

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
«РОВЕНЬКОВСКИЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»
(ГОУ СПО ЛНР «РТЭК»)

Доклад

Основные технологические процессы в очистном забое

2022

Рассмотрено и одобрено
цикловой комиссией горных дисциплин
(наименование комиссии)

Протокол № 6 от «20» февраля 2020 г.

Председатель цикловой комиссии

_____/Бойко А.Н.
Подпись Ф.И.О.

Составитель (автор): Бойко А.Н. преподаватель общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей Ровеньковского технико-экономического колледжа

Основные технологические процессы в очистном забое

1. Процессы выемки и разрушения.
2. Процессы погрузки и транспортирования угля.
3. Процессы крепления очистного забоя.

1. Процессы выемки и разрушения

Разрушение угля в процессе выемки производится различными способами в зависимости от вида энергии и способа ее приложения.

Наибольшее распространение получил механический способ разрушения, осуществляемый исполнительными органами горных машин посредством резцов, шарошек, коронки и др. Из других способов разрушения при выемке угля применяются следующие: при помощи буровзрывных работ; гидравлический, когда разрушение происходит под действием струй воды высокого давления; геотехнологические способы, в первую очередь подземная газификация углей.

Выбор способа выемки зависит прежде всего от свойств и состояния пласта угля и окружающих пород, наличия технических средств, требований к качеству угля, а также затрат на выемку.

Процесс выемки включает в себя разрушение пласта и погрузку отбитого угля. Оба процесса могут выполняться либо одной, либо несколькими машинами, одновременно или последовательно в зависимости от технологии ведения работ и горно-геологических условий. Так, на крутых пластах отсутствует необходимость в погрузке и выемка заключается лишь в разрушении угля. При гидравлическом способе добычи погрузка заменяется гидросмывом угля.

Механический способ выемки осуществляется с помощью комбайнов и стругов, режущих выемочных агрегатов, врубовых машин, бурошнековых установок и др.

Разрушение полосы угольного пласта может осуществляться одновременно по всей длине очистного забоя (фронтальная выемка) или же в одной точке, перемещающейся вдоль линии очистного забоя (фланговая выемка). Исполнительные органы выемочных агрегатов по схеме отработки забоя являются фронтальными, остальных горных машин -- фланговыми. По ширине полосы, разрушаемой за один проход выемочной машины, различают узкозахватную (до 1 м) и широкозахватную комбайновую выемку (более 1 м). При струговой выемке ширина полосы составляет 0,1--0,2 м.

Очистные комбайны, работающие по фланговой схеме, могут быть разделены на два типа: одностороннего действия с холостым перегоном после выемки полосы угля и челноковые, производящие выемку в обоих направлениях.

Комбайны, как правило, работают с рамы забойного конвейера, располагаемого у забоя (за исключением комбайнов для выемки пластов мощностью менее 0,8 м).

При челноковой схеме работы комбайна последний в концевых участках лавы перемещается в заранее подготовленную нишу или самозарубается на ширину

захвата, а затем перемещается вдоль лавы, вынимая новую полосу угля. Во время выемки угля комбайном управляют машинист и два его помощника.

Челноковая схема работы комбайна улучшает использование комбайна во времени, но имеет следующие недостатки: значительная часть угля грузится вручную, особенно при наличии отжима угля от забоя; проникновение обрушенных пород в призабойное пространство; зависимость скорости выемки угля комбайном от скорости выполнения работ по оформлению забоя и зачистке лавы.

При односторонней схеме выемка угля осуществляется только в одном направлении, а при движении в обратном направлении наваливается на конвейер весь расположенный на почве уголь. Вслед за комбайном проводится оформление забоя и незначительная зачистка.

Поэтому хотя при прочих равных условиях комбайн при односторонней схеме выемки используется хуже и происходит дополнительное измельчение угля при его навалке при холостом ходе комбайна, за счет снижения трудоемкости ручных работ при зачистке и большей комфортности работы шахтеров в лаве (на незапыленной струе) односторонние схемы часто оказываются конкурентоспособными с челноковыми.

