

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА БЕЗОПАСНОГО И ЭФФЕКТИВНОГО ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК КОМБАЙНАМИ

Студ. В.Д. Бурба, асс. В.В. Глебо, Донецкий национальный технический университет г. Донецк,

Применение проходческих комбайнов при проведении выработки позволяет механизировать основные проходческие процессы – отбойку, погрузку и транспортировку отбитой горной массы из забоя выработки. А применение комплексов, помимо этого, позволяет механизировать и крепление горных выработок. Одновременно с этим комбайновая технология повышается скорость проведения выработок, увеличивается производительность труда проходчиков, снижается стоимость проведения горной выработки, повышается безопасность труда проходчиков, однако при этом повышается опасность возникновения взрывоопасной концентрации горючих газов (CH_4 , CO_2 , C_2H_6 , C_3H_8 и др.) в рудничной атмосфере, вызванная работой комбайна. Увеличение скорости проведения выработок также требует более интенсивного выполнения всех операций и их большего совмещения, а, следовательно, влечёт за собой увеличение количества оборудования и обслуживающего персонала.

Проходческие комбайны подразделяются по способу обработки забоя рабочим органом: комбайны избирательного действия, комбайны с качающимся исполнительным органом и комбайны бурового (непрерывного) действия. Также комбайны различаются по весу: легкие (весом до 25т), средние (до 50т) и тяжелые (свыше 50т). Комбайны могут быть на гусеничном ходу, пневмоходу и передвижающиеся при помощи гидравлики.

Разрушение массива и погрузка горной массы в транспортные средства должны производиться звеном проходчиков, состоящим не менее чем из 3-х человек: машиниста комбайна, его помощника и рабочий, обслуживающий погрузочный пункт. При откатке

вагонеток лебедкой в состав звена должен дополнительно входить рабочий, обслуживающий лебедку.

При управлении комбайном машинист обеспечивает оптимальную подачу рабочего органа на забой в соответствии с горно-геологическими условиями и четко соблюдает безопасность выполнения работ. Наиболее целесообразно разрушение массива производить по типовым схемам (Рисунок 1)

При комбайновом способе проведения выработок технологические схемы включают следующие операции: разрушение

