© С.А. Кариман, 2008

УДК 622.272

С.А. Кариман

НОВАЯ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ И БЕЗОПАСНОЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ КРУПНЫМИ БЛОКАМИ С ВОЗМОЖНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 40 тыс. т УГЛЯ В СУТКИ ИЗ ОДНОГО ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

Семинар № 15

Новая технология нацелена на достижение значительно более высоких показателей по сравнению с существующими по всем основным направлениям и критериям: экономике, безопасности, экологии, технологичности, надежности, энергозатратам, сохранению природных ресурсов и не причинении вреда окружающей среде. Разработаны на уровне технического предложения технологическая схема очистных работ, конструкции очистного оборудования, подробное описание производственных процессов, организация работ, расстановка и численность рабочих, произведены расчеты энергозатрат и технико-экономических показателей. Разработка проведена применительно к пологим (до 18^0) пластам мощностью 3-5 м.

Согласно новой технологии выемка угля производится вырезанием в призабойном массиве по всей длине лавы крупных прямоугольных блоков врубовыми агрегатами и гидрорезными машинами. Врубовый агрегат конструируется на базе врубовой машины "Урал"-33, выпускаемой Копейским машзаводом. В отличие от врубмашины врубовый агрегат имеет три режущих бара, которыми на глубину 2,2 м прорезаются по всей длине лавы в призабойном массиве три щели: на границе с почвой, с кровлей и по середине мощности пласта. Вслед за агрегатом в нижнюю и среднюю щели рабочими закладываются металлические поддоны, используемые в дальнейшем для выемки и транспортировки угольных блоков.

Для вырезания угольных блоков из призабойного массива необходимо также прорезание поперечных щелей (перпендикулярных линии очистного забоя) и задней вертикальной щели. Щели прорезаются гидрорезными машинами, поперечные - машиной "ГРОЗ-40/3200",задняя вертикальная - машиной "ГРОЗ-20/3200". Экспериментальный образец машины "ГРОЗ-20/3200" был разработан и изготовлен нашим предприятием "Уголь" в 1996 г. Он успешно прошел заводские испытания. Гидрорезная машина "ГРОЗ-40/3200" имеет восемь гидромультипликаторов и два ресивера в отличие машины "ГР03-20/3200", у которой четыре гидромультипликатора и один ресивер. Площадь резания поперечных щелей в два раза больше, чем площадь резания задней щели. Поэтому машина "ГРОЗ-40/3200" имеет два исполнительных инструмента, находящихся одновременно в работе и ее производительность по воде должна быть в два раза больше и по-

этому равна 40 л/мин. Прорезание щелей производится гидроабразивными то струями воды сверхвысокого давления (320 МПа). Толщина струй 0,9 мм. Вес машины "ГР03--40/3200"- 1000 кг, размеры 2х0,7х0,4 м. Вес машины "ГР03-20/3200" - 600 кг размеры аналогичны.

Доставка угольных блоков по лаве производится 4-мя доставочными платформами, перемещающимися по двум колеям шириной 2,5 м швеллерных направляющих на обе бортовые примыкающие горные выработки, которые обе используются как транспортные. Каждая платформа вмещает 6 угольных блоков по 14,3 т весом каждый. Вес самой платформы - 21,8 т. Все платформы самозагружающиеся и саморазгружающиеся. Каждое из 6-ти загрузочных мест оборудовано собственным загрузочным полиспастом и имеет на заднем конце платформы собственный тяговый барабан и общий для всех погрузочных мест приводной вал и гидропривод. Длина платформы - 21,8 м. Разгрузка 6-ти угольных блоков с платформы обеспечивается тяговым конвейером, установленным на платформе. Тяговый конвейер имеет реештачный став во всю длину платформы, по которому перемещаются на роликах тяги с помощью тяговых цепей, движущихся по направляющим с помощью вращения приводной и натяжной головок. Мощность электропривода тягового конвейера - 110 кВт. Угольные блоки при погрузке устанавливаются прямо на тяги конвейера. По прибытии платформы к бортовой выработке через муфту и пускатель, установленный на сопряжении лавы, подается напряжение на электропривод тягового конвейера, который движением своего тягового полотна перекатывает угольные блоки со става платформы на транспортные тележки бортовой выработки. Доставочные платформы перемещаются по горизонтали к бортовым выработкам с помощью лебедок ЛШГ, устанавливаемых в бермах напротив окон лавы. Обратное движение обеспечивается лебедками 17 ЛС, устанавливаемыми в середине лавы.