Наибольшее применение на узкозахватных комбайнах получили шнековые исполнительные органы. Значительно реже комбайны оснащаются барабанными исполнительными органами. Дисковые исполнительные органы используются в комбинации с другими типами исполнительных органов для вспомогательных целей.

Широкое использование шнековых органов объясняется тем, что они позволяют одновременно с разрушением тем же шнеком производить погрузку отбитого угля на конвейер. У шнековых исполнительных органов есть и другие преимущества: обеспечение высокой производительности комбайна, большой диапазон плавного регулирования по вынимаемой мощности пласта, самозарубка в пласт угля, возможность работать по односторонней или челноковой схеме без перемонтажа и реверса шнеков.

Комбайны с исполнительными органами шнекового типа хорошо транспортируют уголь лишь в том случае, когда он подпирается к спиралью шнека. Если же уголь не встречает сопротивления в направлении, перпендикулярном к транспортированию, то после прохода комбайна на почве остается такое количество угля, что конвейер нельзя передвинуть к забою без предварительной зачистки почвы. Для создания подпора применяют погрузочные щитки -- поворотные или откидные. При челноковой схеме предусматриваются два откидных погрузочных щитка, действующих поочередно в зависимости от направления движения комбайна. Тем не менее часть угольной мелочи, остающейся после прохода комбайна, грузится на конвейер вручную, особенно при челноковой схеме.

Узкозахватные комбайны имеют цепную и бесцепную системы подачи. Цепной системе подачи присущи следующие недостатки:

постоянная опасность травматизма от разрыва тяговой цепи;

необходимость применения поддерживающей лебедки (при углах падения от 9°), устанавливаемой на верхнем штреке, канат от которой крепится к комбайну, что осложняет ведение очистных работ.

Последнее поколение комбайнов имеет бесцепные системы подачи. В основу бесцепной системы подачи положена цевочная передача, при которой звездочка механизма подачи входит в зацепление с круглой трубчатой цевочной направляющей, размещенной вдоль става конвейера. Существуют и другие конструктивные решения.

При бесцепной системе подачи благодаря отсутствию тяговой цепи движение комбайна становится практически равномерным, что повышает надежность и долговечность эксплуатации комбайна и существенно увеличивает безопасность работ

Наиболее полная механизация выемки и погрузки угля, особенно на тонких пластах, достигается при струговой выемке.

Струговая установка состоит из струга 1 с лемехом 7 для погрузки отбитого угля, конвейера 3 и домкратов передвижения 4. Струг перемещается вдоль забоя по комбинированной цепи с открытой ветвью. Холостая ветвь цепи размещается в направляющей трубе 2. Цепи и скребки конвейера приводятся в движение приводами 5, а тяговая цепь струга -- приводом 6. Струг в отличие от комбайна не режет уголь, а скалывает его. Обычно струг отрабатывает лишь нижнюю часть пласта, а верхняя часть его самообрушается. Такой характер разрушения угля приводит к увеличению его сортности.

Угольные струги разделяются по конструкции на струги статического и динамического (активного) действия.

Наиболее распространены струги статического действия, при работе которых уголь скалывается только под действием усилий, передаваемых на струг тяговой цепью.

У стругов динамического действия скалывающий нож приводится в движение встроенным в тело струга приводом. При рабочем ходе струга вдоль лавы ему сообщаются колебательные движения (вибрационный струг) или же передаются ударные нагрузки (ударный струг), что способствует интенсивному разрушению углей, в том числе и весьма крепких и вязких.

По скорости движения при работе вдоль забоя струги статического действия разделяются на тихоходные (до 20 м/мин, толщина стружки от 0,075 до 0,15 м) и быстроходные (20-- 40 м/мин до 100 м/мин, толщина стружки 0,05--0,1 м).

Струги работают в бесстоечном призабойном пространстве только по челноковой схеме, передвигаясь между забоем и конвейером, став которого является направляющей для струга. Погрузка отбитого и обрушающегося угля осуществляется корпусом струга. По всей длине конвейера через определенные расстояния установлены гидродомкраты, осуществляющие передвижку конвейера и прижатие струга к забою.