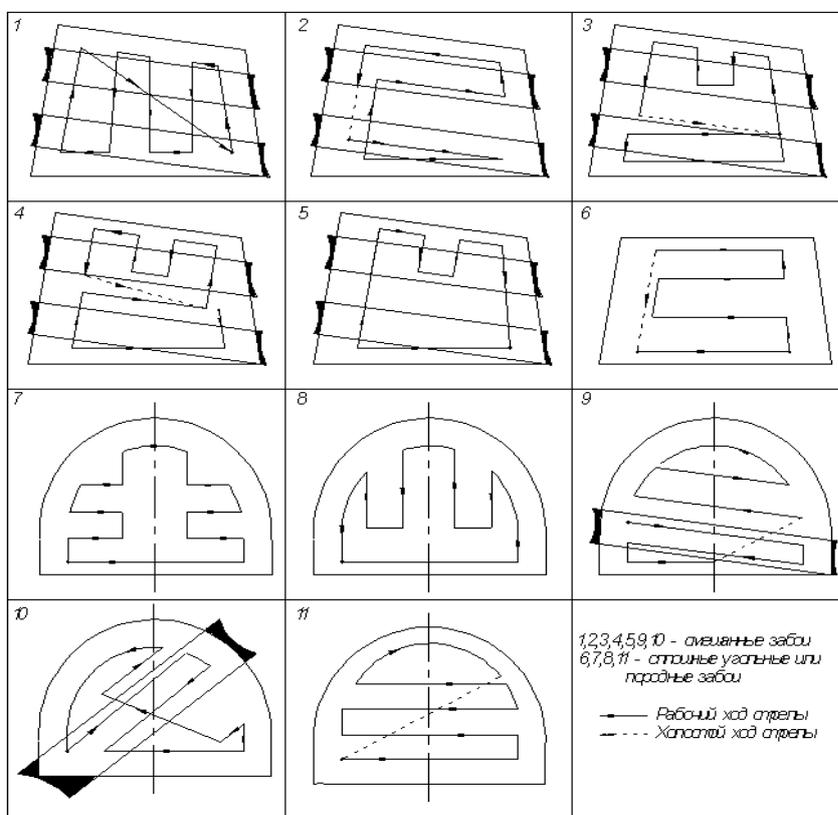


Рис. 1. - Типовые схемы движения исполнительного органа комбайна

забоя и погрузка горной массы, удаление горной массы, крепление выработки. При блокировке конвейерных ставов с перегружателем комбайна вместо технологических операций «Разрушение забоя и погрузка горной массы», а также «Удаление горной массы» фактически имеет место одна технологическая операция «Разрушение забоя, погрузка и удаление горной массы». На этой операции используют одну систему машин (комбайн – перегружатель – конвейер), управляемую операторами (машинистом комбайна и его помощником). Таким образом, технологические схемы с использованием проходческих комбайнов могут включать две-три производственные технологические операции.

1. Технология проведения горизонтальных и наклонных (до ± 100) выработок комбайнами лёгкого типа

Данную технологию можно применять при проведении выработок площадью сечения в проходке 15,9-17,9 м², в свету до осадки –12,8 -14,4 м² при прочности пород на одноосное сжатие до 50 МПа ($f=4$) и коэффициенте присечки пород до 0,75. Технологический отход не менее 90 м (рисунок 2).

Технология предусматривает использование комплектов оборудования, включающих проходческий комбайн 1ГПКС, ленточный телескопический проходческий конвейер 1ЛТП-80 (1ЛТП-80У; 2ЛТП-80У), электровозный транспорт или монорельсовую дорогу 6ДМКУ (ДМКУ; 63 ДМКУ-1), или напочвенную дорогу ДКНЛ-1 (ДКН-2; ДКН-4; ДНГ; ДНГЛ-2), или лебедку ЛВ-25 (ЛВД-34), вентилятор ВМ-6 (ВМЭ-6). В качестве примера использования рассматриваемой технологии может служить технологическая схема проведения выработки комбайном 1ГПКС.

