**Практична робота 2. ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

План

2.1 Основные направления охраны атмосферы в угольной промышленности

2.2 Предотвращение окислительных процессов угля

2.3 Уменьшение метанообильности угольных шахт и утилизация метана

2.4 Предварительное увлажнение угольного массива

 2.4.1 Общие сведения о предварительном увлажнении угольного массива

2.4.2 Технологические схемы высоконапорного нагнетания жидкости в пласт через скважины

**2.1 Основные направления охраны атмосферы в угольной промышленности**

Охрана воздушного бассейна от загрязнения вредными выбросами предприятий угольной промышленности предполагает проведение работ по следующим направлениям:

- создание нормативной базы для планирования природоохранных мероприятий;

- определение источников загрязнения атмосферы, состава и количества выбросов, уровней загрязнения приземного слоя воздуха в зонах рассеивания выбросов;

- расчет ПДВ вредных веществ в атмосферу каждым источником и предприятием в целом;

- экологизация технологических процессов и оборудования для добычи угля и ведения проходческих работ с минимальными интенсивностями образования вредных веществ, использование которых обеспечит соблюдение санитарных норм загрязнения в приземном слое в окрестности предприятия;

- сокращение количества организованных и неорганизованных источников вредных выбросов;

- санитарную очистку отходящих газов до норм ПДВ и пылеподавление на источниках выбросов пыли в атмосферу с помощью газо- и пылеулавливающего оборудования.

Для реализации перечисленных направлений разрабатываются мероприятия, которые по классификации Харченко В.А., Сластунова С.В., Куликовой Е.Ю., Айруни А.Г. могут быть разделены на две группы:

- общего характера, способствующие улучшению состояния воздушного бассейна в районе горного предприятия;

- специальные, непосредственно направленные на предотвращение загрязнения атмосферного воздуха.

В первую группу включены:

- территориально-планировочные мероприятия, предусматривающие размещение объектов горного производства – источников пылегазовыделений с учетом природно-климатических условий местности, прежде всего розы ветров, а также планомерность восстановления земель;

- мероприятия по уменьшению площадей эродируемых техногенных поверхностей посредством оптимизации параметров техногенных образований: открытых горных выработок, отвалов и терриконов, хвостохранилищ, складов минерального сырья и пр.;

- рекультивация нарушенных земель для использования их в народном хозяйстве, обеспечивающая предотвращение ветровой эрозии;

- утилизация отходов горного производства, комплексное использование минеральных ресурсов, способствующие уменьшению как площадей эродируемых поверхностей, так и объемов пылегазовыделений.

Ко второй группе отнесены:

- мероприятия по улучшению качества воздуха непосредственно в зоне горных работ путем предотвращения или снижения пылегазовыделений различными объектами в технологической цепи производства;

- мероприятия по улавливанию, отводу и очистке пылегазовых выделений и выбросов;

- мероприятия межотраслевого характера, например, по улучшению газового баланса отработанных взрывчатых веществ и т.д.

Указанные мероприятия инженерной защиты используются для сокращения вредных выбросов в атмосферу:

- из подземных горных выработок;

- технологического комплекса поверхности шахт.

Они имеют целью как снижение пыле- и газовыделения во время выполнения технологических процессов, так и санитарную очистку выбрасываемых воздушных потоков от вредных примесей до нормативных показателей.

Экологизация технологических процессов (в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, без- и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ) – наиболее радикальная мера охраны воздушного бассейна от загрязнения. Несмотря на преимущества данного направления, нынешний уровень экологизации технологических процессов еще недостаточен для полного предотвращения пылегазовых выбросов в атмосферу. Поэтому повсеместно используются различные локальные методы очистки отходящих потоков загрязненного воздуха от аэрозолей (пыли) и токсических газо- и парообразных примесей (CO, CO2, SO2, NO, NO2 и др.), а устройство очистных сооружений остается все еще одной из основных мер по охране атмосферного воздуха. При очистке происходит выделение примесей в чистом (концентрированном) виде и упорядочение в них молекул или твердых частиц. Такой процесс сопровождается понижением энтропии системы, а следовательно, требует затрат энергии. Поэтому все процессы очистки энергоемки, а ее технические аспекты сложны. Выбор метода очистки и соответствующих ему устройств обусловлен свойствами примеси и характером производства.

