

2. Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoj bez-opasnosti \ "Instrukciya po prognozu dinamicheskikh yavlenij i monitoringu massiva gornyh porod pri otrabotke ugol'nyh mestorozhdenij". Ser. 05. Vyp. 49. M.: ZAO «NTC PB», 2017. 150 s.

3. Kalinin S.I., Kolmogorov V.M. Geomekhanicheskoe obespechenie effektivnoj vyemki moshchnyh pologih plastov s trudnoobrushaemoj krovlej mekhanizirovannymi kompleksami. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2002. 113 s.

4. Metodicheskie ukazaniya po shahtnoj elektrorazvedke maloamplitudnyh narushenij ugol'nyh plastov. L.: VNIMI, 1986. 82 s.

5. Kolchin G.I., Lappo P.V. Elektrorazvedka v ugol'nyh shahtah. M.: CNIEIugol', 1989. 26 s.

6. Yamshchikov V.S. Volnovye processy v massive gornyh porod. M.: Nedra, 1984. 271 s.

УДК 622.272.6:519.21

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ УГЛЯ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

В.О. Торро, А.Н. Супруненко, А.В. Ремезов, Е.В. Кузнецов

Разнообразие горно – геологических условий залегания мощных пологих угольных пластов и ряд других факторов определил появление значительного количества различных технологий выемки этих пластов. Однако все они обладают рядом существенных недостатков. В этой связи актуальным является определение тенденции развития технологий отработки мощных пологих пластов, которое открывает перспективу для создания новых, безопасных с точки зрения условий труда и экономически целесообразных к применению, систем разработки. Для этого в работе выполнен краткий анализ ряда технологий отработки и на базе результатов анализа разработана «Классификация технологий отработки мощных пологих угольных пластов длинными очистными механизированными забоями (ДОМЗ) столбовыми системами».

Ключевые слова: мощные пологие угольные пласты, слоевые системы разработки, межслоевая пачка, подкровельная пачка, выпуск угля из пачек, искусственная кровля, порядок отработки слоёв, подсечной слой, отработка по почве пласта, классификация технологий отработки.

Свыше 50 % мировых промышленных запасов угля сосредоточены в пластах мощностью более 4 м. В Кузбассе балансовые запасы угля в мощных пологих и наклонных пластах составляют 47,8 млрд т. Отработка мощных пологих пластов осуществляется на угольных шахтах России, стран ближнего и дальнего зарубежья. При этом в зависимости от горно-геологических условий залегания угольных пластов применяются различные системы разработки [1-3]. Отработка их производится в один слой с выемкой на полную мощность, послойно наклонными слоями в восходящем или нисходящем порядке:

1. С оставлением межслоевой пачки угля;
2. С созданием искусственной кровли;
3. С выпуском угля из подкровельной или межслоевой пачки угля.

С учётом применяемой системы разработки и способа выемки для очистных работ применяются механизированные комплексы различных конструкций.

На участках, где экономически нецелесообразно применение длинных забоев с механизированными комплексами, отработка мощных пологих угольных пластов осуществляется камерно-столбовыми и камерными системами разработки.

Основными факторами, влияющими на эффективность применения систем разработки и технологии выемки, являются: мощность угольного пласта, способность угля разрушаться под воздействием горного давления, обрушаемость основной и слёживаемость непосредственной кровли, газообильность и самовозгораемость угля. Существенное влияние оказывают факторы, связанные с несовершенством существующих систем разработки и технологии выемки.

В настоящее время пологие угольные пласты мощностью свыше 5 м, как правило, отрабатываются наклонными слоями в нисходящем порядке. В том числе имеется незначительный опыт с одновременной отработкой слоёв в выемочном столбе. Эту технологию использовали при отработке пластов мощностью свыше 12 м. При этом потери угля в виде оставляемой межслоевой пачки приводят к снижению полноты выемки и увеличению вероятности возникновения эндогенных пожаров. По данным различных источников пласты с труднообрушаемыми породами кровли составляют от 60 до 80 % от общего количества мощных пологих пластов. При нисходящем порядке отработки первых слоёв таких пластов в условиях сложной морфологии пласта осуществляется при повышенных силовых нагрузках на механизированную крепь, обусловленных крупноблочным обрушением пород кровли. В этом случае применение механизированных комплексов с крепями, имеющими высокие силовые параметры, разупрочнение кровли путём торпедирования или подработки нижележащими пластами не всегда возможно, и, как правило, приводит к ухудшению технико-экономических показателей работы предприятия.

Недостатками технологии отработки мощных пологих пластов наклонными слоями в нисходящем порядке являются:

- ограниченность диапазона применения, обусловленная необходимостью приспособления применяемой технологической схемы к конкретным условиям;
- наличие значительного количества эксплуатационных потерь;
- высокий уровень эндогенной пожароопасности;
- низкая концентрация горных работ [1-9].

В практике отработки мощных пологих пластов на месторождениях России и Казахстана имеются случаи извлечения угля, оставленного в подкровельных и межслоевых пачках при слоевой отработке.

Известен незначительный опыт отработки пласта «Верхняя Марианна» (K_{12}) наклонными слоями в восходящем порядке в условиях Саранского участка Карагандинского бассейна без теоретического обоснования [4]. Выемка первого слоя осуществлялась с оставлением в почве пачки угля не менее 0,4 м, комбайном «Донбасс-1Г» на мощность 1,6...1,7 м. Многочисленные наблюдения, проведённые в лаве, показали, что пачки угля мощностью 1,2...1,5 м, оставшиеся в кровле, при посадке опускаются упорядоченно в виде отдельных блоков. Деформация подработанных угольных пачек мощностью более 1,2...1,5 м над выработанным пространством носит псевдопластический характер с сохранением их первоначальной структуры. Зона беспорядочного обрушения пород, обычно наблюдающаяся при более крепких и сыпучих породах кровли, отсутствует (рис.1).