Для передвижения головок конвейера оборудуют ниши по концам очистного забоя.

Применение стругов ограничивается, главным образом, величиной сопротивляемости угля резанию. Для эффективной работы стругов требуется наличие отжима угля, спокойная гипсометрия пласта и не ниже средней устойчивости боковых пород.

При разработке тонких и весьма тонких пластов применяются скрепероструги или скрепероструготаранные установки.

2. Процессы погрузки и транспортирования угля

Транспортирование угля вдоль лавы осуществляется забойными скребковыми конвейерами. Став конвейера, как правило, является базой для передвижения комбайна и подтягивания линейных секций механизированной крепи. забойный конвейер уголь штрековый

Скребковые конвейеры обладают большой производительностью (до 1800 т/ч) и могут доставлять уголь как вниз по падению пласта (под углом до 25°), так и вверх по восстанью (до 12°).

В конструкциях отечественных конвейеров применяются только рештаки с закрытой нижней ветвью скребковой цепи, что позволяет снизить пиковое потребление мощности при работе конвейера и число обрывов нижней ветви цепи. Во всех других странах, за исключением Великобритании, применяются в основном рештаки с открытой нижней ветвью (например, в ФРГ такие рештаки применяются в 95 % конвейеров).

Развитие средств забойного транспорта в мировой практике характеризуется наряду с увеличением установленной мощности приводов все более широким применением конвейеров с двумя сближенными цепями, вынесенными из направляющих боковин рештаков.

Став современных конвейеров состоит из линейных рештаков, бортов и переходных секций. Линейные рештаки соединяются между собой специальными замками, допускающими изгиб рештаков относительно друг друга в горизонтальной и вертикальной плоскостях до 3° . Они подсоединяются к рамам приводной и концевой головок через линейные секции.

К нижним полкам боковин линейной секции приварены две поперечные лыжи, к концам которых с забойной стороны крепятся подборщики для зачистки почвы при передвижке конвейера, а с завальной стороны -- съемные борта с желобом для укладки кабелей, шланга орошения, гидросистемы крепи и направляющая для опор комбайна.

Тяговый орган конвейера -- обычно две-три круглозвенные цепи со скребками.

Для сокращения длины ниш разработаны конвейеры с укороченными приводами (без переходных секций). При расположении такого привода в штреке и применении комбайнов с самозарубающимися исполнительными органами выемка угля может осуществляться без подготовки ниш. Главным фактором выбора конструкции тяжелого скребкового конвейера для длинных забоев в настоящее время является его надежность, поэтому удельный вес мощных конвейерных установок постоянно растет.

Применение бесцепной подачи выемочных комбайнов приводит к дополнительному росту нагрузки на конвейерный став, но она благоприятно сказывается на работе наименее надежного элемента конвейера -- цепи конвейера вследствие фиксации длины става и величины отклонения рештаков в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Важным моментом является транспортирование угля до перегружателя. Обычно требуется соответствующий «набег» забойного конвейера на перегружатель, что предотвращает захват угольной мелочи холостой ветвью скребкового конвейера и, следовательно, его заштыбовку.

В мировой практике имеются два альтернативных варианта решения этой проблемы: использование изогнутого на 90° конвейера и устройство боковой перегрузки.

Применение изогнутого конвейера позволяет транспортировать уголь из лавы сразу на штрековый конвейер, исключает необходимость в перегружателе, а также обеспечивает возможность установки привода конвейера вне очистного забоя. Наиболее известна дискороликовая конструкция изогнутого конвейера, при которой скребки, приводимые одной цепью, преодолевают поворот в горизонтальной плоскости на 90° с помощью специального отклоняющего колеса.

Использование роликовой направляющей позволяет скребкам конвейера скользить по установленным рядом друг с другом роликам малого диаметра, расположенным по внутренней образующей закругления.

