УДК 622.274.53

Л.Ф.КОЖУХОВ, *канд. техн. наук, заведующий кафедрой, koguhov_leonid@mail.ru*
К.В.СТРУК, *студент, Konstantin_Struk@Mail.Ru*
Филиал государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кузбасский государственный технический университет» в г. Прокопьевске

L.F.KOZHUHOV, *PhD in eng. sc., head of the chair, koguhov_leonid@mail.ru*
K.V.STRUK, *student, Konstantin_Struk@mail.ru*
Kuzbass State Technical University branch in the town of Prokopyevsk

МЕХАНИЗАЦИЯ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ КРУТЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Приведены данные о применяемых технологиях и технике отработки мощных крутых пластов на отечественных шахтах и за рубежом. Предпочтение отдается применению механизированных комплексов с выпуском межслоевой толщи. Приводится описание задач исследований и плоского стенда для моделирования из эквивалентных материалов технологии ведения горных работ при отработке мощного крутого пласта с применением передвижного штрекового комплекса.

***Ключевые слова*:** мощные крутые пласты, механизация отработки, подэтажная система, передвижной штрековый комплекс, исследование параметров технологии отработки, моделирование на плоских стендах.

MECHANIZATION OF STEEP THICK COAL SEAMS WORKING

This article presents the data concerning application of techniques and technologies in mining steep thick coal seams both in domestic mines and abroad. The preference is given to application of mechanized complexes with partings output. The article gives the description of research tasks. The description of flat stand for modeling from equivalent materials and mining technologies with the use of moving drifts complex is also presented.

***Key words*:** steep seams, mechanization of working, moving drift complex, research of mining technology parameters, modeling at flat stands.

Дальнейшее развитие угольной промышленности страны предусматривает снижение числа нерентабельных, малонагруженных забоев, увеличение нагрузки на каждый забой. Это достигается за счет дальнейшего совершенствования и развития технологии, применяемых горных машин и оборудования. Особенно неблагоприятным с точки зрения эффективности отработки угольных пластов является Прокопьевско-Киселевский угольный район. Шахтами района отрабатываются более 25 пластов. Их мощность изменяется от 1 до 20 м, углы падения – от 0 до 90° с преобладающим диапазоном 56-90°. Более 20 % пластов – мощные. Фактическая глубина разработки составляет более 400 м. Между тем в крутопадающих пластах в районе Прокопьевска и Киселевска залегает много угля дефицитных на рынке коксующихся марок.

Технология очистных работ на мощных крутых и крутонаклонных пластах характеризуется почти полным отсутствием механизации, большим объемом ручного труда, повышенным расходом лесоматериалов, низким уровнем безопасности и значительными потерями угля в недрах. Ведение горных работ осложняется наличием большого количества рабочих сближенных пластов, большой мощностью и высокой газообильностью разрабатываемых пластов, повышенной склонностью углей к самовозгора-

нию, наличием пластов, опасных по газодинамическим явлениям. С переходом на отработку запасов нижележащих горизонтов горно-геологические условия осложняются, возрастает опорное давление, ухудшаются физико-механические свойства углей, повышаются нарушенность и газообильность пластов. Вследствие этого применение традиционных систем разработки становится более затруднительным из-за аварийного состояния забоев, увеличения травматизма, повышения пожароопасности и увеличения расхода дефицитных и дорогостоящих лесоматериалов.

За годы эксплуатации шахт в Прокопьевско-Киселевском районе были испытаны практически все известные системы разработки и их варианты, как с обрушением кровли, так и с закладкой выработанного пространства. Механизацией и комплексной механизацией горных работ мощных пластов крутого падения занимались множество организаций, в том числе научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт КузНИУИ. К примеру, в 1960-1990 гг. при непосредственном участии КузНИУИ внедрялся целый ряд механизированных комплексов и агрегатов, но многолетние поиски не привели к повышению эффективности отработки таких пластов. Объем добычи угля из забоев, оборудованных агрегатами АК-3, А2-С, АНЩ, АЩМ, комплексом КПК, составлял 6-7 % от общего объема очистной добычи, при этом нагрузка на механизированный забой находилась на уровне среднесуточной по всем очистным забоям – около 250 т/сутки.

В КузНИУИ с 1986 г. велись работы по созданию очистных агрегатов ЩРПМ для отработки мощных крутонаклонных пластов угля на базе щитовой крепи ЩРП, которая отличается большой простотой, высокой приспособляемостью к сложным горно-геологическим условиям, а также низкой стоимостью [2].

