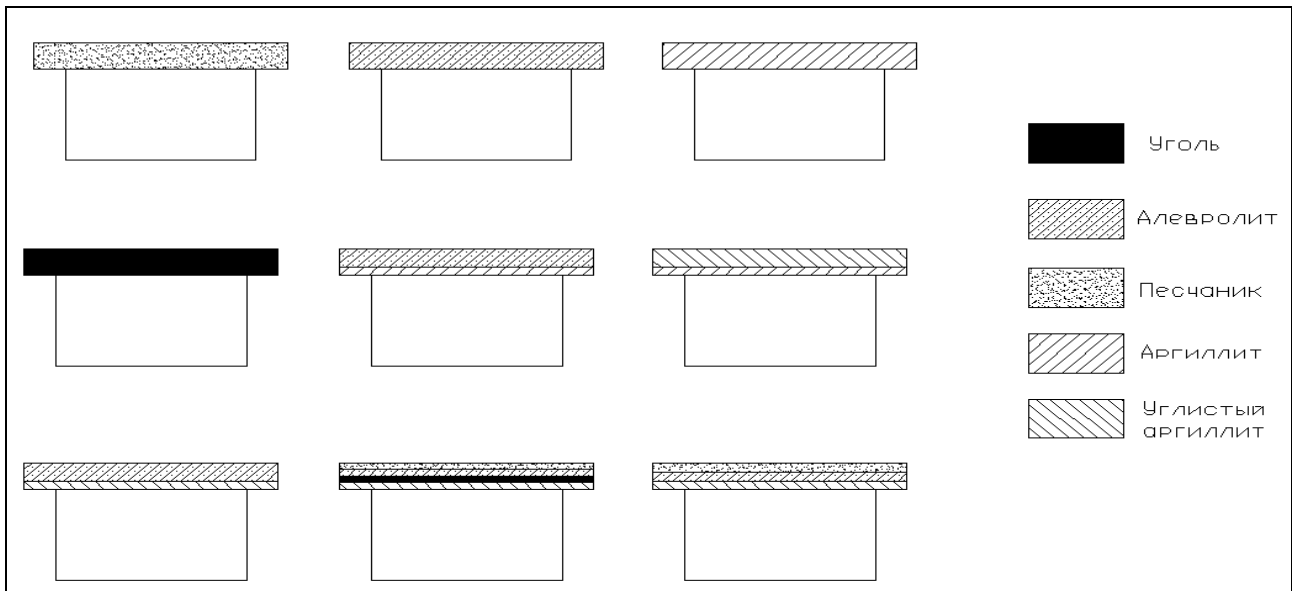


Рис.1.Литологические типы пород кровли в проводимых выработках

- документирование вывалов горных пород в подготовительных выработках (рис. 2);