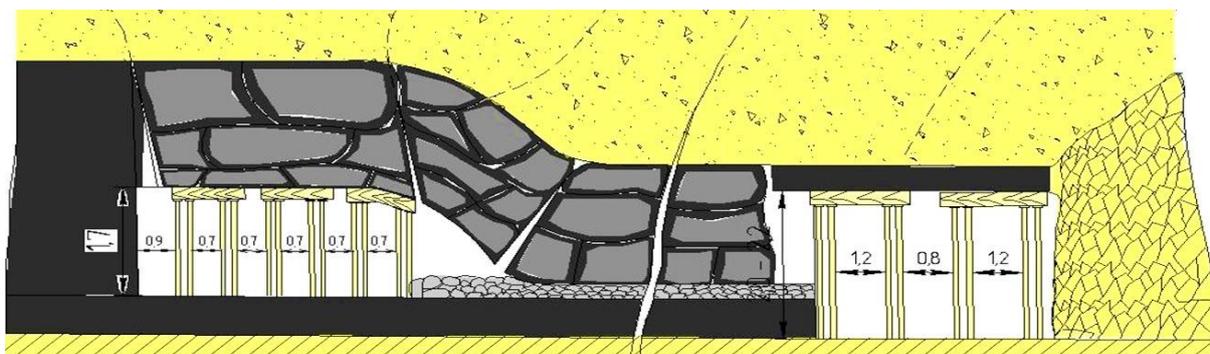


Рис. 1. Схема отработки пласта K_{12} на западном участке

Отработка оставшихся запасов на участке была начата в соответствии с программой развития горных работ через 8 лет. Для подготовки участка к выемке были заново пройдены подготовительные выработки по углю протяжённостью 820 м, из них 630 м – по подработанному массиву. Наблюдения в процессе ведения очистных работ подтвердили псевдопластический характер деформации подработанных угольных пачек мощностью более 1,2...1,5 м с сохранением их первоначальной структуры. Подготовительные выработки, проводимые при подготовке второго слоя по подработанному пласту, находились в удовлетворительном состоянии и не требовали ремонта. Зона разрушенного, но достаточно уплотнённого угля вместе со старым (не извлечённым) лесоматериалом наблюдалась только в почве первого слоя. Мощность перемятого угля составляла 0,2...0,3 м. Структурно в состав второго слоя входило до 60 % угля подработанной пачки и не менее 40 % угля целика, оставленного в почве пласта. Отработка второго слоя производилась на БВР, при ручной погрузке угля (рис. 2).

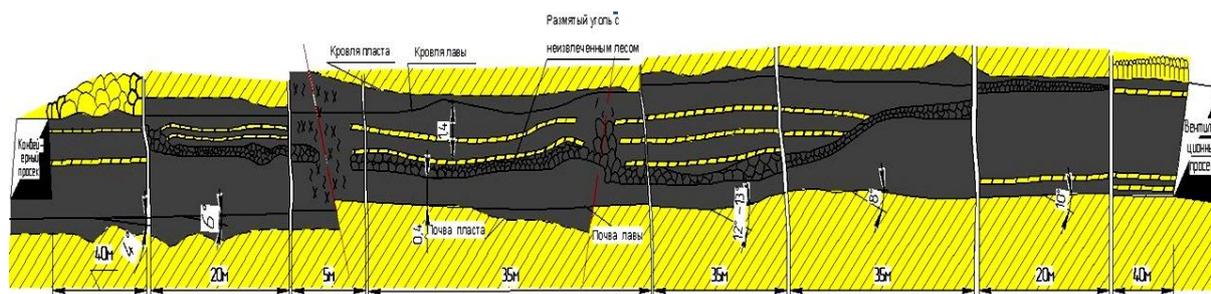


Рис. 2. Разрез по 1 – й западной лаве (вторичная выемка)

Сравнение технико – экономических показателей очистных забоев при восходящем порядке отработки слоёв в выемочном столбе (производительность, себестоимость, зольность и ряд других) сходны по значению с показателями очистных забоев, отработывавших пласт K_{12} в аналогичных горно - геологических условиях с нисходящим порядком отработки слоёв в выемочном столбе [4].

В этом случае, по мнению авторов, подрабатываемая, в процессе отработки первого (подсечного) слоя, угольная пачка (подкровельная пачка) одновременно взаимодействует с обрушаемыми породами кровли и с крепью, возводимой, либо используемой в ходе отработки подсечного слоя. Основными факторами, влияющими, в этом случае на нарушение целостности подкровельной пачки являются:

- мощность подкровельной пачки угля;
- физико-механические свойства угля;
- тип пород активной кровли по устойчивости и обрушаемости, определяющий процесс формирования горного давления в зоне опорного давления впереди забоя подсечного слоя и характер обрушения кровли;
- глубина ведения горных работ;
- тип механизированной крепи в подсечном слое;
- силовые параметры механизированной крепи в подсечном слое.

Мощность подсечного слоя при этом оказывается фактором, влияющим на весь технологический процесс. Увеличение мощности приводит к осложнению технологических процессов и работ в подсечном слое и повышенной степени дезинтеграции подкровельной пачки. Это, в свою очередь, негативно сказывается на формировании массива, сложенного из подработанной подкровельной пачки.

Опыт отработки пласта K_{12} наклонными слоями с восходящим порядком выемки слоёв показывает, что выемка подработанных запасов возможна при весьма неблагоприятных горногеологических условиях с применением обычного паспорта крепления и управления кровлей.

На шахте «им. Куземабаева» объединения «Карагандауголь» мощный пласт K_{12} отработывался в нисходящем порядке в три слоя, причём третьим слоем вынимались обрушенные подкровельная и межслоевая

угольные пачки. Запасы угля в зоне выработанного пространства в обрушенных защитных угольных пачках составляли 120 тыс. тонн.

Общая мощность пласта составляла 7,8...8,3 м, угол падения 8°-10°. Непосредственная кровля пласта – аргиллит с пределом прочности на сжатие $\sigma_{сж.}=15...20$ МПа, мощностью 1,5...4 м. Основная кровля – песчаники с $\sigma_{сж.}=50...60$ МПа, алевролиты с $\sigma_{сж.}=30...40$ МПа.

Вынимаемая мощность первого слоя составляла 2,88 м, второго слоя 2,72 м. Мощность подкровельной пачки угля составляла 1,1 м, межслоевой - 0,8 м.

Лавы третьего слоя длиной 120 м была оборудована комплексом КМ-81Э. Длина выемочного участка по простиранию составляла 430 м, из них первые 170 м обрабатывались в целике, а последующие 260 м в выработанном пространстве. Вынимаемая мощность на первом участке составляла 3,2 м, на втором (в обрушенных пачках) 2,5 м. Относительная газообильность не превышала 5 м³/т. Зольность угля составляла 25...45 %, что объясняется значительным его засорением породой при первичной обработке участка. Породы кровли имели удовлетворительную устойчивость и не обрушались при обнажении до 5 м² в течение 2 часов. При работе под обрушенными породами площадь устойчивых обнажений кровли снизилась, поэтому было предусмотрено уменьшение отхода комбайна от передвигаемой секции крепи первого типа до 2 м, второго типа до 10 м. Существенных осложнений при работе под обрушенными породами не было. Среднесуточная нагрузка составляла 900 т. Повсеместно была подтверждена блочная структура обрушения подработанного угольного массива (рис. 3).