Основой предупреждения загрязнения воздушного бассейна вредными примесями, поступающими из шахт, является использование комплекса мер и технических средств борьбы с пылью и газами во всех технологических процессах добычи и первичной обработки полезного ископаемого. При этом особенно надо выделить разработку таких технологических процессов производства, которые бы в максимальной степени имитировали природные процессы, т.е. создание малоотходных технологий производства, позволяющих утилизировать вредные для биосферы вещества, а также оснащение предприятий газо- и пылеулавливающей аппаратурой повышенной эффективности с возможным последующим использованием выбрасываемых веществ.

Наибольшую массу вредных веществ, выделяющихся в атмосферу из подземных горных выработок, составляют метан, оксид углерода, оксиды азота, пыль.

В качестве основных мероприятий по сокращению вредных газообразных выбросов в атмосферу из подземных горных выработок используют следующие:

- предотвращение окислительных процессов угля;

- уменьшение метанообильности угольных шахт и утилизация метана;

- предварительное увлажнение угольного массива;

- уменьшение образования продуктов буровзрывных работ.

**2.2 Предотвращение окислительных процессов угля**

Предотвращение окислительных процессов угля, приводящих к его самовозгоранию и образованию вследствие пожара значительных объемов вредных газов. Предотвращение этих явлений осуществляют с помощью:

- пожаробезопасных систем разработки угольных пластов;

- изоляции выработанных пространств, их заиливания (в случае необходимости) песчано-глинистой пульпой;

- обработка оставленных целиков угля антипирогенами, которые прекращают или активно тормозят процессы окисления угля;

- снижения потерь полезного ископаемого в выработанном пространстве;

- быстрого и эффективного тушения возникшего пожара.

**2.3 Уменьшение метанообильности угольных шахт и утилизация метана**

Наиболее распространенным и активным способом уменьшения метанообильности угольных шахт является дегазация разрабатываемых и сближенных угольных пластов и выработанных пространств. При правильной дегазации поступление метана в рудничный воздух может быть сокращено на 30-40% по шахте в целом и на 70-80% в пределах выработок выемочных полей. Дегазация может производиться различными способами: проведением подготовительных выработок; бурением скважин по пласту и по породе с поверхности или из выработок с последующим отсосом метана; гидроразрывом или с гидрорасчленением пласта; нагнетанием в пласт раствора, уменьшающего газовую проницаемость угля или содержащего метанопоглощающие микроорганизмы; гидрообработкой призабойной зоны; каптажом суфлярных выделений метана. В шахтном хозяйстве отсасываемый метан используется пока недостаточно (10-15%), хотя его с успехом можно применять в качестве топлива для нагрева паровых котлов в шахтных котельных. Утилизацию метана можно рассматривать как средство защиты атмосферы. Кроме того, она обеспечивает значительный экономический эффект. Трудность решения последней задачи связана с тем, что основная часть метана (до 80…85%) выносится вентиляционными потоками, в которых его концентрация не превышает 1%. Для утилизации этих метановоздушных смесей необходимы эффективные способы повышения концентраций метана. Остальная часть метана, извлекаемая средствами дегазации, для утилизации не представляет трудности: в основном его используют в котельных, иногда на сушильных установках обогатительных фабрик и на передвижных электростанциях.

Помимо вредных газообразных выбросов в процессе ведения добычных и проходческих работ образуется огромное количество аэрозолей (пыли).

Предотвращение образования пыли и пылевого облака в подземных условиях обеспечивается:

- применением оборудования и механизмов, при работе которых пылеобразование минимально;

- соблюдением установленного технологического режима и улучшением условий производственных процессов с целью максимального снижения пылеобразования;

- предварительным увлажнением пластов, что позволяет снизить запыленность воздуха на 50-80%;

- орошением горной массы водой, а также использованием пены в процессах проведения буровзрывных работ и добычи угля, а также пунктах погрузки и перегрузки полезного ископаемого. При выемке угля орошение осуществляется через исполнительные органы, что снижает запыленность на 80…90%. В последнее время при очистных работах на крутых пластах наиболее употребительно пылеподавление пеной. Используя водовоздушные эжекторы, можно не только подавить пыль диспергированной водой, но и очистить воздух от взвешенной пыли. При бурении шпуров и скважин пыль отсасывают специальными устройствами;

- герметизацией горных и транспортных машин и механизмов, уплотнением мест соединений; ограничением высоты перепада угля, породы в пунктах перегрузки;

- периодической очисткой от пыли откаточных и вентиляционных выработок (3-4 раза в год).