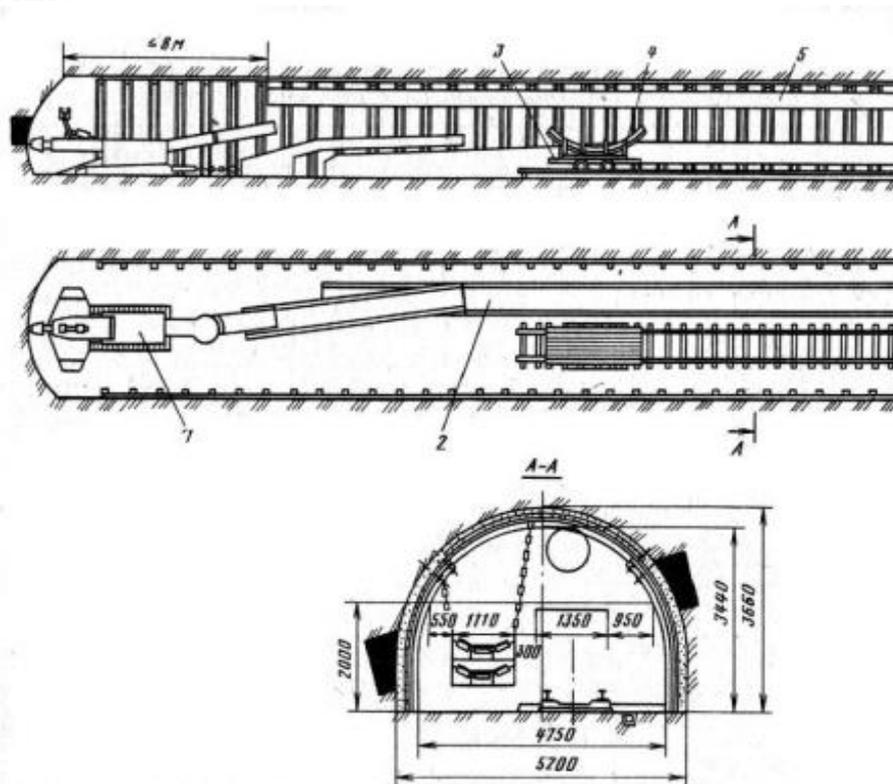


Рис. 2. - Технологическая схема проведения выработки комбайном 1ГПКС: 1 – комбайн 1ГПКС; 2 – конвейер; 3 - платформа; 4 – контейнер; 5 – вентиляционный трубопровод

2. Технология проведения наклонных (от 10 до 200) выработок комбайнами легкого типа

Описанную ниже технологию можно применять при проведении выработок площадью сечения в проходке 13 м², в свету до осадки - 11,2 м² при прочности пород на одноосное сжатие до 50 МПа ($f=4$) и коэффициенте присечки пород до 0,75. Технологический отход не менее 30 м.

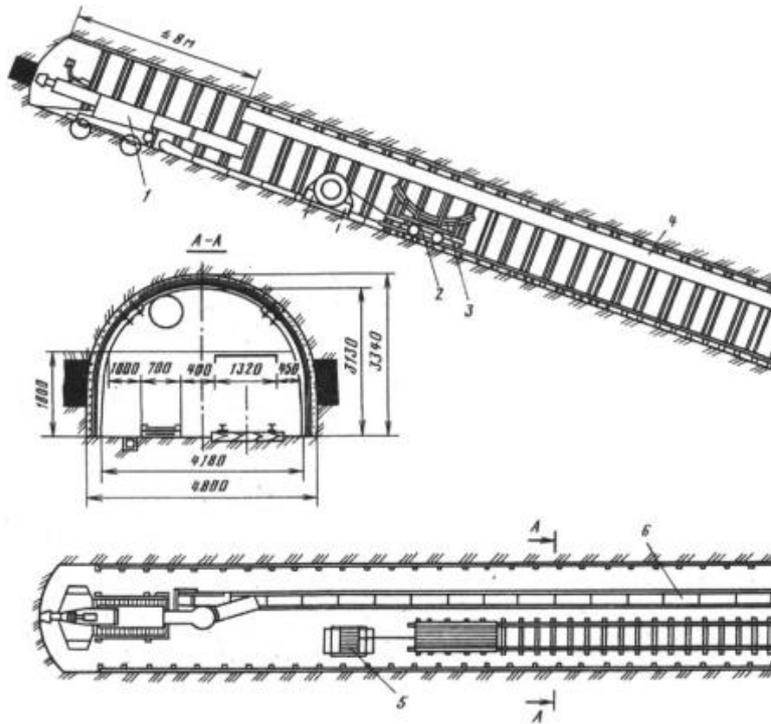


Рис.3. – Технологическая схема проведения бремсберга комбайном 1ГПКСВ: 1 – комбайн 1ГПКСВ; 2 – платформа; 3 – контейнер; 4 – вентиляционный трубопровод; 5- лебедка ЛВ-25; 6 - конвейер СП-202

предусматривает использование комплектов оборудования, включающих проходческий комбайн 1ГПКСН, скребковый конвейер СП-202 (1СР-70М), лебедку ЛВ-25 (ЛВД-34), забойный насос, вентилятор ВМ-6 или ВМЭ-6 (рисунок 3).

Технология предусматривает использование комплектов оборудования, включающих проходческий комбайн 1ГПКСВ, скребковый конвейер СП-202 (1СР-70М), лебедку ЛВ-25 (ЛВД-34), вентилятор ВМ-6 (ВМЭ-6).