Ниже приведены в лаконичной форме основные технологические решения и параметры технологии добычи угля крупными блоками. Система разработки - длинные столбы по восстанию. Схема подготовки - погоризонтная. Длина лавы - 340 м, длина столба - на всю наклонную длину панели. Способ выемки угля - вырезанием угольных блоков врубовыми агрегатами и гидрорезными машинами. Способ доставки угольных блоков по лаве - доставочными платформами, перемещающимися по швеллерным направляющим с помощью грузовых лебедок на обе бортовые горные выработки. Способ погрузки угольных блоков на доставочные платформы - полиспастами с натяжением тросов тяговыми барабанами с гидроприводом. Способ разгрузки угольных блоков с доставочных платформ на бортовые выработки - тяговым конвейером, стационарно установленным на доставочной платформе. Способ крепления лавы - механизированной гидравлической призабойной крепью оградительного типа. Способ управления кровлей - частичная закладка выработанного пространства угольными блоками с выкладкой сплошных полос по восстанию. Схема проветривания выемочного столба - прямоточная с подсвежением по вентиляционной бортовой выработке. Состав оборудования очистного комплекса: гидравлическая механизированная крепь, включающая 52 секции на длину лавы 340 м, два врубовых агрегата, две гидрорезные машины ГРОЗ 40/3200, две гидрорезные машины ГРОЗ 20/3200, два гидроопускателя, четыре доставочные платформы,

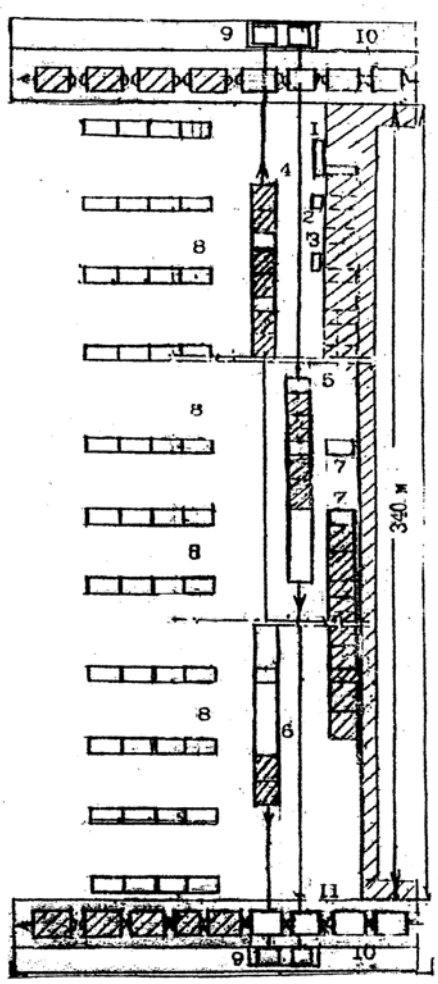

Рис. 1. Схема размещения доставочно-добычного оборудования и очистном забое и на бортовых горных выработках: 1 - врубовый агрегат; 2 – гидрорезная установка для прорезания поперечных щелей; 3 – гидрорезная установки для прорезания задней .щели: 4 - движение доставочной платформы с угольными блоками по стану 2-й дорожки на левую бортовую выработку; 5 – загрузка доставочной платформы 1-й дорожки: 6 - загрузка доставочной платфомы 2-й дорожки с разгрузкой па правой бортовой выработке; 7 - угольные блоки для закладки в выработанное пространство, находящиеся в зоне выемки; 8 - угольные блоки, заложенные в выработанном пространстве; 9 - лебедки Л1ПГ для перемещения груженых доставочных платформ в лаве; 10-бсрма: 11 -колесная транспортная тележка для транспортировки добычных угольных блоков по шахте