Все перечисленные мероприятия по снижению вредных выбросов в атмосферу одновременно обеспечивают безопасные условия труда в подземных условиях. Содержание, правила и область применения таких мероприятий подробно изложены в соответствующих курсах охраны труда для горных специальностей.

Реализация на практике перечисленных направлений связана в той или иной мере с использованием методов очистки воздушных потоков и дымов от пыли, золы и вредных газов.

**2.4 Предварительное увлажнение угольного массива**

**2.4.1 Общие сведения о предварительном увлажнении угольного массива**

Предварительное увлажнение угольного массива является одним из эффективных методов предупреждения пылеобразования при выемке угля. При нагнетании под давлением жидкости в пласт:

увеличивается влажность угля, что способствует росту адгезионно-когезионных сил между поверхностями образующихся при разрушении угля пылевидных частиц и образованию из них крупных агрегатов, более эффективно осаждающихся из воздуха;

уменьшается механическая прочность угля с соответствующим снижением удельной энергоемкости разрушения угольного массива;

растет степень смачиваемости тонкодисперсной пыли «скольжения» в трещинах угольного пласта.

Уменьшение пылеобразования при выемке увлажненного угольного массива зависит от степени насыщения пласта влагой. Способность угольных пластов к увлажнению определяется их структурными особенностями и физико-механическими свойствами. Угольные пласты с хорошо развитой трещиноватостью и высокой пористостью спо­собны принять большее количество воды, чем пласты с плотным углем. Влажность угля в зависимости от количества жидкости, введенной в массив, увеличивается на 1,5—6 %.

Наибольший эффект по снижению пылеобразования при выемке (60— 80%) достигается при профилактической обработке пластов с природной влажностью угля 2—6%, а наименьший (менее 50%) —с влажностью более 8%.

При этом эффективность предварительного увлажнения пластов опре­деляется не общим содержанием влаги в угле, а приростом ее при увлаж­нении массива. Существенное уменьшение степени пылеобразования про­исходит при приросте влаги 1—3%, прекращаясь при приросте 4—5%.

Прирост влаги зависит от фильтрационно-коллекторских свойств пла­ста и условий водопоглощения (давления, темпа и продолжительности нагнетания воды в пласт).

К основным фильтрационно-коллекторским свойствам угольных пластов и пород относятся проницаемость, пористость, фильтрационная анизо­тропия (зависимость проницаемости от направления фильтрации) и ряд других характеристик, являющихся следствием перечисленных.

Фильтрационные свойства угольных пластов и пород характеризуются
коэффициентом проницаемости *k*(м2), коэффициентом фильтрации
kф(м/с), коэффициентом пористости *п*.

Коэффициент проницаемости определяется структурой и свойствами пласта и почти не зависит от свойств фильтрующейся жидкости.

Коэффициент фильтрации зависит как от свойств угольных пластов, так и свойств фильтрующейся жидкости.

Гидродинамические параметры угольных пластов зависят от многих факторов и изменяются в широких пределах. Наибольший коэффициент водопроницаемости имеют угли, характеризующиеся выходом летучих 15—35% и залегающие на глубине 200—300 м от поверхности. Наимень­шая водопроницаемость свойственна углям высокой стадии метаморфиз­ма (антрациты, полуантрациты) и малометаморфизованным углям марок Д и Г. Это обусловлено структурными особенностями угольного вещества.

Коэффициент водопроницаемости всех угольных пластов резко умень­шается с увеличением глубины разработки, изменяясь, например, для ус­ловий Донбасса от 0,000045 до 25,3 мД. Это связано в основном с умень­шением раскрытия систем трещин, имеющих наибольшее развитие у углей средней стадии метаморфизма (марки Т, ОС, К, Ж) с выходом летучих 15—30%.

Гидравлические параметры предварительного увлажнения угольных пластов можно определить только при наличии данных по гидродинами­ческим характеристикам пластов (коэффициенты фильтрации и эффектив­ной пористости).

Любая горная порода, в том числе и уголь, представляет собой трещинно-пористый коллектор. Проницаемость подавляющего большин­ства таких коллекторов определяется трещинной проницаемостью, кото­рая в 100—1000 раз больше поровой. Это позволяет для пластов с выра­женной трещиноватостью при определении коэффициента проницаемости пренебрегать поровой проницаемостью, принимая трещинную проницае­мость за общую.

