

УДК 622.031.14

В.Г. Виткалов, Ань Туан Нгуен, Фам Чунг Нгуен

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАСЧЕТУ ПАРАМЕТРОВ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ ПАЧКИ ПРИ СЛОЕВОЙ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Рассмотрены вопросы по расчёту параметров предохранительной пачки при слоевой отработки мощных угольных пластов с разделением на слои. Установлены параметры предохранительной пачки в зависимости от вынимаемой мощности верхнего слоя при различных коэффициентах запаса прочности. Изложен вариант технологической схемы отработки мощного наклонного угольного пласта сложного строения наклонными слоями.

Ключевые слова — пласт, пачка, параметр, забой, слой.

Эффективность работы очистных механизированных комплексов, как известно, во многом определяется устойчивостью кровли в призабойном пространстве. Состояние пород в очистном забое определяются их свойствами и структурой, а также типами и параметрами межкремней. При этом большие трудности возникают при слоевой выемке пластов.

В Кузнецком и Карагандинском угольных бассейнах из 55 % запасов в пластах мощностью более 5 м, пригодных для выемки наклонными слоями, только 9 % приходится на пласты с хорошо слеживающимися после обрушения породами [1, 2, 3, 4].

На основании горно-геологических данных строения угольных пластов Куангниньского бассейна, около 80 % мощных наклонных угольных пластов имеют прогластки пустой породы мощностью от 0,1 до 1,2 м, которые при выемке затрудняют ведение горных работ и ухудшают качества полезного ископаемого [5, 6, 7].

В пластах сложного строения породные прослойки значительной толщины (не менее 0,4—0,6 м) желательно ис-

пользовать в качестве межслоевых перекрытий, предотвращающих проникновения пустой породы при отработке нижележащего слоя или при выпуске подкровельной толщи. Такая технология исключает смешивания породы с углём при выпуске и тем самым значительно уменьшает потери угля [8, 9].

Рассмотрим вариант системы разработки, когда пласт вынимают в два слоя с делением этажа на подэтажи (рис. 1).

Для отработки мощного наклонного угольного пласта подготовка осуществляется вскрытием этажа погоризонтными квершлагами. От погоризонтных квершлагов до границы шахтного поля проводят подэтажный откаточный и вентиляционный штреки нижнего слоя. На границе шахтного поля проводят печь и орт до границы верхнего слоя, от которых проводят вентиляционный и конвейерный штреки верхнего слоя. Штреки опережают забой лавы на величину не менее двух шагов обрушения основной кровли, которые соединяют печью и ортом с откаточным и вентиляционным штреками нижнего слоя.