три линии швеллерных направляющих, 4 шахтных грузовых лебедки ЛШГ, 4 лебедки 17ЛС, 4 лебедки МК-6,2, 10 насосных станций УН200/320,52 емкости для выдачи штыбов, 416 металлических поддонов, 4 насоса НП200, 4 комплекта эмульсионных рукавов длиной 340 м, 2 комплекта рукавов подачи масла длиной 340 м, один комплект подачи воды длиной 340 м, 8 гидромоторов ДП4. Общий вес оборудования (металлического) - 657 т. Ширина захвата врубового агрегата - 2,2 м. Толщина щелей, прорезаемых врубовым агрегатом - 140 мм. Размены угольных блоков: идущих в добычу - 2,6х2,2х1,79 м, вес -14,3 т; идущих в закладку выработанного пространства- 1,3х2,2х3,58 м (при мощности пласта 4 м) вес угольных блоков для закладки - 14,3 т. Коэффициент потерь запасов в закладке - 17,4 %. Скорость подачи врубового агрегата - 2,8 м/мин. Схема работы врубовых агрегатов - односторонняя. Вес врубового агрегата - 16 т.

Крепление лавы производится гидравлическими механизированными секциями. Основные размеры секций: длина - 9,9 м, ширина -6,5 м, высота 3 – 5 м. Вес секции - 8,6 т. Рабочее сопротивление - стойки -25 тс, секции - 250 тс, количество стоек в одной секции - 10. Шаг установки секций по длине лавы - 6,5 м. Проходное сечение для струи воздуха при минимальной ширине призабойного пространства: при мощности пласта 3 м - 30 кв. м, при мощности пласта 5 м - 40 кв. м. Шаг передвижки, крепи - 2,2 м. Средняя удельная металлоемкость на 1 м длины лавы - 1,32 т/м. Свободное проходное сечение для движения рабо-

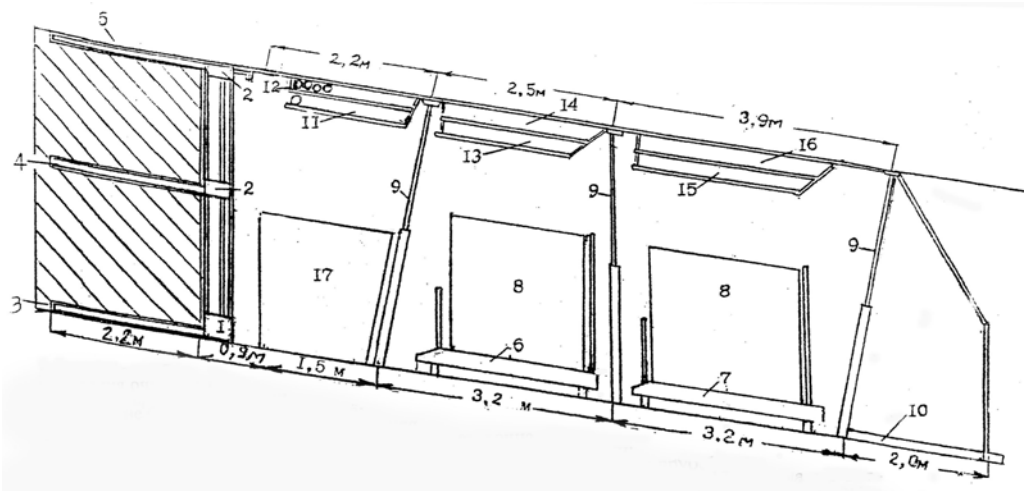

Рис. 2. Работа оборудования очистного комплекса: *1* - врубовый агрегат; *2* - режущие бары врубового агрегата; *3* - нижняя щель;*4* - средняя щель; *5* - верхняя щель; *6* - доставочная платформа 1-й линии;*7* - доставочная платформа 2-й линии; *8* - добычные угольные блоки; *9* - гидростойки крепи; *10* - гидродомкрат фронтальной передвижки; *11* - ниша кабелеукладчика врубового агрегата; *12* - ниша магистралей гидрорезных машин прорезания задней щели; *13* - ниша магистралей гидрорезных машин прорезания поперечных щелей; *14* - ниша магистралей гидромоторов; *15* - ниша магистралей гидравлики механизированной крепи; *16* - ниша дегазационного газопровода; *17* - емкость для аккумулирования штыбов из прорезных щелей

чих: ширина - 2 м, высота - на всю мощность пласта.