3. Технология проведения наклонных (от -10 до -250) выработок комбайнами легкого типа

Технологию проведения наклонных (от -10 до -25°) выработок комбайнами легкого типа можно применять при сооружении выработок площадью сечения в проходке 13 м², в свету до осадки – 11,2 м² при прочности пород на одноосное сжатие до 50 МПа ($f = 4$) и коэффициенте присечки пород до 0,75. Технологический отход не менее 30 м. Технология [13]

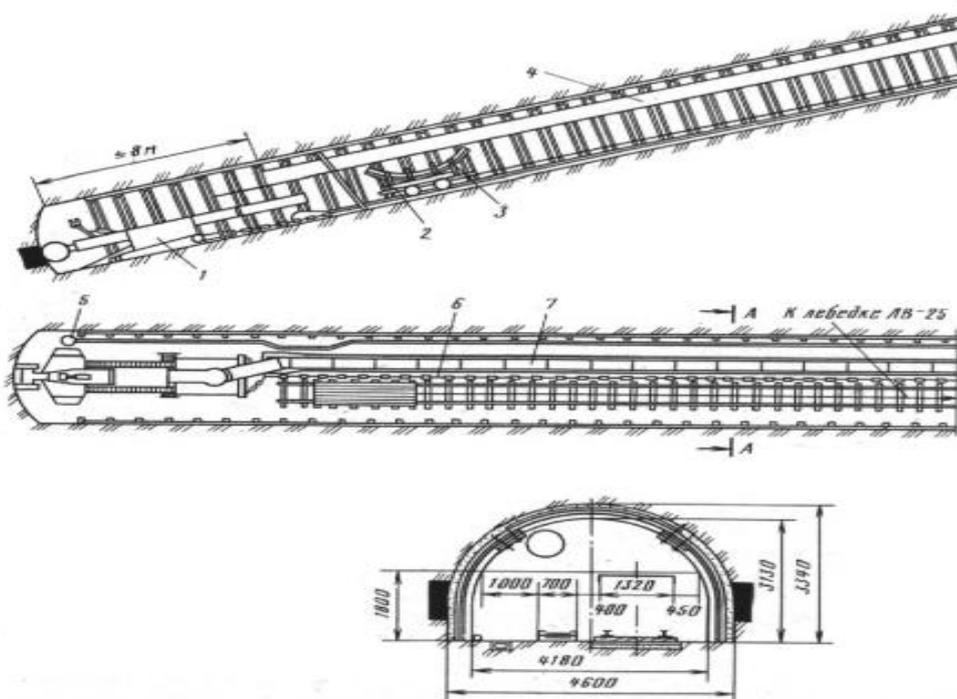


Рис. 4 – Технологическая схема проведения уклона комбайном 1ГПКСН: 1 – комбайн; 2 – платформа; 3 – контейнер; 4 – вентиляционный трубопровод; 5 – насос; 6 – якорная цепь; 7 – конвейер СП-202

4. Технология проведения горизонтальных и наклонных выработок с использованием крепи трапецевидной формы комбайнами среднего и тяжелого типов

Область применения указанной технологии распространяется на выработки, проводимые площадью сечения в проходке более 15,2 м², а в свету до осадки более 12,9 м² по породам прочностью на одноосное сжатие до 80 МПа ($f = 6$) с коэффициентом их присечки 0 – 0,75. Технологический отход не менее 90 м.