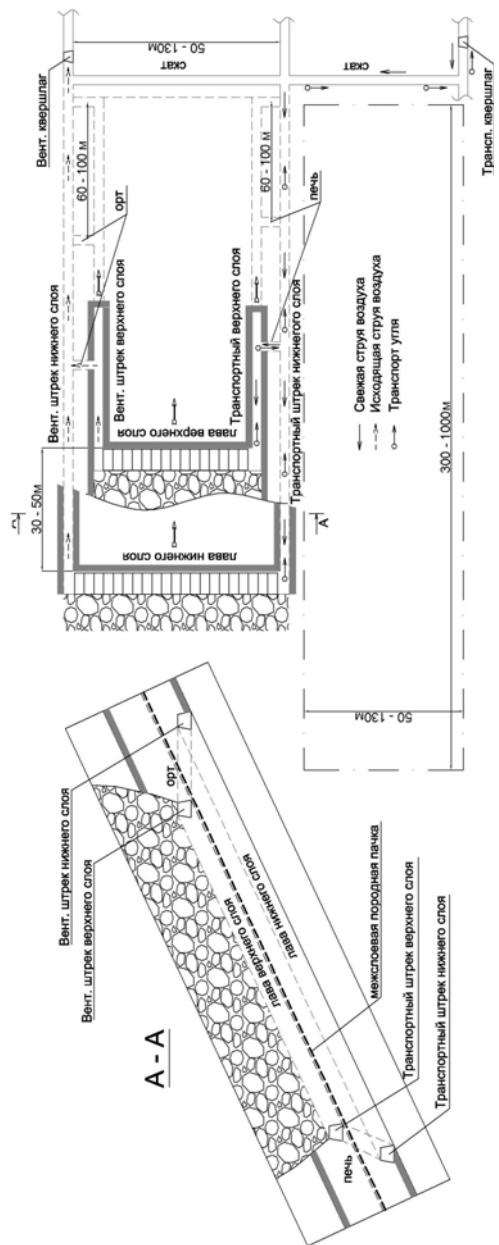


Рис. 1. Технологическая схема отработки мощного наклонного угольного пласта сложного строения наклонными слоями

Очистные работы ведут с опережением забоя верхнего слоя. Величину опережения устанавливают на ос-

нований экспериментальных исследований проведённых на шахтах бассейна Куангнинь, но она должна быть не менее двух шагов обрушения пород основной кровли, чтобы исключить влияние опорного горного давления верхнего слоя на очистной забой нижнего слоя.

Добытый уголь в лаве транспортируется скребковым конвейером до транспортного штрека верхнего слоя, по конвейерному штреку уголь поступает в бункер-печь и далее по выработкам нижнего слоя поступает на транспортный квершлаг и далее на поверхность.

Основная доля запасов залегает в пластах, кровля которых представлена не слеживающимися породами, поэтому в нижележащих слоях она является неустойчивой.

В этих условиях для обеспечения устойчивости кровли в лавах нижележащих слоев с индивидуальной крепью ранее широко применяли искусственные межслоевые перекрытия, чаще из дерева, которые возводились вручную на почве вышележащего слоя. С внедрением механизированных комплексов, при слоевой отработке, такие перекрытия не стали применять, так как этот процесс весьма трудоемкий, связан с большим расходом лесных материалов и мало эффективен.

В последние годы были проведены многочисленные эксперименты по использованию для межслоевого перекрытия разного рода металлических сеток и полос, а также синтетических материалов. При этом хотя и были получены результаты подтверждающие целесообразность применения гибких перекрытий, особенно при наличии более или менее жестких армирующих элементов, однако на практике в силу ряда причин выемку нижележащих слоев в настоящее вре-

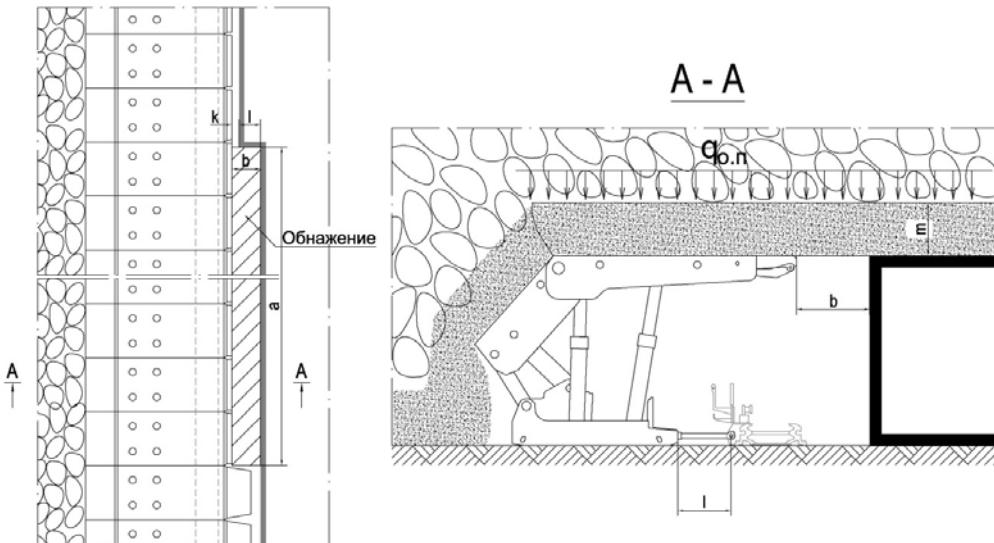


Рис. 2. Схема к расчету устойчивости межслоевой пачки

мя ведут с оставлением предохранительных угольных пачек, а это связано со значительными потерями подготовленных к выемке запасов угля и такой способ опасен в пожарном отношении [2, 3].