Механизированная призабойная крепь предназначена для ограждения призабойного рабочего пространства от случайных вывалов пород. Секции крепи перемещаются вслед за очистным забоем и соединены между собой тремя линиями швеллерных направляющих. Каждая секция состоит из 10 стоек, основания, перекрытия, 4-х гидродомкратов поперечной передвижки гидростоек, 2-х гидродомкратов фронтальной передвижки секций крепи. Перекрытия секций имеют 6 ниш для размещения кабелеукладчиков врубовых агрегатов, эмульсионных, масляных и водяных магистралей, а также дегазационного газопровода. 0снование секции имеет две стальные плоскости: нижнюю и верхнюю, между которыми размещены гидродомкраты и швеллерные направляющие. Этим обеспечивается гладкая поверхность для перемещения по ней угольных блоков на металлических поддонах при погрузке на доставочные платформы. Секции крепи по направлению подвигания имеют четыре отделения. Первое предназначено для перемещения оборудования по вырезанию угольных блоков и их выемки и размещения в нем емкостей для складирования штыбов от прорезания щелей (рис. 2). Отделение ограничено с одной стороны грудью забоя, с другой стороны 4-мя гидростойками 1-й линии. Второе отделение предназначено для передвижения доставочных платформ 1-й доставочной линии. Платформы 1-й доставочной линии производят доставку и выдачу 52 емкостей со штыбом из прорезных щелей, а также погрузку и выдачу угольный блоков верхнего уровня. Отделение ограничено с обеих сторон гидростойками 1-й и 2-й линий.

Третье отделение предназначено для передвижения доставочных, платформ 2-й доставочной линии. Доставочные платформы 2-й линии производят погрузку и выдачу угольных блоков 1-го уровня. Третье отделение ограничено с одной стороны 4-мя гидростойками 2-й линии, с другой стороны 2-мя гидростойками 3-й линии 4-е отделение предназначено для передвижения рабочих.

По длине очистного забоя пространство секции крепи также делится на три отделения: среднее и два боковых. В среднем отделении производится выемка угольных блоков из массива и погрузка на доставочные платформы. В боковых отделениях производится перемещение угольных блоков из массива в выработанное пространство.

Передвижение секций крепи производится в два этапа. На первом этапе выдвижением штоков гидродомкратов производится перемещение передней части секции при распертой задней части. В переднюю часть секции входят основание, перекрытие и 8 гидростоек 1-й и 2-й линий, т.е. составные части первых трех отделений секции. К задней части секции относятся две гидростойки 3-й линии, оба гидродомкрата фронтальной передвижки и концевые части основания и перекрытия. После выдвижения передней части секции и распора гидростоек 1-й и 2-й выдвинутые штоки, чем обеспечивается подтягивание задней части секции к передвинутой передней части. После передвижки задней части производится распор гидростоек 3-й

Управление кровлей в очистном забое ведется методом частичной закладки, выработанного пространства угольными блоками путем выкладки закладочных полос перпендикулярно линии очистного забоя. Высота блоков меньше мощности пласта на суммарную толщину прорезаемых врубовыми агрегатами щелей 0,14х3 = 0,42 м. Эти угольные блоки вырезаются на каждом цикле и перемещаются к выработанному пространству через боковые части секций крепи на металлических поддонах с помощью тяговых устройств. Перемещение производится на каждой секции крепи по всей длине лавы. Угольные блоки перемещаются по плоскости перекрытия основания до линии гидростоек 2-й линии, затем по почве всего на расстояние 10,8 м. Угольные блоки перемещаются вплотную к ранее передвинутым, образую сплошные закладочные полосы.