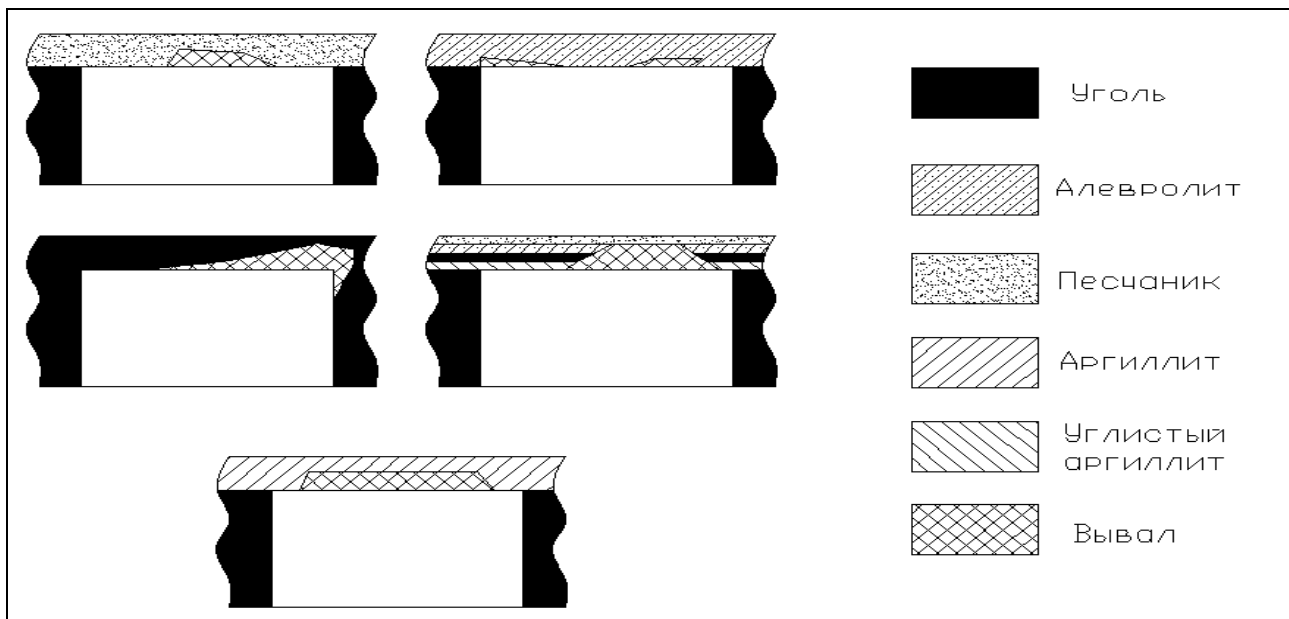


Рис.2. Виды вывалов горных пород в проводимых выработках

- замеры времени устойчивого состояния обнажения пород кровли до потери устойчивости (рис. 3);

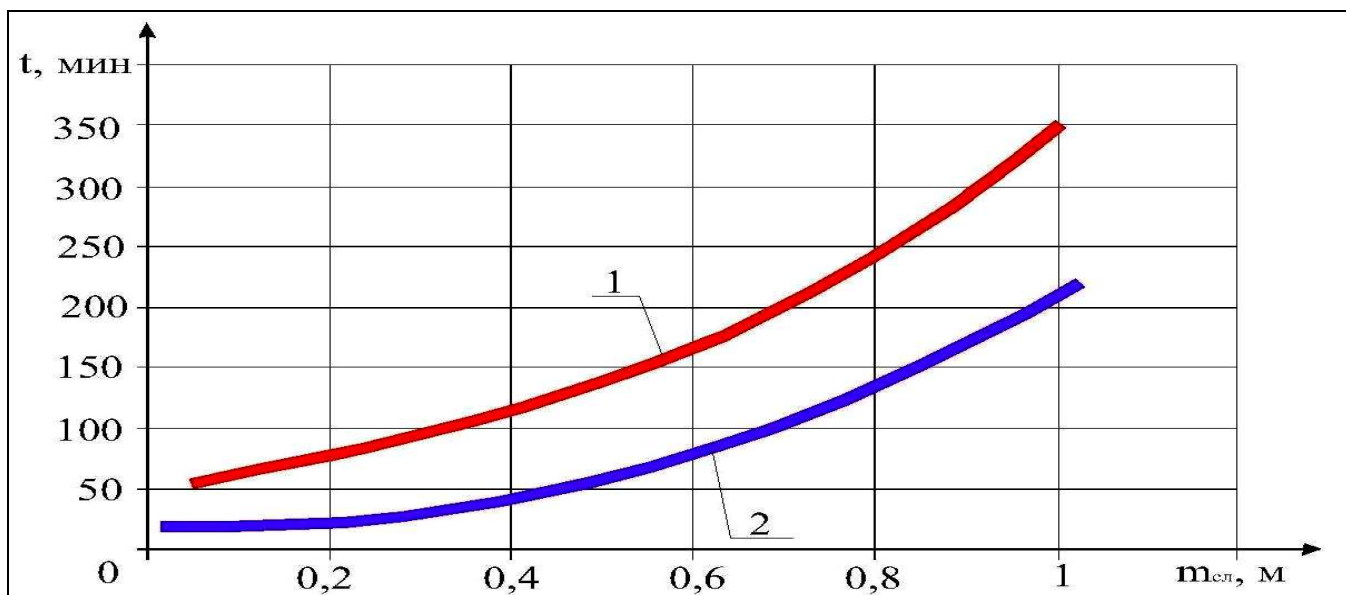


Рис. 3. Зависимость времени (t) устойчивого состояния породного обнажения от мощности слоя (m)