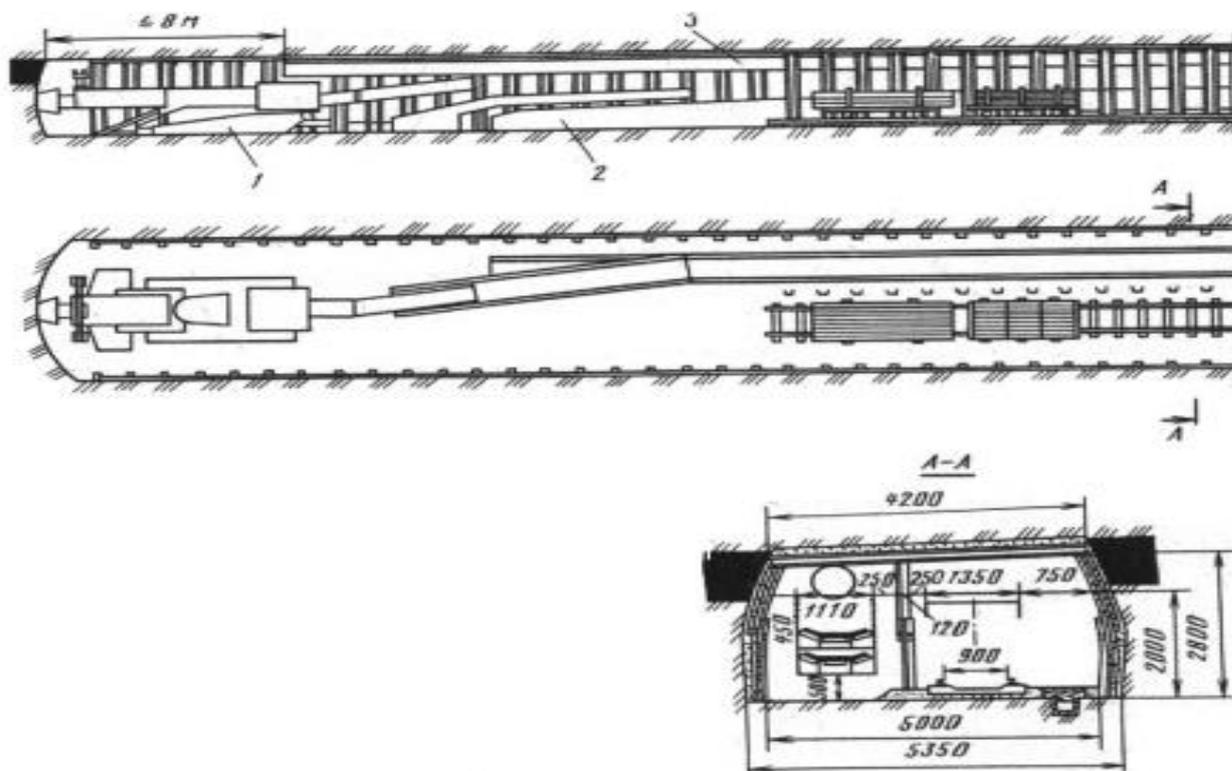


Рис.5. – Технологическая схема проведения выработки трапецевидной формы комбайном 4ПП-2М: 1 – комбайн; 2 – конвейер; 3 – вентиляционный трубопровод

Технология предусматривает использование комплектов оборудования, включающих проходческий комбайн 4ПП-2М (4ПП-2; 4ПП-5); ленточный телескопический проходческий конвейер 1ЛТП-80 (1ЛТП-80У; 2ЛТП-80У); электровозный транспорт или монорельсовую дорогу 6ДМКУ (ДМКУ; ДМКУ-1), или напочвенную дорогу ДКНЛ-1 (ДКН-2; ДКН-4; ДЕГ; ДНГЛ-2), лебедку ЛВ-25 (ЛВД-34); вентилятор ВМ-6 (ВМЭ-6).

Особые сложности вызывает проведение выработок комбайновым способом по пластам опасным по газу и взрывам угольной пыли. Для предотвращения выбросов используется технология проведения выработок комбайнами со специальным исполнительным органом.

При ведении работ по выбросоопасному пласту вначале должна производиться выемка породы из кровли или почвы пласта, а затем угля (схема обработки забоя ИО является неотъемлемой частью «Паспорта на проведение», согласованного с МакНИИ в части борьбы с ГДЯ).

Предотвращение выбросов при проведении выработок по выбросоопасным породам проходческими комбайнами достигается за счет уменьшения скорости деформации восстановления массива и напряжений на контуре выработки круглого сечения. Такая технология разрушения породного массива осуществляется с помощью применения комбайнов со специальным исполнительным органом. Скорость проведения выработок по породам высокой степени выбросоопасности не должна превышать 0,5 м/ч, средней степени выбросоопасности 1 м/ч, форма забоя выработки – полусферическая.