Угольные блоки в выработанном пространстве, подвергаясь сильному сжатию не склонны к самовозгоранию. Кроме этого в глубине выработанного пространства в связи с наличием большого числа сплошных закладочных полос отсутствует движение воздуха.

Перемещение угольных блоков для закладки производится с использованием тягового устройства, состоящего из полиспаста и тягового блока. Тяговый блок устанавливается на колесной тележке в 3-м отделении и состоит из тягового барабана и гидропривода.

Работа в очистном забое начинается движением двух врубовых агрегатов от середины очистного забоя к бортовым горным выработкам. При своем движении агрегаты по специальным рукавам сбрасывают штыб из верхней и средней щелей в емкости, которые установлены под каждой секцией впереди по ходу движения агрегатов. Штыб, выбрасываемый режущим барам из нижней щели, засасывается в емкость для штыбов пылесосом, установленным на агрегате. Работа врубовых агрегатов происходит независимо от остальных производственных процессов.

Время, за которое каждый агрегат при рабочем ходе проходит свою половину длины лавы 170 м: 2,8 м/мин = 58

мин = 1 час. После окончания основной операции производится холостой перегон агрегатов обратно к середине лавы и его подготовка к новому циклу. При холостом перегоне на его обратном пути нет препятствий, поскольку работающие по вырезанию блоков вслед за ним обе гидрорезные машины и гидроопускатель, производящий выемку угольных блоков верхнего уровня из массива и опускание до уровня доставочных платформ, передвигаются по швеллерной колее и потому пространство для перемещения врубовых агрегатов шириной 0,9 м между грудью забоя и корпусами машин свободно. Время движения агрегатов при перегоне составляет 170 м: 8,1 м/мин = 21 мин. С учетом подготовительно-заключительных операций продолжительность цикла работы врубовых агрегатов равна 60 мин + 21 мин + 9 мин = 90 мин = 1,5 час.

Определим теперь возможность выполнения полного производственного цикла добычи угольных блоков за 1,5 часа по процессам доставки угольных блоков на бортовые выра-ботки. На участке каждой секции подлежат доставке 5 грузоединиц одинаковых габаритов: емкость со штыбом и четыре угольных блока весом по 14,3 т - два верхнего уровня и два нижнего. Общее количество грузоединиц, доставляемое с каждой половины лавы двумя доставочными платформами 1-й и 2-й доставочных линий составляет 5х23 = 115 грузоединиц. Здесь учтено, что грузоединицы с 1-х 3-х секций от края лавы выгружаются на бортовые выработки грузовыми лебедками. Суммарное время работы доставочных платформ за один цикл согласно планограммы организации работ (рис. 3): по 1-й доставочной линии 68 мин, по 2-й доставочной линии 90 мин. В сумме рабочее время по доставке, приходящееся на одну доставочную платформу 158 мин. Возможное количество грузорейсов за это время 158 мин: 8,3 мин = 19 рейсов. Это количество грузорейсов позволяет выдать из лавы 19х6 = 114 грузоединиц. Таким образом, расчетами по организации работ выявлена возможность выполнения в течение одной рабочей смены продолжительностью 6 часов 4-х добычных циклов.

Определим возможную суточную производительность очистного забоя. Объем добычи за цикл составляет 340х2,2х4 м х 1,4 т/м^3 х 0,826= = 3450 т. Здесь 340 м - длина лавы, 2,2 м -ширина захвата, 4 м -мощность пласта, 0,826 - коэффициент извлечения запасов за цикл добычи. При выполнении за смену 4-х производственных циклов добыча составляет 13800 т/смену. При режиме работы лавы по добыче 3Д + 1Р суточная добыча равна 41,4 тыс. т.

Численность добычного звена очистной бригады, определенная путем расстановки рабочих по рабочим местам с учетом интенсивности процессов составляет - 64 чел, в том числе машинистов и операторов - 20 чел, помощников машинистов - 20 чел, лебедчиков – 8 чел, укладчиков поддонов в щели – 8 чел, установщиков чехольной и тросовой оснастки на добычные угольные блоки - 8 чел. Производительность труда на выход – 216 т/вых.