Для их снижения толщина межслоевых пачек должна быть минимально необходимой, для защиты призабойного пространства нижнего слоя, от прорывов находящихся над ней несвязанных обрушенных пород.

Таким образом, активную нагрузку q на плиту будут создавать легко обрушающаяся непосредственная кровля и деформированные слои вышележащих пород и будут определяться совместным действием веса обрушенных пород $q_{\text{обр}}$. Изложенные ранее представления о характере формирования нагрузок вокруг очистной выработки, могут служить основанием для построения теоретической схемы, в которой будут учтены параметры разрушаемости пород.

Рассмотрим случай изгиба межслоевой пачки, значительные обнаружения которой имеют место в зоне

выемки угля (рис. 2), ее можно представить как плиту, прямоугольного поперечного сечения, опирающуюся по всему контуру: с двух сторон — на пласт, а с двух других — на крепь. Предположим, что обрушенные породы, лежащие на ней, находятся в мелкокусковатом состоянии, то нагрузка q на плиту будет равномерно распределенной и определяется совместным действием веса обрушенных пород $q_{\text{обр}}$ и самой пачки $q_{\text{у.п.}}$. Такая схематизация процесса значительно упрощает математическое решение задачи.

$$q = q_{\text{обр}} + q_{\text{у.п.}} = h_{\text{обр}} \gamma_{\text{п}} + t \gamma_{\text{у}}, \quad (1)$$

где t — толщина угольной пачки; $\gamma_{\text{п}}$ и $\gamma_{\text{у}}$ удельный вес соответственно обрушенных пород и угля.

Допустим, что мощность пород покрывающей толщи, передающих давление на предохранительную пачку в призабойной полосе, не превысит высоту зоны их обрушения, которая определяется по формуле:

$$h_{\text{обр}} = m / (k_p - l), \quad (2)$$

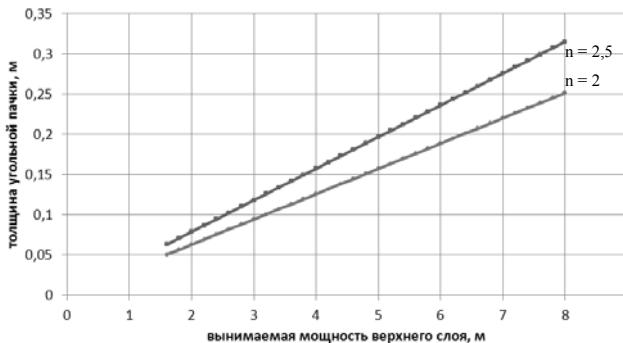


Рис. 3. Зависимость толщины предохранительной пачки от вынимаемой мощности верхнего слоя при различных коэффициентах запаса прочности и ($\tau = 1.5 \text{ МПа}$)

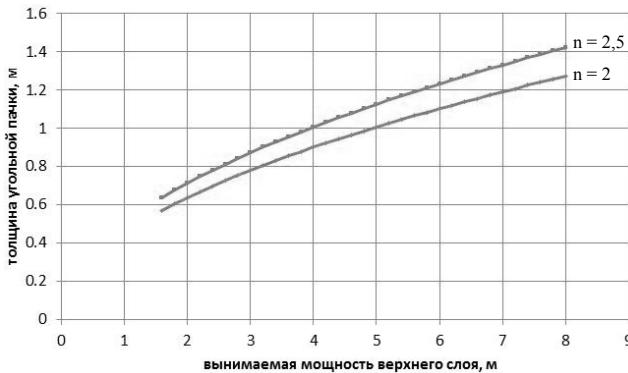


Рис. 4. Зависимость толщины предохранительной пачки от вынимаемой мощности верхнего слоя при различных коэффициентах запаса прочности и ($\sigma_u = 0.2 \text{ МПа}$)