При проведении выработки комбайнами на расстоянии менее 5 м от выбросоопасных пород должен оставаться предохранительный слой (не менее 0,5 м) между контуром выработки и толщей выбросоопасных пород.

Увеличение интенсивности работ также ведет к повышению выделения горючих газов и взрывчатой пыли в атмосферу рабочей зоны комбайна

Системы пылеподавления для буровых и стреловидных проходческих комбайнов одинаковы и состоят из системы орошения и пылеотсоса.

В отличие от стреловидных в буровых комбайнах борьба с пылью упрощается благодаря возможности установки за исполнительным органом ограждающего щита, локализирующего пыль в небольшом пространстве забоя, что облегчает как орошение зоны пылеобразования, так и пылеотсос. Борьбу с пылью при работе шарошечного инструмента ведут с помощью орошения его водой, расход которой составляет 0,31-0,93 л/с в зависимости от диаметра исполнительного органа.

Борьба с пылью значительно осложняется при работе проходческих комбайнов избирательного действия, так как невозможность локализации пыли на этих комбайнах приводит к распространению витающей пыли в забое выработки.

Наибольшее распространение получило орошение очагов пылеобразования в сочетании с отсосом запыленного воздуха. Применение орошения водой мест разрушения горной массы вызывает осаждение крупнодисперсной пыли размером 6-10 мкм, образующейся от разрушения забоя исполнительным органом. Мелкодисперсная пыль размером до 5 мкм выносится из забоя струей воздуха нагнетательной вентиляции, а пылеулавливающая установка, засасывая запыленный воздух, улавливает взвешенную в воздушном потоке пыль и выделяет ее в виде шлама. При этом необходимо производить подбор систем орошения и пылеотсоса. Для орошения мест отбойки и перегрузки угля и породы применяют зонтичные или конусные форсунки, а для создания завесы в призабойном пространстве - плоскоструйные.

При пневмогидроорошении к проходческому комбайну подводят воду и сжатый воздух по резиноканевым рукавам, а кольцевой коллектор устанавливают на стреле исполнительного органа. Водовоздушная смесь образуется непосредственно в оросителях, установленных на коллекторе. Вокруг коронки исполнительного органа создаются внутренняя (тонкодисперсная) и внешняя (грубодисперсная) завесы, в случае отсутствия сжатого воздуха система пневмогидроорошения может работать как обычная система орошения при условии подачи воды в обе магистрали коллектора под давлением не менее 1,5 МПа.

Комплекс мероприятий по пылеподавлению, основанный на применении воды, обладает рядом недостатков и приводит к повышению влажности отбитой горной массы на 5-9 %, обводнению призабойного пространства и резкому увеличению влажности воздуха.

В связи с этим возникла необходимость в создании пылеулавливающих установок для обеспыливания отдельных технологических процессов в угольных шахтах. Пылеотсос является эффективным методом борьбы с пылью при проведении горных выработок комбайнами. Он основан на аспирации запыленного воздуха от источников пылевыделения с последующей очисткой его в пылеуловителях. Так, пылеулавливающая установка ППУ-2, предназначенная для отечественных комбайнов, обеспечивает повышение эффективности пылеподавления в три раза по сравнению с другими средствами.

Анализ схем пылеподавления показывает, что их эффективность зависит от таких факторов, как кратность отсоса, расположения места установки всасывающих отверстий относительно источника пылеобразования и воздухоподающего трубопровода.

В последнее время многие зарубежные проходческие комбайны оснащают встроенными в комбайн пылеулавливающими установками. При их применении возможно пылеулавливание без рециркуляции и с рециркуляцией вентиляционной струи.