Расход электроэнергии на добычу за один производственный цикл составляет 2900 кВт-часов, в том числе работа врубовых агрегатов - 944 кВт-часов, насосных станций, обеспечи-вающих гидрорезные машины -750 квт-часов, работа насосов гидроприводов погрузки угольных блоков на платформы, перемещения угольных блоков в выработанное пространство

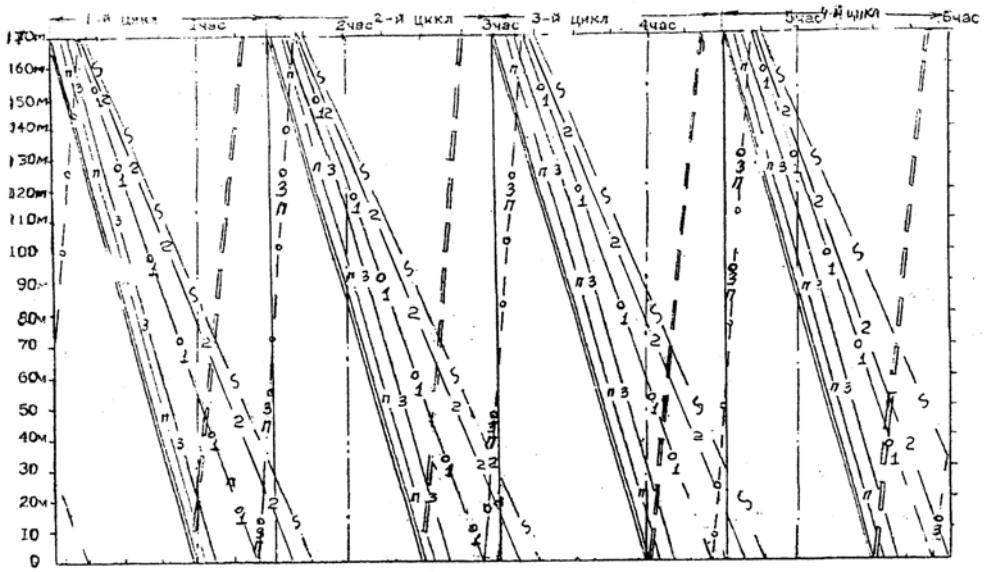

Рис. 3. Планограмма организации работ в очистном забое:
работа врубового агрегата; остой перегон врубового агрегата; — п — гидрорезание поперечных щелей; — з — гидрорезание задней щели;—о —работа гидропускателя; —∞— крепление и управление кровлей; — озп — холостой перегон гидропускателя и гидрорезных машин; — 1—работа 1-й доставочноЙ линии; — 2—работа 2-й доставочной линии

и передвижение гидроопускателей по лаве - 444 кВт-часов, работа насосных станций для подачи эмульсии на сек-ции крепи - 375 кВт-часов, работа на-сосных станций для подачи эмульсии на гидростойки и гидродомкраты гидроопускателей - 336 кВт-часов, расход электроэнергии на работу лебедок ЛШГ, 17ЛС, МК-6,2 и тяговых конвейеров разгрузки угольных блоков с доставочных платформ - 55 кВт-часов. Удельный расход электроэнергии на 1 т добычи - 0,92 кВт-час/т.

Расчетная ожидаемая себестоимость очистных работ равна - 13,1 руб.

Удельный объем проводимых горных выработок на 1 тыс. т добычи составляет 2,2 м/3450 т (1 + 340 м/1100 м) = 0,83 м/тыс. т. Здесь 2,2 м - подвигание лавы за цикл; 3450 т -добыча за цикл; 340 м - длина лавы; 1100 м - длина столба по падению, определяемая длиной каната малой подъемной машины 2 х 3 х 1,5 при концевой откатке по наклонным бортовым выработкам угольных блоков на тележках. ГИАБ

Коротко об авторе

Кариман С.А. – профессор, доктор технических наук, НПП «Уголь».

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 15 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.В. Мельник.*