1. Кровля сложена слоями алевролитов и песчаников.
2. Кровля сложена слоями алевролитов и песчаников, с включениями прослоек угля мощностью 50–70 мм.
 - определялась мощность слоев и пропластков;
 - замеры высоты и ширины выработки в проходке на месте вывала, ширины, высоты и длины обрушения горных пород;
 - Исследования свойств горных пород производились на глубине от 100 до 200 м.
 - Для лабораторных исследований свойств горных пород в призабойном пространстве проводимых выработок отбирались образцы пород неправильной формы из кровли и боков выработок.

Заключение

Установлено, что в процессе проведения общей протяженности горизонтальных горных выработок около 56 % породных обнажений теряют устойчивость непосредственно при обнажении или спустя некоторое время после обнажения (20–350 минут в зависимости от мощности слоя), приводящих к снижению скорости проведения выработок на 40–50 %, увеличению расходов на крепление и поддержание выработок на 20–30 %, кроме того, 35–40 % несчастных случаев происходит непосредственно при проведении горных выработок. Существующие рекомендации, ориентированные на повышение устойчивости породных обнажений, не в полной мере могут дать необходимые сведения для своевременного уточнения и принятия мер по повышению устойчивости и снижению травматизма в процессе сооружения и поддержания горных выработок.

Список литературы

1. Бакланов В. Г. Геолого-геофизическая методика изучения физико-механических свойств угленосных пород и их устойчивости в гонных выработках (на примере Воркутинского месторождения): Диссертация ... канд. геол.-минерал. наук. – М., 1980.
2. Еременко А. А. Проведение и крепление горных выработок в удароопасных зонах (А. А. Еременко, А. И. Федоренко, И. А. Копытов). – Новосибирск: Наука, 2008. – 236с.
3. Методические указания по геолого-геофизической методике изучения физических свойств пород угольных месторождений. – М.: Нефтегеофизика, 1989. – 102 с.
4. Михайличенко Ф. Ф. Катков И. И. Влияние состояния образцов горных пород, извлеченных из глубины, на их физико-механические свойства // Инженерная геология. – 1980. – № 3. – С. 69-73.
5. Ненашев Р. И., Аксененко М. И., Жингель И. П. Геологические факторы, влияющие на поведение боковых пород Прокопьевского района // Физико-механические проблемы разработки полезных ископаемых. – 1972. – № 15. – С. 10- 21.
6. Ненашева Р. И. Опыт составления карт прогноза устойчивости кровли и почвы угольных пластов на примере Кузбасса // Экспресс-информация. Серия: геология, методы поисков и разведки месторождений твердых горючих ископаемых. – М.: Изд-во ВИМСА, 1971. – № 4. – 6 с.
7. Никитина Г. А. Исследование геологических факторов, определяющих инженерно-геологические свойства массива углевмещающих пород месторождений Южно-Якутского бассейна // Сборник научных трудов. Инженерно-геологическое изучение массивов пород при разведке месторождений полезных ископаемых. Труды. Вып. 143 / Отв. ред. Б. М. Гамалей. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1981. – 72 с.
8. Петухов И. М. Горные удары на угольных шахтах Министерство промышленности и энергетики РФ. ФГУП «Государственный НИИ горной геомеханики и маркшейдерского дела – МНЦ ВНИМИ» – 2004 г., 238 с.

Рецензенты:

Ткач С.М., д.т.н., директор, Институт Горного дела Севера им. Н. В. Черского СО РАН, г.Якутск.

Колодезников И.И., д.г.л.-м.н., профессор, действительный член Академии наук РС(Я), Академии наук РС(Я), г. Якутск.