В результате проведенных исследований работниками КузНИУИ совместно с Институтом горного дела СО РАН был создан и внедрен в промышленное производство принципиально новый тип очистного оборудования – щитовой агрегат безраспорного типа ЩРПМ. Агрегат выпускается трех типоразмеров:

Типоразмер	ЩРПМ-1	ЩРПМ-2	ЩРПМ-4
Мощность пласта, м	4,5-5,5	3,5-4,5	7,0-10

За время эксплуатации агрегатов ШРПМ на шахте «Киселевская» (1987-1990 гг.) была установлена работоспособность агрегата, а также высокая безопасность в работе (не было ни одного случая травматизма непосредственно в очистном забое). При соответствующем выборе и подготовке шахтопластов потенциальные возможности агрегатов оцениваются в 500 т/сут. К недостаткам данной технологии следует отнести недостаточную надежность и производительность машин агрегата.

В Китае при отработке угольных пластов с крутонаклонным залеганием широкое применение получили секции крепи с выпуском угля на завальный конвейер. Технология отработки таких угольных месторождений на протяжении последних 10 лет совершенствуется и вместе с ней улучшаются технические и эксплуатационные характеристики секций крепи.

На шахте «Эйвургоу», которая входит в состав угольной корпорации «Шаньхуа», при отработке лавы с углом наклона пласта 45° с использованием секций крепи производства Чженчжоуской группы горно-шахтного оборудования (ГШО) в 2007 г. было добыто 800 тыс.т угля. Чженчжоуской группой ГШО совместно с Пекинской угольной академией развиваются технологические схемы отработки угольных запасов при крутонаклонном залегании угольных пластов. Совершенствование технологии удержания и стабилизации секций крепи позволяет еще более увеличивать добычу на угольных шахтах.

Для отработки крутонаклонных пластов шахты «Киселевская» компания ОАО ХК «СДС-Уголь» заключила контракт на поставку механизированного комплекса [3], в состав которого входят секции крепи Чженчжоуской группы ГШО. Комплект оборудования содержит 94 секции крепи, перегружатель, комбайн, два скребковых конвейера. Комплекс предусматривает выемку угля в лаве длиной 140 м и мощностью пласта до 7 м. Производительность комплекса, который будет поставлен на «Киселевскую», – 45 тыс.т угля в месяц. Как заверяют специалисты

«СДС-Угля», он может работать под углом свыше 45°. В компании рассчитывают, что его использование позволит увеличить годовую добычу угля на шахте с 700 тыс.т до 1,2 млн.т.

Имеется положительный опыт разработки и эксплуатации механизированной крепи с выпуском угля в Советском Союзе и России. Примером таких крепей и комплексов являются комплекс КНКМ конструкции Сибгипрогормаша (Новосибирск) и КузНИУИ (Прокопьевск).

ОАО «Объединенные машиностроительные технологии» по заказу Института горной науки и технологии Вьетнама разработало и изготовило крепь механизированную ДТ1 для работы в комплексе оборудования КДТ1 при отработке мощных крутопадающих пластов на шахтах компании ВИНАКОЛ во Вьетнаме [4]. Крепь механизированная ДТ1 позволяет отрабатывать мощные крутые пласты горизонтальными слоями с выпуском междуслоевой толщи. При этом отработка подсечного слоя предусмотрена коротким забоем.

Заслуживает особого внимания техническая разработка д-ра техн. наук, профессора, заслуженного изобретателя РФ В.И.Клишина, заведующего лабораторией подземной разработки угольных месторождений Института горного дела СО РАН. Им предложена технология и конструкция комплекса «крепь – штрек» для технологии подэтажной выемки мощных крутопадающих пластов мощностью свыше 4 м с углом залегания от 45° [1]. Данная технология пригодна для сложных горно-геологических условий, которые характерны для Прокопьевско-Киселевского угольного района.

Комплекс оборудования включает две гидрофицированные секции крепи, перегружатель и штрековый конвейер. Перегружатель устанавливается между секциями крепи, имеющими боковые щитки, с помощью которых осуществляется дозированный выпуск угля. Механизированные секции комплекса имеют окна в поддерживающей части и обеспечивают управляемый принудительный выпуск регулируемыми по производительности питателями.

В.И.Клишиным [1] проведены значительные лабораторные и теоретические исследования режима механизированного управляемого выпуска угля из разрушенного межэтажного целика на подэтажный штрек при различном количестве одновременно открытых выпускных окон. К сожалению, автор не приводит данные о проведенных лабораторных исследованиях оптимальных параметров системы отработки, оптимальных расстояниях между подэтажными штреками, размерах целиков, влиянии крепости пород, угла падения и др.