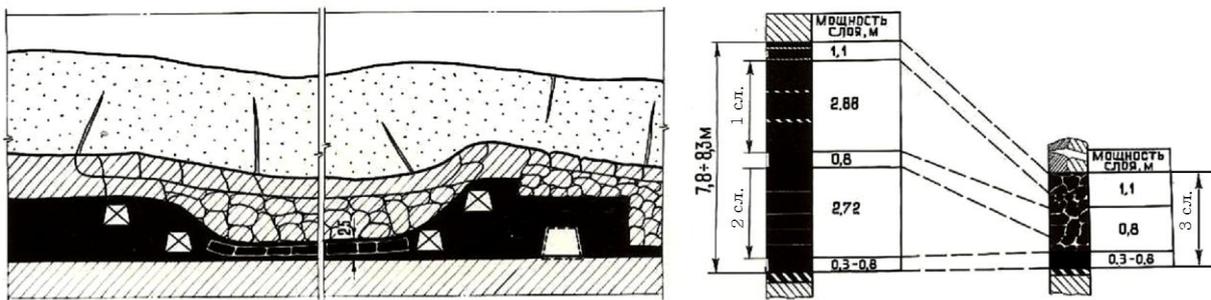


Рис. 3. Схема извлечения угля, оставленного в подкровельной и межслоевой пачках на шахте «им. Кузнецбаева»

Полученный опыт извлечения запасов на ранее отработанных участках был рекомендован для применения на других шахтах и использовался на шахтах «Костенко», «Майкудукская».

На шахте «им. В.И. Ленина» концерна «Кузнецкуголь», при работе по второму слою пласта III лавой 0-3-2-8, был отработан участок с оставленной в кровле при отработке первого слоя пачкой угля.

Мощность пласта III на участке отработки составляла 9,6 м, угол падения 10°. Непосредственная кровля мощностью 9,0 м представлена алевролитом с $\sigma_{сж} = 40...50$ МПа, основная – песчаником мощностью 22,0 м с $\sigma_{сж} = 80...100$ МПа. Пласт отрабатывался двумя наклонными слоями в нисходящем порядке с обрушением.

Вынимаемая мощность первого слоя составляла 4,8 м, второго – 4,0 м, межслоевая пачка составляла 0,8 м. Первый слой отрабатывался комплексом 2УКП-5Е. При переходе дизъюнктивного нарушения с амплитудой 2,5 м (ПК 100) первым слоем была извлечена межслоевая пачка и часть пласта второго слоя. При этом в кровле на участке столба длиной около 30 м была оставлена пачка угля мощностью до 2,5 м.

Второй слой отрабатывался через 4 года комплексом УКП-5. На участке столба в зоне нарушения остаточная мощность второго слоя составила 1,6...2,05 м. Поэтому возникла необходимость отработки обрушенной подкровельной пачки угля (рис. 4).

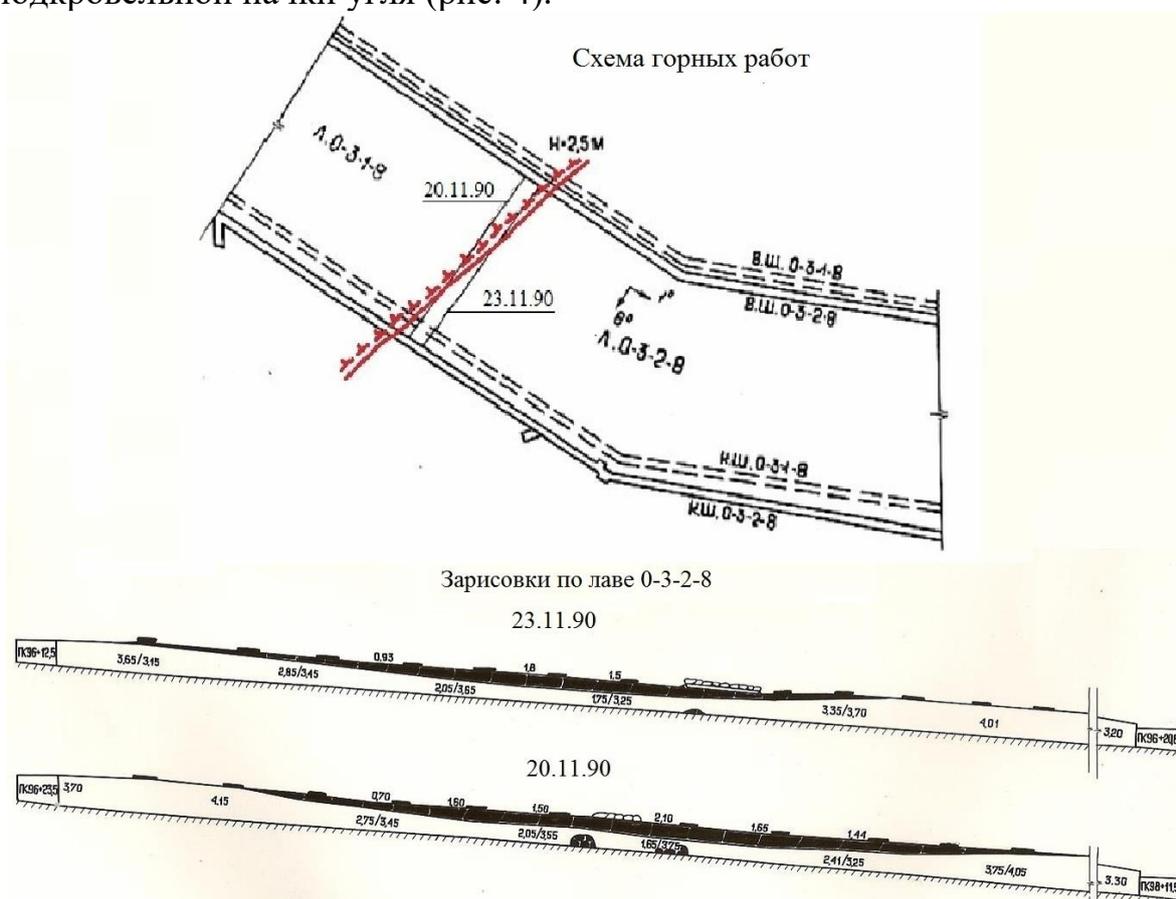


Рис. 4. Схема извлечения угля, оставленного в подкровельной и межслоевой пачках на шахте «им. В.И. Ленина»

По длине очистного забоя протяжённость участка присечки обрушенной пачки составляла до 80,0 м при мощности от 0,00 до 2,10 м. В забое контакт обрушенного угля с углём второго слоя чётко прослеживался. Уголь обрушенной пачки был разбит на блоки, но плотно спрессован, су-

шественного отжима его от груди забоя не наблюдалось. Отработка данного участка велась с оставлением защитной пачки у кровли мощностью 0,3...0,8 м, которая была довольно устойчива и при креплении её вслед за проходом комбайна практически не обрушалась. Наблюдалось несколько случаев её обрушения на участках до 4,0...7,0 м по длине лавы, причём вывалов породы не было.