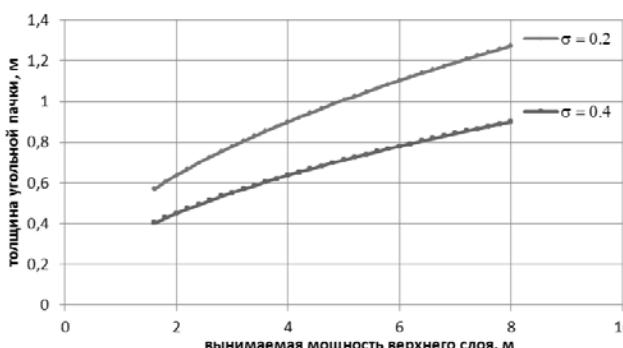


Рис. 5. Зависимость толщины предохранительной пачки от вынимаемой мощности верхнего слоя при различных сопротивления на изгиб σ_u и (коэффициент $n = 2$)

где m — вынимаемая мощность верхнего слоя, м; k_p — коэффициент разрыхления пород в зоне обрушения.

Произведем оценку устойчивости межслоевой пачки на срез, рассматривая ее как плиту, опирающуюся с четырех сторон (см. рис. 1), применив следующее равенство:

$$q(a \cdot b)n = 2(a + b) \cdot \tau, \quad (3)$$

где τ — временное сопротивление угля на срез; n — коэффициент запаса прочности.

Подставляя выражение (1) в выражение (3), получим:

$$(h_{\text{обр}} \cdot \gamma_p + t \cdot \gamma_y) (a \cdot b)n = 2(a + b) \cdot \tau.$$

Тогда

$$t = \frac{h_{\text{обр}} \gamma_p a \cdot b \cdot n}{2(a + b) \cdot \tau - \gamma_y a \cdot b \cdot n}. \quad (4)$$

Подставляя выражение (2) в (4), и произведя преобразования получим окончательное аналитическое выражение по определению толщины межслоевой пачки:

$$t = \frac{m \cdot \gamma_p}{(k_p - 1)[2(a + b)\tau]} \times \frac{a \cdot b \cdot n}{-\gamma_y a \cdot b \cdot n}. \quad (5)$$

При оценке прочности элементов системы разработки важным элементом является обоснования критерия, по которому производится сравнение действующих в них напряжений с допустимыми. Главным фактором оценки прочности

сти элемента системы разработки является принимаемый в расчетах коэффициент запаса прочности n . Для обнажений существующих незначительный промежуток времени, которые подвержены в основном воздействию факторов горного давления $n = 2 - 2,5$ [10].

Согласно аналитическому выражению (5) с использованием программного модуля были построены зависимости (рис. 3) отражающие характер изменения параметров предохранительной пачки от вынимаемой мощности пласта при различных коэффициентах запаса прочности ($n = 2 - 2,5$) и постоянной величине на срез.

Необходимая толщина устойчивой предохранительной пачки, имеющей $\tau = 1,5$ мПа, по условию среза при мощности пласта от 3 до 6м должна быть не менее $0,1 - 0,2$ м соответственно. Рассчитанная на основании аналитического выражения (5) межслоевая предохранительная пачка на практике не обеспечивает устойчивости кровли. Это связано с несовершенством метода приближенных расчетов и принятой схемой, так как сложно учесть все факторы влияющие на нагрузку со стороны обрушенных пород.

Расчет предохранительной пачки по элементу временного сопротивления на изгиб, если отбросить «лишнее закрепление» то получим статически определенный случай изгиба, тогда для расчетов ее работу можно рассматривать как работу балки с пролетом b .

Произведем проверку прочности балки, нагруженной той же равномерно распределенной нагрузкой ин-

тенсивностью q . Выражение для расчета толщины балки, жестко защемленной на опорах, может быть определена по следующей формуле [4]:

$$t = b \sqrt{\frac{qn}{2\sigma_u}}, \quad (6)$$

где σ_u — временное сопротивление угля изгибу.