Боковая разгрузка угля с забойного конвейера на перегружатель осуществляется следующими способами:

специальная конструкция разгрузочного рештака обеспечивает передачу основной массы транспортируемого угля на перегружатель;

с помощью лемеха большая часть оставшегося угля направляется с забойного конвейера на перегружатель.

Основные преимущества боковой разгрузки перед обычной концевой: передача большей части угля без потери инерции, полученной им при транспортировании на забойном конвейере; вследствие большого прохода перегружение без затруднения больших глыб и плит угля; сокращение количества штыба, увлекаемого холостой ветвью конвейера. В США около 90 % вновь поставляемых промышленности конвейеров снабжены устройствами, для боковой разгрузки. В ЮАР применяется только такой способ перегрузки угля, в Австралии 10 из 11 новых лав снабжены конвейерами с боковой разгрузкой.

В перспективе ожидается создание конвейеров с часовой производительностью до 2000 т и выше, что будет достигаться в основном за счет увеличения ширины става, поскольку резервы увеличения скорости цепи практически исчерпаны. Имеются попытки увеличения производительности конвейеров путем встраивания дополнительных промежуточных конвейеров.

Совокупность транспортных средств и устройств, размещенных в горизонтальных и наклонных выработках, расположенных в пределах выемочной панели или выемочного участка этажа (кроме средств доставки угля по лаве), принято называть участковым транспортом.

При разработке пологих и наклонных пластов средства участкового транспорта для доставки угля представлены скребковыми, ленточными и пластинчатыми конвейерами, самоходными вагонетками, на крутых пластах -- локомотивами с откаточными сосудами; для перевозки людей, материалов и оборудования -- рельсовым транспортом, монорельсовыми дорогами.

Для повышения надежности конвейерных транспортных систем важное значение имеет правильное построение технологической транспортной схемы -- выбор типа и числа конвейеров, мест установки и вместимости бункеров и т. п. Необходимо стремиться устанавливать конвейеры возможно большей длины, так как интенсивность отказов пропорциональна числу конвейеров в системе.

Основными технологическими требованиями, которые необходимо учитывать при выборе конвейеров, являются возможность приема на несущий орган конвейера максимальных минутных грузопотоков без просыпания угля на почву и обеспечение нормального режима работы привода и ленты конвейера в этих условиях.

Для повышения пропускной способности, надежности и эффективности использования систем транспорта в пределах выемочного поля используются подземные механизированные бункера.

Большие перспективы имеет гидравлическая выемка угля, при которой уголь в массиве разрушается струей воды, выбрасываемой со скоростью 40--50 м/с из гидромонитора под давлением 4--10 МПа. Частицы разрушенного угля, смешиваясь с водой, образуют гидросмесь -- пульпу, поступающую самотеком в зумпф углесоса, перекачивающего ее на поверхность.

Известны также механогидравлический и взрывогидравлический способы, при которых уголь отделяется от массива одним из механических способов или с помощью буровзрывных работ, а его транспортирование осуществляется струей воды. При гидромеханическом способе разрушения уголь отделяется от массива гидравлическим или комбинированным способом, а погрузка и транспортирование осуществляются механическими средствами.

3. Процессы крепления очистного забоя

При ведении очистных работ нарушается природное равновесие сил в массиве. Породы, потерявшие опору на угольный пласт, деформируются и разрушаются. Для предотвращения значительных деформаций и обрушений пород в рабочем пространстве применяют различные мероприятия по регулированию проявлений горного давления -- крепление рабочего пространства очистного забоя и управление давлением пород кровли за его пределами.

Технические требования к крепи -- обеспечение необходимых прочности, устойчивости и жесткости. Крепь должна обеспечить выполнение в призабойном пространстве всех производственных процессов и пропуск через него расчетного количества воздуха, иметь минимальную массу. Совершенство того или иного вида крепи оценивается по созданию условий для механизации ее установки и передвиги. Крепь должна быть экономически целесообразной, надежной и долговечной.

По принципиальной схеме конструкции крепи разделяются на индивидуальные и механизированные.