На шахте «Усинская» концерна «Кузнецкуголь» работа по третьему слою пласта III в лавах 3-3-10, 3-3-12 и 3-3-13 велась с отработкой межслоевой пачки угля.

Мощность пласта III на участках отработки в среднем составляла 8,5 м угол падения $8^\circ - 10^\circ$. Непосредственная кровля мощностью 10...12 м представлена переслаиванием алевролита с $B_{сж} = 40 - 50$ МПа и песчаника $B_{сж} = 130...140$ МПа. Основная кровля представлена песчаником $B_{сж} = 130 - 140$ МПа, мощностью 25...30 м. Пласт отрабатывался тремя наклонными слоями в нисходящем порядке с обрушением. Вынимаемая мощность первого слоя достигала в столбе № 10 – 2,7 м, № 12 – 2,71 м, № 13 – 2,59 м, межслоевая пачка 0,6 м. Второго: № 10 – 2,6 м, № 12 – 2,58 м, № 13 – 2,62 м. Третьего № 10 – 2,98 м, № 12 – 2,73 м, № 13 – 2,86 м. Первый слой отрабатывался комплексом КМ – 81, второй комплексом 2ОКП, третий в № 10 – 4ОКП70, № 12 – 2ОКП; № 13 – 1ОКП (рис. 5).

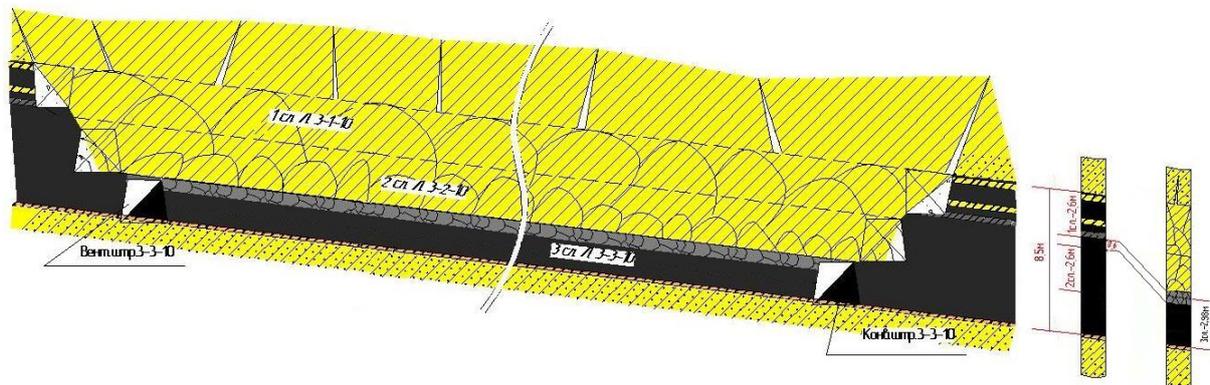


Рис. 5. Схема извлечения угля, оставленного в межслоевой пачке на шахте «Усинская»

В границах выемочных столбов имели место геологические нарушения дизъюнктивного характера: выемочный столб № 10 при общей протяжённости столба 760 м протяжённость нарушенных участков составила 250 м, амплитуда нарушений изменялась от 3,0 м до 5,0 м; выемочный столб № 12 – 720 м, 330 м, 2,5 – 3,0 м соответственно; выемочный столб № 13 – 420 м, 280 м, 0,5 – 1,2 м соответственно.

В зонах геологических нарушений при отработке первого слоя оставлялась подкровельная пачка угля мощностью 1,0...2,0 м. При переходе дизъюнктивных нарушений первым слоем извлекалась межслоевая пачка и часть пласта второго слоя. Кроме того на ряде участков выемочных

столбов при отработке первого и второго слоёв из – за нарушений технологической дисциплины, в части выдерживания правильной пространственной ориентации и геометрических параметров вынимаемых слоёв, вынимались запасы нижележащего слоя. Всё это привело к необходимости ведения работ по подготовке и отработке третьего слоя по подработанному и обрушенному углю. Причём в ряде случаев оставшаяся мощность угольной пачки в почве третьего слоя не превышала 0,5 м. В результате протяжённость участков, с оставленной в кровле при отработке первого и второго слоёв пачек угля, которые необходимо было отработать третьим слоем составила по столбам: № 10 – 330 м, № 12 – 380 м, № 13 – 360 м. Годы отработки выемочных столбов по слоям: № 10 – 1 – ый слой 1975 – 1976 г.г., 2 – ой слой 1981 г.; 3 – ий слой 1985 – 1987 г.г.; № 12 – 1 – ый слой 1976 – 1977 г.г., 2 – ой слой 1982 – 1983 г. г.; 3 – ий слой 1984 – 1985 г.г.; № 13 – 1 – ый слой 1977 – 1978 г.г., 2 – ой слой 1981 – 1982 г. г.; 3 – ий слой 1983 – 1984 г.г.

При проведении горных выработок по третьему слою, крепление которых производилось либо рамной арочной металлической крепью типа А – 10 – 17, либо смешанной крепью, проблем не возникало. Многочисленными наблюдениями отмечено блочное обрушение подработанной пачки угля. В забоях очень хорошо отслеживался контакт обрушенного угля с углём третьего слоя. Уголь обрушенной пачки был разбит трещинами на блоки, но плотно спрессован. Выработки третьего слоя, в период их проведения и эксплуатации, находились в удовлетворительном состоянии и не требовали ремонта. Подготовка третьих слоёв выемочных столбов №10 и №12 велась одновременно с отработкой вторых слоёв этих столбов. Это лава 3-2-10 и лава 3-2-12 соответственно. Отставание подготовительных выработок, проводимых по третьим слоям, от линии очистных забоев действующих во вторых слоях этих же столбов, составляло не менее 125 м. Оно было определено в результате исследований, выполненных одним из авторов. Многочисленные наблюдения, осуществлённые в ходе проведения выработок по третьему слою, подтвердили правильность принятия данного решения.