Перспективным средством для пылеподавления в комбайновых забоях является пенообразующая жидкость. Опытная система пылеподавления комбайна 4ПП-2М включает в

себя восемь пеностволов ПП-8, расположенных непосредственно на стреле исполнительного органа. Ее применение обеспечило снижение запыленности воздуха на 93—95%.

Места и периодичность замеров горючих газов.

Во всех действующих тупиковых очистных и подготовительных выработках рабочих зон, отнесенных к I группе опасности, замеры горючих газов должны производиться не реже двух раз в рабочую смену машинистами комбайнов, бригадирами или звеньевыми, работающими в данных выработках. Причем, первый замер должен быть сделан в начале смены перед началом работ. Этот замер должен производиться лицами технического надзора участка или по их письменному наряду замер может быть выполнен машинистами комбайнов, бригадирами или звеньевыми, работающими в данных выработках. Не реже одного раза в смену во всех этих выработках лицом технического надзора участка должен быть выполнен контрольный замер газа.

В рабочих зонах, где ведутся закладочные работы, в неот-перемыченных недействующих проветриваемых выработках, гаражах, склада ГСМ, других камерах служебного назначения в пределах рабочих зон, замеры горючих газов должны производиться не менее одного раза в рабочую смену. Эти замеры выполняются лицом технического надзора участка.

Не реже одного раза в сутки замеры содержания горючих газов в каждой действующей выработке всех рабочих зон должны производиться инженерно-техническими работниками или газомерщиками ПУВГВ.

При каждом посещении опасных по газу рабочих зон начальником участка, его заместителем, механиком или энергетиком (электромехаником) участка они обязаны произвести замер горючих газов в каждой рабочей выработке. При посещении рабочих зон другими инженерно-техническими работниками рудника, без сопровождения тех. надзора участка, они обязаны провести замеры горючих газов во всех посещаемых ими выработках.

В действующих выработках рабочих зон II группы опасности, замеры горючих газов, должны выполняться с периодичностью не реже трех раз в рабочую смену (в том числе один раз в начале смены), а контрольные замеры лицом технического надзора участка не реже двух раз в смену.

Оперативный контроль, выполняемый машинистами комбайнов, бригадирами и звеньевыми, в выработках рабочих зон III группы опасности, должен производиться не реже, чем через каждые два часа рабочей смены (в том числе один раз в начале смены). Контрольные замеры лицами технического надзора участка должны производиться не реже трех раз в смену. Инженерно-технические работники или газомерщики участка вентиляции должны осуществлять контроль содержания горючих газов во всех действующих выработках рабочих зон не реже двух раз в сутки.

Во всех тупиковых очистных и подготовительных выработках рабочих зон III группы опасности замеры концентрации горючих газов производятся респираторщиком ВГСЧ по заданию лица технического надзора участка не реже чем через каждые два часа рабочей смены (в том числе один раз в начале смены).

Меры безопасности.

Подготовительный забой оборудуется системами газовой защиты или многофункциональными системами аэрогазового контроля. Данные системы осуществляют не только газовый контроль, но и контролируют множество различных параметров: имеют датчики контроля запыленности, контроля воздушного потока, контролируют работу машин и механизмов, работу электрооборудования, автоматизируют табельный учет, производят отслеживание местонахождения шахтеров, и многое, многое другое. Нужны соответствующие датчики. Эти системы не только контролируют работу всей шахты, но в аварийных режимах снимают электроэнергию, блокируют работу машин, выдают информацию диспетчеру и оператору, производят запись всех параметров в базу данных.

Особое внимание уделяется переносным приборам контроля газа метана: шахтные интерферометры ШИ-11, автоматические приборы: «Сигнал –2», Сигнал –5», «Сигнал –7», АМТ, и пр., приборы контроля газа метана совмещенные с аккумуляторными светильниками. Применяются встраиваемые метан-реле в горные машины (ТМРК, МГМ), которые при недопустимых концентрациях блокируют работу машин.

Повышает систему безопасности дистанционное управление машинами, установка электронных сенсоров, процессоров непосредственно в горные машины, автоматизация отдельных производственных процессов АСУТП, или полная автоматизация.