Трещиноватость имеет региональный характер, что дает возможность рассматривать трещиноватые пласты как некоторую непрерывную среду, характеризующуюся особым классом фильтрационных каналов — трещи­нами. При этом большинство трещин в пласте имеет единую тектониче­скую природу. Они распределены не хаотично, а объединяются в опре­деленные системы, каждая из которых характеризуется сохраняющимися в рамках данной системы параметрами трещиноватости (раскрытие, гу­стота, элементы ориентировки и др.). Для подавляющего числа уголь­ных пластов фильтрационные характеристики определяют при практиче­ски взаимоперпендикулярных системах эндогенной трещиноватости: ос­новной (продольной), торцовой и послойной.

В связи с этим важное значение имеют параметры трещиноватости (раскрытость и пустота трещин) углей, которые являются необходимой основой для расчета гидродинамических характеристик пласта.

Для улучшения смачиваемости при предварительном увлажнении угольного массива могут быть применены растворы поверхностно-актив­ных веществ (ПАВ) и поверхностно-активные жидкости. Молекулы ПАВ адсорбируются на поверхности угольных частиц и тем самым снижают поверхностное натяжение и повышают смачивающую способность воды. Краевой угол смачиваемости угля и поверхностное натяжение уменьша­ются с повышением концентрации ПАВ, причем особенно интенсивно в области малых концентраций. При приближении концентрации раствора к критической концентрации мицеллообразования уменьшение значений указанных показателей практически прекращается.

В зависимости от характера протекания адсорбции и механизма стабилизации дисперсных систем ПАВ разделяются на два класса:

низкомолекулярные соединения дифильного строения. Характерной особенностью этих веществ является то, что молекулы их образованы из двух разных по свойствам частей. Одна часть состоит из углеводород­ных радикалов, другая — из радикалов, родственных по своей природе молекулам растворителя;

высокомолекулярные вещества, в которых чередуются гидрофильные и гидрофобные группы, равномерно распределенные по всей длине поли­мерной цепи.

По химическим свойствам ПАВ разделяются на две группы:

ионогенные (анионактивные и катионактивные);

неионогенные.

Анионактивные вещества в растворах находятся в виде ионов, а ка­тионактивные — в виде катионов. Анионактивные вещества имеют существенные для смачивателей угольной пыли недостатки: неустойчивость их растворов в жесткой воде и высокая пенообразующая способность.

Наибольшее применение для увлажнения угольного массива получили неионогенные поверхностно-активные вещества, которые в растворе суще­ствуют в виде молекул. Типичный их представитель — смачиватель ДБ. Значительный интерес представляют такие неионогенные вещества как синтанол и неонол, полученные на основе первичных и вторичных спир­тов с различной степенью оксиэтилирования. Они обладают высокой сте­пенью биоразлагаемости, антиокислительным действием и не придают за­ряд поверхности угольных частиц. При небольшой их концентрации процесс проникновения жидкости в пласт ускоряется в 1,5 раза.

Для обработки пластов ВНИИПАВ разработаны смачиватели синта­нол ДТ-7, неонол B-I020 и СТС. Они представляют собой пасты или гранулы, раство'ряющиеся в воде не более чем за 5 мин. Рабочая концент­рация раствора 0,1%.

Синтанол ДТ-7 — моноалкиловый эфир полиэтиленгликоля на основе первичных жирных спиртов. Его биоразлагаемость составляет 90%. Се­рийное производство синтанол а ДТ-7 налажено в ПО «Салаватнефтеорг

Нагнетание жидкости в угольный пласт можно осуществлять с по­мощью насосных установок (высоконапорное нагнетание) и от шахтного водопровода (низконапорное нагнетание).

**2.4.2 Технологические схемы высоконапорного нагнетания жидкости в пласт через скважины**

Высоконапорное нагнетание можно производить по следующим техно­логическим схемам:

через скважины, пробуренные из подготовительной выработки (рис. 2.1);

через скважины и шпуры, пробуренные из очистного забоя (рис. 2.2).