В процессе ведения очистных работ в лаве существенного отжима угля от груди забоя не наблюдалось. Отработка данных участков велась с оставлением защитной пачки у кровли мощностью 0,3...0,4 м, которая была довольно устойчива и не обрушалась при креплении её вслед за проходом комбайна. В ряде случаев отработка велась по контакту с обрушенными породами кровли, которые также были устойчивы и позволяли вести выемку даже с отставанием крепления до 5...10 м. В случаях, когда оставшаяся мощность угольной пачки в почве при отработке третьего слоя не превышала 1,0 м, для предотвращения отжима и обрушения породы кровли в подкрепное пространство, производилось упрочнение груди забоя деревянными анкерами с химическими ампулами. Визуальные наблюдения

в процессе ведения очистных работ подтвердили блочный, псевдопластический характер деформации подработанных угольных пачек мощностью более 0,6...2,0 м с сохранением их первоначальной структуры. Мощность перемятого угля составляла 0,1...0,2 м. Техничко – экономические показатели очистного забоя сходны по значению с показателями очистных забоев, обрабатывавших пласт III в аналогичных горно - геологических условиях с применением нисходящего порядка отработки слоёв в выемочном столбе. Эксплуатационные потери сократились на 8...10 %.

Анализ накопленного опыта по отработке мощных пологих пластов с извлечением угля, оставленного в подкровельных и межслоевых пачках при слоевой отработке и восходящего порядка отработки слоёв в выемочном столбе, показывает, что:

1. Способ отработки мощных пологих пластов наклонными слоями с восходящим порядком выемки слоёв - эффективен;

2. Наиболее благоприятными для ведения отработки считаются условия:

2.1. В непосредственной кровле пласта находятся породы типа аргиллитов;

2.2. Породы непосредственной кровли пласта при первичной выемке угля находятся вне зоны беспорядочного обрушения;

2.3. Разрыв во времени между отработкой слоёв, достаточен для полного завершения процесса сдвижения вмещающих пород;

3. При мощности подработанной пачки пласта 66 % и более от полной мощности пласта практически исключается её беспорядочное обрушение и происходят её псевдопластические деформации совместно с непосредственной кровлей.

Успешное решение вопроса эффективного применения технологии такого рода невозможно без изучения способности обрушенного углепородного массива к уплотнению и образованию массива угля пригодного к дальнейшей безопасной и эффективной отработке [10].

Исследование уплотнения в мировой практике ранее производилось для исключения необходимости оставления межслоевых пачек угля. В итоге получила распространение отработка мощных пластов с созданием искусственной кровли. В результате проведённого анализа выделено три способа создания искусственной кровли в соответствии с характеристиками обрушенных пород (таблица).

Первый способ предусматривает создание искусственной кровли из вмещающих пласт пород, склонных к уплотнению. Необходимым условием формирования устойчивой кровли слоя из обрушенных пород является соблюдение разрыва во времени между отработкой верхнего и нижнего слоёв при обеспечении достаточной влажности обрушенных пород.

Способы создания искусственной кровли в соответствии с характеристиками обрушенных пород

Группа пород	Характеристика обрушенных пород непосредственной кровли		Способность к образованию искусственной кровли	Доля расширения на шахтах СНГ
	Породы	Свойства пород		
I	Аргиллиты и алевролиты с преобладанием глинистых материалов	Мелкокусковое обрушение, $\sigma_{сж}$ до 25 МПа, легкообрушающиеся	Уплотняются при добавлении воды или глинистой пульпы	38
II	Алевролиты с малым содержанием глинистых минералов, глинистые песчаники	Среднекусковое обрушение $\sigma_{сж}=25-49$ МПа, легко- и среднеобрушающиеся	Упрочняются при использовании вяжущих смесей	26
III	Песчаники, алевролиты, известняки андезиты	Крупноблочное обрушение, $\sigma_{сж} > 49$ МПа, труднообрушающиеся	Не уплотняются и не упрочняются, требуется возведение межслоевых перекрытий	36

При недостаточной естественной влажности пород и низком содержании глинистых частиц рекомендуется производить увлажнение обрушенных пород раствором глинистой пульпы. Этот способ нашёл широкое применение в Челябинском, Карагандинском угольных бассейнах и при разработке угольных месторождений Средней Азии. С целью эффективного использования этого способа необходимо установить и контролировать оптимальные параметры увлажнения обрушенных пород для каждого случая его применения.

Основой второго способа является создание искусственной кровли для нижележащих слоёв путём упрочнения вяжущими растворами обрушенных пород по площади очистного забоя верхнего слоя. Этот способ прошёл промышленную проверку в Карагандинском угольном бассейне при отработке мощного пологого пласта d_6 двумя наклонными слоями. В качестве вяжущего вещества использовался цементный раствор, который нагнетался в выработанное пространство через скважины. В Польше рекомендовано использовать вяжущие растворы, изготавливаемые на основе отходов цементного производства и летучей золы электростанций, с последующей подачей раствора с земной поверхности по трубам. Существенный недостаток данного способа состоит в неравномерности обработки обрушенных пород и отсутствии контроля качества обработки.

Сущность третьего способа заключается в возведении межслоевых перекрытий из настилаемых в переплёт металлических полос и металлической сетки. Промышленные испытания данного способа производились на

ш. «Усинская» при отработке выемочного столба № 15 по пласту Ш. При ведении очистных работ по первому слою механизированным комплексом 4КМ-130 осуществлялась настилка гибкого перекрытия из металлических полос и сетки «Рабица». Вынимаемая мощность по первому слою составила 3,5 м. Второй слой обрабатывался без оставления межслоевой пачки с помощью механизированного комплекса 2УКП, мощность слоя 4,0 м, прорывов обрушенных пород кровли в призабойное пространство не наблюдалось.

Опыт применения третьего способа в России, Японии, Франции показал, что даже при возведении гибкого перекрытия путём разматывания сетки с помощью специальных устройств значительный объём трудоёмких работ приходится выполнять вручную, что сдерживает внедрение данного способа.

Влажность обрушенных пород первой группы должна быть не ниже 10...12 %. При этом прочность искусственной кровли толщиной 0,6...0,8 м должна быть не менее 0,8...1,1 МПа, что достигается через 12...18 месяцев. Породы кровли второй группы образуют искусственную кровлю при обрушении кусков средних размеров. Способ создания искусственной кровли с помощью вяжущих растворов по прочности эквивалентен угольной пачке мощностью 0,2...0,25 м. Возведение гибкого перекрытия из проволочной сетки № 20 и металлических полос сечением 3,2×50 мм равноценно оставлению угольной пачки толщиной 0,3 м.

Из рассмотренных выше способов наиболее эффективным и наименее трудоёмким является первый, но он может быть реализован только в определённых горно-геологических условиях. На шахтах Кузбасса он нашёл ограниченное применение.