Особое место уделяется борьбе с пылью. Составляются и строго выполняются мероприятия по борьбе с пылью. Это:- осланцевание выработок, по графику, составленному начальником ВТБ;- предварительное увлажнение угля в массиве;- орошение мест разрушения горного массива и погрузки (давлением не менее 1,5 МПа) с применением смачивателей;- устройство водяных завес;- в местах перегрузки горной массы на ленточные конвейеры предусматривается сооружение кожухов и орошение водой;- применение пылеотсоса на проходческих комбайнах;- обметание, обмывание отложившейся пыли;- установка в шахматном порядке тканевых перегородок;- орошение при работе проходческого комбайна должно выполняться в соответствии с «Руководством по эксплуатации комбайна»

Исходя из вышеизложенного можно выделить основные операции проходческого цикла: прием-сдача смены, работа комбайна, крепление. При это необходимо отметить, что при работе комбайна в забое может возникать взрывоопасная концентрация горючих газов, поступающая в рудничную атмосферу через массив разрушаемой породы. Данному явлению и борьбе с ним уделяется недостаточное внимание, в отличие, например, от процесса пылеподавления. На шахтах применяются различные методы, для снижения интенсивности метановыделения и образования пыли. Несмотря на все прилагаемые усилия, взрывы, связанные с метаном и угольной пылью, на шахтах продолжают. Наиболее опасными являются подготовительные выработки, в которых произошло более 74 % от всех взрывов в шахтах.

В зависимости от интенсивности выделения метана и расхода свежего воздуха концентрация метана в метанопылевоздушной смеси может быть опасной по возгораемости или по взрываемости. Большое количество взрывов метана на шахтах России и за рубежом показывает, что в забоях подготовительных образуется взрывоопасная смесь метана с воздухом. Взрывоопасная концентрация метана может возникнуть в двух случаях:

- при недостатке свежего воздуха в месте образования смеси;
- при выделении метана в объёмах больше ожидаемого.

Чтобы предотвратить взрывы метана при возникновении этих случаев концентрация метана контролируется стационарными и переносными приборами. Максимально допустимая концентрация метана регламентируется Правилами безопасности в угольных шахтах и не должна превышать 1%, но в отдельных локальных местах допускается временное повышение концентрации метана до 2%.

В горной промышленности считается, что нижний предел концентрации, при котором происходит взрываемость метана– 5%, верхний предел – 16 %.

Пределы воспламеняемости одни из наиболее важных переменных, используемых для оценки пожаро- и взрывоопасности в горной выработке. На пределы воспламеняемости влияют концентрации газов, входящих в атмосферу горной выработки: метан, бутан, пропан, а также концентрации азота и кислорода. Увеличение концентрации азота в шахтном аэрозоле ведет к снижению концентрационных пределов.

Появление взрывоопасной среды при работе комбайна фиксируется аппаратурой автоматического газового контроля, которая должна отключать проходческий комбайн и, соответственно, остановку проходки выработки. Процесс выделения горючих газов и пыли является циклическим (соответствует циклу работы комбайна), поэтому существует необходимость разработки технологии и технологических средств для создания циклической (постоянной) системы взрывозащиты проходческих работ. Сущность такой технологии

состоит в создании в рудничной атмосфере проходческого забоя такой невзрывчатой среды, которая циклически будет включаться при работе комбайна.

Библиографический список:

1. Сыркин П.С. Шахтное и подземное строительство. Технология строительства горизонтальных и наклонных выработок: Учеб. пособие / П.С. Сыркин, И.А. Мартыненко, М.С. Данилкин // Шахтинский ин-т ЮРГТУ. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2002. 430 с.
2. Ткачёв В.А. Шахтное и подземное строительство. Технология строительства горных выработок: учебное пособие / В.А. Ткачёв, А.Ю. Прокопов, Е.В. Кочетов // Шахтинский ин-т (филиал) ЮРГТУ (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2008.- 244 с.