Индивидуальные крепи состоят обычно из несущих и поддерживающих элементов (стоек и верхняков), устанавливаемых совместно и разбираемых полностью или частично при передвиге и переноске. В зависимости от выполняемых функций индивидуальные крепи разделяются на призабойные и посадочные, по материалу -- на деревянные и металлические.

Призабойной называют крепь, возводимую в призабойном пространстве очистной выработки и предназначенную для предотвращения обрушения в нем пород кровли.

Посадочной называют специальную крепь, применяемую для обеспечения периодического обрушения (посадки) пород кровли за пределами призабойного пространства по мере подвигания лавы.

Индивидуальные крепи мобильны, универсальны, применяются почти во всех горно-геологических условиях, однако все операции по ее установке, извлечению и переносу производятся вручную.

Металлические крепи, операции передвижки и установки которых полностью (или почти полностью) механизированы, называют механизированными.

Механизированные крепи разделяются на: секционные, состоящие из отдельных секций, не имеющих постоянных силовых и кинематических связей между собой и с другим оборудованием очистного забоя. Примером секционной крепи могут служить бессточные щитовые ограждения, предназначенные для отработки пластов по падению щитовыми системами разработки;

комплектные крепи, состоящие из отдельных комплектов секций. Комплекты состоят из двух или более секций, подвижно связанных между собой, но они не имеют постоянных силовых и кинематических связей с другими комплектами и с другим оборудованием очистного забоя. Передвижение комплектов производится гидродомкратами посекционно с опорой на секцию, находящуюся под распором;

агрегатные крепи, состоящие из отдельных секций, имеющих постоянную силовую и кинематическую связь с оборудованием лавы (иногда и между собой). Обычно базой является став конвейера. Секции передвигаются с помощью гидродомкратов, подтягиваясь к базе, а сама база передвигается с опорой на распертые секции.

Наибольшее распространение получили агрегатные крепи как наиболее совершенные и обеспечивающие возможность автоматизации процесса крепления.

Механизированная крепь выполняет три основные функции: управление горным давлением, активное поддержание кровли в рабочем призабойном пространстве очистного забоя и ограждение его от проникновения обрушенных пород кровли. Кроме того, механизированная крепь в большинстве случаев выполняет также функции пространственного перемещения забойного конвейера, комплекса или агрегата в целом и его управления по гипсометрии и в плоскости пласта.

Механизированная крепь состоит из крепежных секций или комплектов, насосной станции, распределительной и контрольно-регулирующей гидроаппаратуры и гидрокоммуникаций. Секции крепи или комплекты располагаются по всей длине очистного забоя и по мере выемки угля передвигаются к забою в определенной последовательности.

Для приведения в действие механизированной крепи используется гидропривод, основными исполнительными органами которого являются силовые гидроцилиндры: гидростойки, гидродомкраты для передвижения крепи и конвейера, вспомогательные гидроцилиндры. Силовые гидроцилиндры смонтированы в секциях крепи.

Секция механизированной крепи --это элемент крепи, сохраняющий свою целостность при передвижении и состоящий обычно из основания, гидравлических стоек (до шести), связанных перекрытием у кровли пласта, гидродомкратов передвижения (одного или двух),

Секция имеет оградительный элемент, защищающий рабочее пространство от проникновения в него обрушенной породы.

Различают линейные секции, расположенные по длине забоя, и концевые секции (по концам лавы).

Операции, выполняемые линейными секциями: разгрузка (снятие распора) гидростоек, передвижение секции, распор гидростоек, передвижение забойного конвейера, поддержание пород кровли. В некоторых крепях предусматривается также выполнение вспомогательных операций: отодвигание конвейера от забоя, выравнивание положения секций, поддержание специальными щитами или плитами поверхности забоя в условиях мощных пластов. Эти операции выполняются вспомогательными гидродомкратами.

Основным опорным элементом механизированной крепи, воспринимающим горное давление и передающим его на почву пласта, является гидростойка. Гидростойки используются для подъема верхнего перекрытия (распор стойки) и его опускания (разгрузка стойки), а также для регулирования высоты секции по вынимаемой мощности пласта.