В условиях развивающегося экономического кризиса, отрицательно влияющего на состоянии угледобывающей отрасли в целом и подземной добычи в частности, особенно актуальным становится развитие технологии подземной добычи путём разработки и внедрения безопасных и эффективных систем разработки. В этой связи предлагается к использованию технология отработки мощных пологих пластов угля очистными механизированными забоями слоями по их почве. Для разработки теоретического обоснования параметров предлагаемой технологии, технологических схем, мер безопасности при их применении были проведены экспериментальные исследования в лабораторных и шахтных условиях технологий отработки мощных пологих пластов слоями по почве пласта и с одновременной отработкой слоёв в выемочном столбе. В ходе исследований проводилось изучение геомеханических процессов деформации и сдвижения подрабатываемого углепородного массива. С учётом полученных результатов были разработаны технологические схемы отработки мощных пологих пластов слоями по их почве.

На базе результатов выполненного анализа [1-18] разработана классификация технологий отработки ДОМЗ мощных пологих угольных пластов столбовыми системами. В ней определены и сгруппированы направления, по наиболее существенным классификационным признакам, по которым развивается технология отработки мощных пологих угольных пластов подземным способом. В классификации авторами впервые выделено новое, ранее не изученное, направление в разработке мощных пологих угольных пластов - отработка слоями по почве пласта (рис. 6).

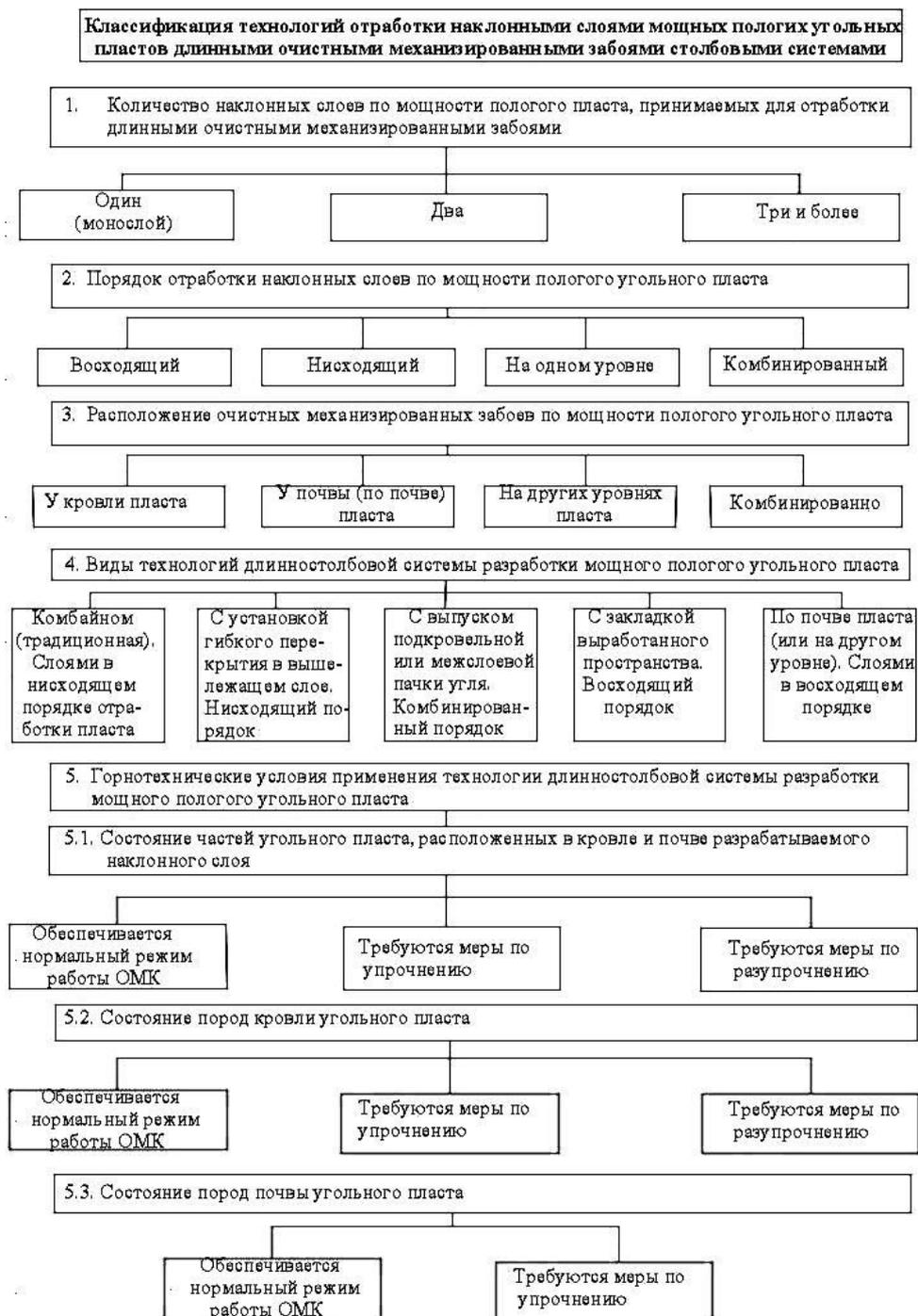


Рис. 6. Классификация технологий отработки мощных пологих угольных пластов ДОМЗ столбовыми системами

3. Положительные практические результаты, полученные одним из авторов в ходе проведения исследований при испытании технологии отработки мощного пологого пласта слоями по его почве в лабораторных и шахтных условиях, показали целесообразность её применения.

Выводы

1. Выявленные недостатки существующих технологических схем отработки мощных пологих пластов угля подчёркивают актуальность необходимости решения задачи развития технологий отработки мощных пологих угольных пластов подземным способом.

2. Разработанная классификация технологий отработки наклонными слоями мощных пологих угольных пластов длинными очистными механизированными забоями столбовыми системами определяет тенденции путей развития технологий отработки мощных пологих пластов угля подземным способом.

Список литературы

1. Калинин С.И., Лютенко А.Ф., Егоров П.В. Управление горным давлением при разработке пологих пластов с труднообрушаемой кровлей. Кемерово: Кемеровское книжное издательство, 1991. 125 с.

2. Разработка мощных пластов механизированными крепями с регулируемым выпуском угля / В.И. Клишин, Ю.С. Фокин, Д.И. Кокоулин, Уулу Б. Кубанычбек // Новосибирск: Наука, 2007. 135 с.

3. Соломатин А.Г. Подземная разработка мощных пологих угольных пластов. М.: Недра, 1997. 407 с.

4. Джогало Г.Н., Мурашёв А.Н., Син А.П. Выемка мощного пологого пласта наклонными слоями в восходящем порядке // Уголь. 1965. №2. С. 20-23.