Нагрузку q на плиту с учетом вынимаемой мощности верхней пачки и коэффициента разрыхления определяется по формуле:

$$q = h_{обр.} \gamma_p = m \cdot \gamma_p / (k_p - 1). \quad (7)$$

Подставляется выражение (7) в (6) и произведя преобразования получим окончательную формулу для расчета толщины балки:

$$t = b \sqrt{\frac{m \gamma_p n}{2\sigma_u (k_p - 1)}}.$$

Толщину предохранительной пачки в зависимости от вынимаемой мощности пласта при различных коэффициентах запаса прочности с учетом временного сопротивления породы на изгиб, с помощью программного модуля были построены зависимости, который представлены на рис. 4 и 5.

Рассчитанная таким образом предохранительная пачка соответствует практики отработки мощных угольных пластов на шахтах России и СНГ и составляет в среднем $0,4 - 1$ м. Таким образом, приближенную оценку устойчивости предохранительной пачки, можно принимать на практике, корректируя с учетом влияния горно-геологических факторов и с учетом давления пород вышележащей толщи и пригрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шундулиди И.А. Интегрированные технологические системы двухстадийной отработки запасов мощных угольных пластов М.: ОО Корина-оффсет, 2004. — 359 с.
2. Шундулиди И.А. и др. Выбор параметров технологии отработки мощных пологих пластов с выпуском межслоевых и подкровельных пачек угля. Кемерово. Кеме-

- ровское книжное издательство. 1999. — 258 с.
3. Шундулиди И.А., Козовой Г.И. Технология и механизация эффективной разработки мощных пологих и наклонных угольных пластов. — ИСПИН . 2001. — 202 с.
4. Громов Ю.В. и др. Управление горным давлением при разработке мощных пологих пластов. — М.: Недра, 1995. — 239 с.
5. Доан Ван Кен, Нгуен Ань Тuan, Фунг Мань Dak и др. Исследование и выбор технологии, механизации и использования механизированной крепи, которая соответствует горно-геологическим условиям отработки мощных угольных пластов с углом падения до 35° , в бассейне Куангнинь. Итоговые сообщения государственной научно-технической программы КС.06.01/06—10(Часть геология). Ханой. 2008.
6. Фунг Мань Dak, Нгуен Ань Тuan. Исследование применения механизации в сложных горногеологических условиях угольного бассейна Куангнинь. Ханой. 2004. — С. 20—24
7. Нгуен Ван Лам, Нгуен Динь Хоан, Нгуен Тен Зунг, Фан Вьет Нань. Горная геология, Ханой, 2000. — 107с.
8. Краткий справочник горного инженера угольной шахты, М., Недра, 1982, 455с;
9. Пучков П.А., Жежелевский Ю.А. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых, М. 2008г., Издательство «Горная Книга».
10. Современные методики оценки прочностных свойств горных пород (http://rudana.in.ua/metodiki_sov.htm). ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Виткалов В.Г. — кандидат технических наук, профессор,
Фам Чунг Нгуен — аспирант,
Московский государственный горный университет, e-mail: ud@msmu.ru,
Нгуен Ань Тuan — кандидат технических наук, Ханойский институт горной науки и технологии.



РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК В СВАЙНО-ПЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТАХ

(№901/06-12 от 21.03.12, 8 с.)

Кравченко Павел Александрович, аспирант, e-mail: pasha.sky@mail.ru,
Смолак Вавжинец Ян, аспирант, e-mail: wsmolak@hotmail.com,
Петербургский государственный университет путей сообщения.

Приведены результаты моделирования свайно-плитных фундаментов в лабораторных условиях. Исследования производилось с целью определения закономерностей распределения нагрузок в свайно-плитных фундаментах. Изучено влияние плотности грунта на распределение нагрузок. Кроме того оценено влияние плотности грунта на осадку свайно-плитных фундаментов.

Ключевые слова: свайно-плитный фундамент, распределение нагрузок, нагрузка на сваи.

LOAD DISTRIBUTION IN PILE-RAFT FOUNDATIONS

Kravchenko Pavel Aleksandrovich, Smolak Vavzhinets Jan

The article describes results of modeling of pile-raft foundations in laboratory conditions. Research was made to determination of regularities load distribution in pile-raft foundations. Agency of density of soil on load distribution was investigated. Besides estimated agency soil density on settlement of pile-raft foundations.

Key words: pile-raft foundation, load distribution, load on pile.