Рис. 2.1 Технологическая схема высоконапорного нагнетания жидкости в пласт через скважины, пробуренные из подготовительной выработки: 1 — гидрозатворы; 2 — разгрузочные вентили; 3 — счетчики-расходомеры; 4 —- регулируе­мые проходные вентили; 5 — тройники; 6 — рукав высокого давления; 7 — переходник; 8 — трубопровод; 9 — дозатор смачивателя; 10 — манометр; 11 — буровая установка; 12 — фланцевый вентиль; 13 — переходник; 14 — штрековый фильтр; 15 — напорный ру­кав; 16 — высоконапорный насос

Выбор наиболее рациональной технологической схемы профилактиче­ской обработки угольного массива зависит от горно-геологических и гор­нотехнических условий. При этом целесообразно применять технологи­ческую схему нагнетания жидкости в пласт через скважины, пробурен­ные из подготовительной выработки, так как она имеет ряд преимуществ перед другими схемами:

независимость выполнения всех работ по нагнетанию от производ­ственных процессов в очистном забое;

возможность увлажнения через одну скважину больших объемов угольного массива, что сокращает затраты времени на подготовительно-заключительные и вспомогательные операции, приходящиеся на 1 т обра­батываемого угля;

возможность многократного длительного насыщения угольного пласта жидкостью как за счет напорной фильтрации, так и под действием капиллярных сил;

возможность использования дегазационных скважин в качестве нагне­тательных, что повышает эффективность метода вследствие улучшения фильтрационных свойств угля.

Однако в отдельных случаях горно-геологические условия могут быть таковы, что под сомнение ставится вообще целесообразность использова­ния данного метода. Поэтому рациональная область применения указан­ных технологических схем нагнетания жидкостей в пласт может быть уста­новлена только на основе анализа горно-геологических и горнотехниче­ских условий по определенной методике. В совокупность факторов, характеризующих указанные условия, входят физико-механические свой­ства вмещающих пород и угля, наличие геологических нарушений, осо­бенности способов выемки угля, наличие твердых породных включений в пласте и др. По этим факторам, их количественному и качественному влиянию на безопасность работ в забое и принятую технологию выемки угля можно установить целесообразность использования той или иной схемы нагнетания жидкости в пласт.

Технологическую схему (см. рис. 2.1) рекомендуется применять на пластах мощностью более 1,3 м пологого, наклонного и крутого зале­гания с низкой водопроницаемостью. Нагнетание жидкости в угольный массив в этом случае осуществляется с помощью высоконапорных насос­ных установок.

Технологическую схему профилактической обработки массива, приве­денную на рис. 2.2, целесообразно использовать на пологих пластах мощностью 0,8—2 м, имеющих сложную гипсометрию, рассредоточенные включения породы и другие неблагоприятные условия, которые препятст­вуют бурению нагнетательных скважин из подготовительных выработок. В целях сокращения затрат времени на профилактическую обработку мас­сива данная схема предусматривает одновременное нагнетание жидкости в скважины в верхней и нижней частях лавы. При этом используются две насосные установки, устанавливаемые на конвейерном и вентиляцион­ном штреках.



Рис. 2.2. Технологическая схема высоконапорного нагнетания жидкости в пласт через скважины (шпуры), пробуренные из очистного забоя:

*I* — буровая установка; *2* — проходные вентили; *3* — счетчики-расходомеры; *4* — разгру­зочные вентили; 5 — тройники; *6 —* гидрозатворы; 7 — высоконапорный рукав; *8* — пере­ходник; *9* — трубопровод; *10* — дозатор смачивателя; // —- манометр; *12* — насосная уста­новка; *13* — напорный рукав; *14*—переходник; *15* — фланцевый вентиль

На шахтах, где применяется дегазация пластов, необходимо использо­вать дегазационные скважины для последующего увлажнения угольного массива.

К параметрам нагнетания жидкости в угольный массив относятся диа­метр и длина скважин (шпуров), расстояние между скважинами (шпу­рами), глубина герметизации, давление нагнетания, темп нагнетания, рас­ход воды на одну скважину (шпур).

Так как гидравлические параметры зависят от фильтрационно-кол-лекторских свойств угольных пластов, то параметры нагнетания устанав­ливаются опытным путем и корректируются при существенном изменении физико-химических свойств и структурных особенностей угольного мас­сива.

Технологическая схема низконапорного нагнетания жидкости в пласт предполагает нагнетание только через скважины, пробуренные из подго­товительной выработки.