5. Торро В.О., Белов В.П., Ремезов А.В. Опыт отработки мощных пластов пологого залегания // Уголь. 2008. №1. С. 11-14.

6. Торро В.О., Калинин С.И., Сердобинцев Н.Г. Определение мощности подсечного слоя и подкровельной угольной пачки для проектирования очистных работ при отработке пласта XXI в условиях шахты Ольжерасская-Новая // Вестник КузГТУ. 2008. №4. С. 13 -17.

7. Проблемы технического и технологического перевооружения угольных шахт Кузбасса на примере ЗАО «Южкузбассуголь» / В.О. Торро, С.Р. Ногих, С.В. Ясюченя, М.К. Дурнин // ГИАБ. 2008. №11. С. 151-155.

8. Исследования режимов работы механизированной крепи ZB-8000/22/35 при отработке угольного пласта с выпуском угля из подсечного слоя / В.О. Торро, Ю.Ю. Самолетов, С.И. Калинин, Н.Г. Сердобинцев // Уголь. 2008. №12. С.7-10.

9. Исследование проявлений горного давления при отработке мощного пласта с выпуском из подкровельной пачки / В.О. Торро [и др.] // Уголь. 2009. №1. С. 64- 67.

10. Слеживаемость обрушенных пород мощных пологих пластов Кузнецкого бассейна / В.О. Торро, В.П. Белов, А.В. Ремезов, С.И. Калинин // Сб. науч. тр. VI межрегиональной науч.-техн. конф. «Освоение минеральных ресурсов Севера: проблемы и решения». Воркута. 2008. С.29-33.

11. Исследование проявлений горного давления при отработке мощного пологого пласта наклонными слоями в восходящем порядке в лабораторных условиях / В.О. Торро, Ю.И. Морозов, Н.Г. Сердобинцев, А.В. Ремезов // Вестник КузГТУ. 2011. № 6. С. 13-15.

12. Исследование проявлений горного давления при отработке мощного пологого пласта наклонными слоями в восходящем порядке в шахтных условиях / В.О. Торро, Ю.И. Морозов, Н.Г. Сердобинцев, А.В. Ремезов // Вестник КузГТУ. 2011. № 6. С. 15-17.

13. Торро В.О., Сердобинцев Н.Г., Ремезов А.В. Исследование проявлений горного давления при отработке мощного пологого пласта камерной системой слоями в нисходящем порядке // Вестник КузГТУ. 2012. № 3(91). С. 42-47.

14. Торро В.О., Ремезов А.В. Разработка технологических схем отработки мощных пологих пластов наклонными слоями с восходящим порядком выемки слоев // Сб. науч. тр. II междунар. науч.-практич. конф.: 29-30 сентября 2014. Уфа: РИО ИЦИПТ, 2014. С. 131-143.

15. Торро В.О., Ремезов А.В. Определение приоритетности различных параметров в обосновании возможности применения способа отработки мощных пологих пластов угля наклонными слоями. Ч. 1, Ч. 2 // Сб. науч. тр. II междунар. науч.-практич. конф.: 29-30 сентября 2014. Уфа: РИО ИЦИПТ, 2014. С. 143 -169.

16. Торро В.О., Тациенко В.П., Ремезов А.В. Анализ схем проветривания выемочных полей на мощных пологих угольных пластах // Физико - технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2015. № 5. С. 15-23.

17. Торро В.О., Ремезов А.В., Рябков Н.В. Опыт отработки мощных пологих пластов в Кузбассе. Кемерово: ООО «ОФСЕТ», 2015. 898 с.

18. Торро В.О., Ремезов А.В., Роут Г.Н. Исследование закономерностей протекания аэротермодинамических процессов при самонагревании угольного скопления // Вестник КузГТУ. 2016. № 3. С. 37-43.

Торро Виктор Оскарович, ст. преподаватель, torrovo@mail.ru, Россия, Кемеровская область, Междуреченск, Филиал «Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева» в г. Междуреченске,

Супруненко Александр Николаевич, канд. техн. наук, доц., san1948@mail.ru, Россия, Кемерово, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,

Ремезов Анатолий Владимирович, д-р техн. наук, проф., lion742@mail.ru, Россия, Кемерово, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,

Кузнецов Евгений Владимирович, канд. техн. наук, зам. директора по науке, kevlad@mail.ru, Россия, Кемеровская область, Междуреченск, Филиал «Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева» в г. Междуреченске

DETERMINATION OF TRENDS IN UNDERGROUND MINING TECHNOLOGIES FOR RECOVERY OF THICK FLAT-LYING COAL SEAMS

V.O. Torro, A.N. Suprunenko, A.V. Remezov, E.V. Kuznetsov

Annotation: A big variety of mining and geological conditions occurring in thick flat-lying coal seams as well as several other factors have determined the emergence of substantial number of coal seam mining technologies. However, all of them have a number of significant drawbacks. Therefore the determination of trends in development of technologies for recovery of thick flat-lying coal seams to open new prospects for creation of new safe and cost effective mining systems becomes quite relevant. In this regard we have completed a brief study of the variety used mining technologies and based on the obtained results we have developed “The classification of mining technologies for thick flat-lying coal seams recovery with fully-mechanized longwall (FMLW) mining methods involving pillar systems”.

Keywords: Thick flat lying coal seams, slicing systems, interlayer coal patch, roof coal patch, coal patch recovery, artificial roof, coal seam mining sequence, undercut seam, coal seam mining, classification of mining technologies.

Torro Victor Oskarovich, the senior teacher, torrovo@mail.ru, Russia, Mezhdurechensk, Mezhdurechensk Branch T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University,

Suprunenko Alexandr Nikolaevich, candidate of technical sciences, doцент, san1948@mail.ru, Russia, Kemerovo, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University,

Remezov Anatoly Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, lion742@mail.ru, Russia, Kemerovo, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University,

Kuznetsov Evgeniy Vladimirovich, candidate of technical sciences, the deputy director on a science, kevlad@mail.ru, Russia, Mezhdurechensk, Mezhdurechensk Branch T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Reference