В 2009 г. губернатором Кемеровской области был объявлен конкурс на получение гранта в номинации «Новые технологии добычи и глубокой переработки угля», в котором выиграл научно-исследовательский проект «Обоснование параметров технологии разработки крутых и крутонаклонных угольных пластов в сложных горно-геологических условиях системой подэтажного обрушения с выпуском угля под защитой механизированной крепи передвижного штрекового комплекса» группы студентов технического факультета филиала ГУ КузГТУ в г.Прокопьевске. Научный руководитель проекта – заместитель директора филиала по научной работе, заведующий научно-исследовательским и проектно-конструкторским подразделением «Угольные технологии Кузбасса» д-р техн. наук, проф. С.И.Калинин.

Передвижной штрековый комплекс предназначен для механизации горных работ на мощных пластах крутого падения подэтажными штреками с применением механизированной крепи, обеспечивающей управляемый выпуск межслоевой толщи.

Для реализации данного проекта необходимо решить несколько задач, а именно:

- выбор ширины межгоризонтного и других целиков, оставляемых в выработанном пространстве;
- расчет расстояния между подэтажными штреками;
- выбор параметров выпуска угля, разупрочнения угля перед выпуском;
- расчет параметров схем подготовки и ведения очистных работ.

Поставленные задачи могут быть решены с использованием следующих методов исследований:

• обзор и анализ литературных источников по системам разработки и технологическим схемам отработки мощных крутых и крутонаклонных пластов в сложных горно-геологических условиях с выпуском горной массы;

• оценка отечественного и зарубежного опыта отработки крутых пластов;

• исследование закономерностей проявлений горного давления при выемке полезного ископаемого на плоских моделях из эквивалентных материалов.

Моделирование на плоских или объемных стендах из эквивалентных материалов позволяет провести исследования закономерностей проявлений горного давления и других параметров при выемке полезного ископаемого в лабораторных условиях, является одним из наиболее достоверных методов исследований в геомеханике.

Исследования на плоских моделях из эквивалентных материалов (достаточно информативные, но менее трудоемкие, чем на объемных моделях) позволяют с большой степенью достоверности проследить процессы деформирования в толще пород при движении забоя выработки, особенно с разрывом сплошности, что обычно исключено при других методах моделирования. В методе эквивалентных материалов взамен натуральных горных пород используют некоторые искусственные материалы, эквивалентные породам моделируемой толщи (цементно-песчаные, гипсопесчаные, парафино-песчаные). Разделение толщи пород в модели на отдельные слои обеспечивают путем присыпки поверхности каждого слоя крупной молотой слюдой, трещиноватость или кливаж воспроизводят насечкой только что изготовленных слоев до отвердения или схватывания материалов.

Для проведения лабораторных исследований из эквивалентных материалов используется лаборатория моделирования и физико-механических испытаний горных пород филиала Кузбасского государственного технического университета в г.Прокопьевске.

Модели изготавливают на испытательных стендах, представляющих собой жесткие рамные металлические конструкции.

Изготовлено несколько моделей секции механизированной крепи передвижного штрекового комплекса для выявления оптимальности конструкции, приобретена записывающая система измерительная тензометрическая СИИТ-3, индикаторы часового типа с ценой деления 0,01-0,001 мм, тензорезисторы и изготовлены датчики давления (типа Д-2 конструкции ВНИМИ) для регистрации проявления горного давления.

В соответствии с целью и поставленными задачами разрабатывается, согласовывается и утверждается в установленном порядке методика выполнения работы, в которую включаются вопросы сбора и обработки материалов по литературным источникам, методов моделирования геомеханических и технологических процессов, методов измерения исследуемых факторов, методов обработки результатов исследований, обоснование необходимых объемов, обеспечивающих достоверность результатов исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Клишин В.И.* Технология выемки крутопадающих пластов // Уголь Кузбасса, 2009, октябрь-ноябрь. С.75-76.

2. *Лебедев А.В.* Технология, безопасность работ и научная организация труда при разработке крутонаклонных пластов Кузбасса щитовыми агрегатами ЩРПМ: Обзор / А.В.Лебедев, Ю.В.Воронцов; НИЭИуголь. М., 1991. 47 с.

3. http://www.i2n.ru/news/industry/2285/

4. http://www.omt-gum.ru/rus/go.phtml?login=&pass==&id=2115

REFERENCES

1. *Klishin V.I.* The technology of excavation of steep seams // The coal of Kuzbass. 2009. October-November. P.75-76.

2. *Lebedev A.V.*, *Vorontsov U.V.* The technology, safety of mining activities and scientific organization of productive work during the excavation of steep seams in Kuzbass by shield units ЩРПМ: Obzor / Scientific Research Institute ugol. Moscow, 1991. 47 p.

3. http://www.i2n.ru/news/industry/2285/

4. http://www.omt-gum.ru/rus/go.phtml?login=&pass=&id=2115