Принцип работы гидростоек следующий. В поршневую полость стойки подается рабочая жидкость. При этом выдвигная часть стойки, перемещаясь вверх, упирается в кровлю через перекрытие. При достижении равенства давления жидкости в поршневой полости и рабочего давления насосной станции подача жидкости в поршневую полость прекращается.

Давление начального распора в отечественных крепях обычно не превышает 20 МПа. Дальнейшее возрастание давления в стойке происходит в результате опускания пород кровли до величины, на которую настроен предохранительный клапан (30 -- 50 МПа). При срабатывании предохранительного клапана рабочая жидкость из замкнутой гидросистемы стойки вытесняется в сливную магистраль крепи. Стойка в этот период работает в заданном режиме постоянного сопротивления.

Для передвижки секции производят разгрузку -ее стоек соединением поршневых полостей стоек со сливной магистралью через управляемый обратно-разгрузочный клапан. Одновременно производится подача жидкости в штоковую полость.

По конструктивному выполнению различают одностоечные, двухстоечные (рамные) и кустовые (с числом стоек от трех до шести) секции крепи.

Все механизированные крепи по основным функциональным критериям и их взаимодействию с боковыми породами разделяются на оградительные, поддерживающие и оградительно-поддерживающие (при преобладании в конструкции последних поддерживающей части их называют поддерживающе-оградительными). В последнее время крепи с развитой оградительной частью иногда называют щитовыми.

Оградительные крепи выполняют только одну функцию -- ограждение рабочего пространства лавы от проникновения в него обрушенных пород кровли. Эти крепи не имеют поддерживающих элементов. Оградительные крепи конструктивно просты, наименее металлоемки, но имеют весьма ограниченное применение, так как не предотвращают обрушения кровли по линии забоя лавы. Примером такой крепи является крепь КТУ, работавшая до недавнего времени в 12--15 лавах Кузнецкого бассейна при отработке мощных пластов. Секция крепи состоит из основания, гидродомкрата для передвижения крепи и конвейера, двух стоек и ограждающего щитового перекрытия.

Поддерживающие крепи выполняют две основные функции: управление горным давлением способом полного обрушения и поддержание кровли в рабочем пространстве лавы. Секции крепей состоят из основания или других опорных элементов, двух-шести гидростоек, одного-двух гидродомкратов передвижения, верхнего перекрытия и оградительного элемента в виде вертикального щитка. Поддерживающие крепи получили широкое распространение на пластах мощностью до 1,9 м.

Оградительно-поддерживающие крепи выполняют все три функции: управление горным давлением, поддержание кровли в рабочем пространстве и ограждение его от проникновения обрушающихся пород кровли. Оградительный элемент преобладает над поддерживающим (проекция оградительных элементов на плоскость почвы пласта больше проекции поддерживающих элементов). Крепи такого типа получили широкое распространение при разработке пологих пластов мощностью 1,8--4,5 м с легкообрушающимися породами кровли.

Секция состоит из основания, четырехзвенника, щитового перекрытия (оградительный элемент), козырька (поддерживающий элемент), одной-двух наклонных гидростоек и гидродомкрата передвижения.

Небольшая ширина поддерживаемых пород в призабойном пространстве обеспечивает снижение нагрузки на крепь и улучшение ее устойчивости. В то же время крепи имеют сравнительно малое рабочее пространство, что затрудняет размещение оборудования, перемещение людей и проветривание лавы.

Поддерживающе-оградительные крепи выполняют также все три функции, но у них поддерживающие элементы преобладают над оградительными. Крепи этого типа применяются при разработке пологих пластов мощностью 1,4--3,2 м как с легкообрушающимися, так и с устойчивыми породами кровли.

Секция рассматриваемой крепи содержит те же элементы, что и секция оградительно-поддерживающей крепи.

Основное преимущество поддерживающе-оградительной крепи -- большее рабочее пространство, позволяющее создать большие удобства для размещения оборудования и свободного прохода людей.