1. Kalinin S.I., Lyutenko A.F., Egorov P.V. Upravlenie gornym davleniem pri razrabotke pologih plastov s trudnoobrushaemoj krovlej. Kemerovo: Kemerovskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1991. 125 s.
2. Razrabotka moshchnyh plastov mekhanizirovannymi krepyami s re-guliruемым vypuskom uglja / V.I. Klishin, Yu.S. Fokin, D.I. Kokoulin, Uulu B. Kubanychbek // Novosibirsk: Nauka, 2007. 135 s.
3. Solomatin A.G. Podzemnaya razrabotka moshchnyh pologih ugol'nyh plastov. M.: Nedra, 1997. 407 s.
4. Dzhogalo G.N., Murashyov A.N., Sin A.P. Vyemka moshchnogo pologogo plasta naklonnymi sloyami v voskhodyashchem poryadke // Ugol'. 1965. №2. S. 20-23.
5. Torro V.O., Belov V.P., Remezov A.V. Opyt otrabotki moshchnyh plastov pologogo zaleganiya // Ugol'. 2008. №1. S. 11-14.
6. Torro V.O., Kalinin S.I., Serdobincev N.G. Opredelenie moshchnosti podsechnogo sloya i podkrovel'noj ugol'noj pachki dlya proektirovaniya ochistnyh rabot pri otrabotke plasta XXI v usloviyah shahty Ol'zherasskaya-Novaya // Vestnik KuzGTU. 2008. №4. S. 13 - 17.
7. Problemy tekhnicheskogo i tekhnologicheskogo perevooruzheniya ugol'nyh shaht Kuzbassa na primere ZAO «Yuzhkuzbassugol'» / V.O. Torro, S.R. Nogih, S.V. Yasyuchena, M.K. Durnin // GIAB. 2008. №11. S. 151-155.
8. Issledovaniya rezhimov raboty mekhanizirovannoj krepki ZB-8000/22/35 pri otrabotke ugol'nogo plasta s vypuskom uglja iz podsechnogo sloya / V.O. Torro, Yu.Yu. Samoletov, S.I. Kalinin, N.G. Serdobincev // Ugol'. 2008. №12. S.7-10.
9. Issledovanie proyavlenij gornogo davleniya pri otrabotke moshchnogo plasta s vypuskom iz podkrovel'noj pachki / V.O. Torro [i dr.] // Ugol'. 2009. №1. S. 64- 67.
10. Slezhivaemost' obrushennyh porod moshchnyh pologih plastov Kuzneckogo bassejna / V.O. Torro, V.P. Belov, A.V. Remezov, S.I. Kalinin // Sb. nauch. tr. VI mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. «Osvoenie mineral'nyh resursov Severa: problemy i resheniya». Vor-kuta. 2008. S.29-33.
11. Issledovanie proyavlenij gornogo davleniya pri otrabotke moshchnogo pologogo plasta naklonnymi sloyami v voskhodyashchem poryadke v laboratornyh usloviyah / V.O. Torro, Yu.I. Morozov, N.G. Serdobincev, A.V. Remezov // Vestnik KuzGTU. 2011. № 6. S. 13-15.
12. Issledovanie proyavlenij gornogo davleniya pri otrabotke moshchnogo pologogo plasta naklonnymi sloyami v voskhodyashchem poryadke v shahtnyh usloviyah / V.O. Torro, Yu.I. Morozov, N.G. Serdobincev, A.V. Remezov // Vestnik KuzGTU. 2011. № 6. S. 15-17.
13. Torro V.O., Serdobincev N.G., Remezov A.V. Issledovanie proyavlenij gornogo davleniya pri otrabotke moshchnogo pologogo plasta kamernoj sistemoj sloyami v niskhodyashchem poryadke // Vestnik KuzGTU. 2012. № 3(91). S. 42-47.
14. Torro V.O., Remezov A.V. Razrabotka tekhnologicheskikh skhem otrabotki moshchnyh pologih plastov naklonnymi sloyami s voskhodyashchim poryadkom vyemki sloev // Sb. nauch. tr. II mezhdunar. nauch.-praktich. konf.: 29-30 sentyabrya 2014. Ufa: RIO ICIPT, 2014. S. 131-143.
15. Torro V.O., Remezov A.V. Opredelenie prioritetnosti razlichnyh parametrov v obosnovanii vozmozhnosti primeneniya sposoba otrabotki moshchnyh pologih plastov uglja naklonnymi sloyami. Ch. 1, Ch. 2 // Sb. nauch. tr. II mezhdunar. nauch.-praktich. konf.: 29-30 sentyabrya 2014. Ufa: RIO ICIPT, 2014. S. 143 -169.

16. Torro V.O., Tacienco V.P., Remezov A.V. Analiz skhem provet-rivaniya vyemochnyh polej na moshchnyh pologih ugol'nyh plastah // Fiziko - tekhnicheskie problemy razrabotki poleznyh iskopaemyh. 2015. № 5. S. 15-23.

17. Torro V.O., Remezov A.V., Ryabkov N.V. Opyt otrabotki moshchnyh pologih plastov v Kuzbasse. Kemerovo: ООО «OFSET», 2015. 898 s.

18. Torro V.O., Remezov A.V., Rout G.N. Issledovanie zakonomernostej protekaniya aerotermodinamicheskikh processov pri samonagrevanii ugol'nogo skopleniya // Vestnik KuzGTU. 2016. № 3. S. 37-43.

УДК.622.271

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАШИН ПОСЛОЙНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

А.Ю. Чебан, Н.П. Хрунина

Предлагается технологическая схема разработки сложноструктурного Ошурковского месторождения апатитов с применением горной фрезы, оборудованной автоматической системой контроля кондиционности горной массы и усовершенствованных одноковшовых погрузчиков. С помощью автоматической системы контроля кондиционности горной массы осуществляется дифференциация фрезеруемых полос на участки, в зависимости от содержания полезного компонента, путем интегрирования информации от датчиков и получения средних показателей по ширине полосы фрезерования. Ковш погрузчика предлагается оснастить поворотным козырьком для эффективного разделения горной массы на границе участков и увеличения коэффициента наполнения ковша.

Ключевые слова: месторождение апатитов, горная фреза, послойно-полосовая отработка, горная масса, выемка, одноковшовый погрузчик, автосамосвал.

В связи ужесточением экологических требований разработка некоторых месторождений традиционными способами с применением буровзрывных работ становится невозможной. В ряде случаев нежелательно применение взрывного рыхления при разработке сложноструктурных месторождений, поскольку при взрыве происходит перемешивание полезного ископаемого и пустых пород, что приводит к снижению качества получаемой рудной массы [1]. Особенно важна раздельная выемка на месторождениях с низкими содержаниями полезного компонента в руде.

Ошурковское месторождение апатитов является типичным сложноструктурным месторождением с низким содержанием полезного компонента в руде, оно расположено в республике Бурятия, в 12 км к северо-западу от г. Улан-Удэ, на левом берегу реки Селенга. Запасы апатитовых руд на Ошурковском месторождении составляют 996 млн т апатита или 39 млн т пентаоксида фосфора P_2O_5 , содержание пентаоксида фосфора P_2O_5 в