

УДК 622.807:622.33

ОБЗОР СПОСОБОВ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ НА УГОЛЬНЫХ И СЛАНЦЕВЫХ ШАХТАХ

Мякушко Н. В., студент гр. ФПс-171, V курс

Баев М. А., к.т.н., доцент кафедры ТиГМ

Научный руководитель: Хямяляйнен В. А., д.т.н., проф., зав. кафедрой ТиГМ

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

На сегодняшний день актуальной является задача создания и совершенствования способов пылеподавления в очистных забоях угольных и сланцевых шахт. Из-за взрывов угольной пыли и метановоздушной смеси на территории России в 21-м веке произошло 11 крупных чрезвычайных происшествий, последнее из которых имело место в Кузбассе 25 ноября 2021 года на шахте «Листвяжная». Необходимость модернизации способов предупреждения взрывов угольной пыли и создание сооружений (инструментов пылеподавления в очистных забоях и др.) является одной из главных проблем в угольной промышленности России.

Пыль, участвуя во взрыве, в разы увеличивает мощность взрыва метановоздушной смеси, что приводит к значительному росту числа летальных исходов в угольном производстве. Большинство пыли образуется в момент отделения полезного ископаемого или породы от массива или же их разрушения, при их перегрузке, бурении скважин и шпуров, проведении взрывных работ. Угольная пыль представляет мельчайшие твердые частицы угля, способные находиться длительное время в воздухе рабочей зоны во взвешенном (аэрозоль) или в осевшем состоянии в выработках (аэрогель). Согласно данным исследований «ИГД им. Скочинского» и АО «НЦ ВостНИИ», концентрация пыли на рабочем месте машиниста горных выемочных машин в очистных забоях угольных шахт Кузбасса приближается к $406 \text{ мг}/\text{м}^3$. Запыленность на американских шахтах составляет $8,5\text{--}57 \text{ мг}/\text{м}^3$ [1].

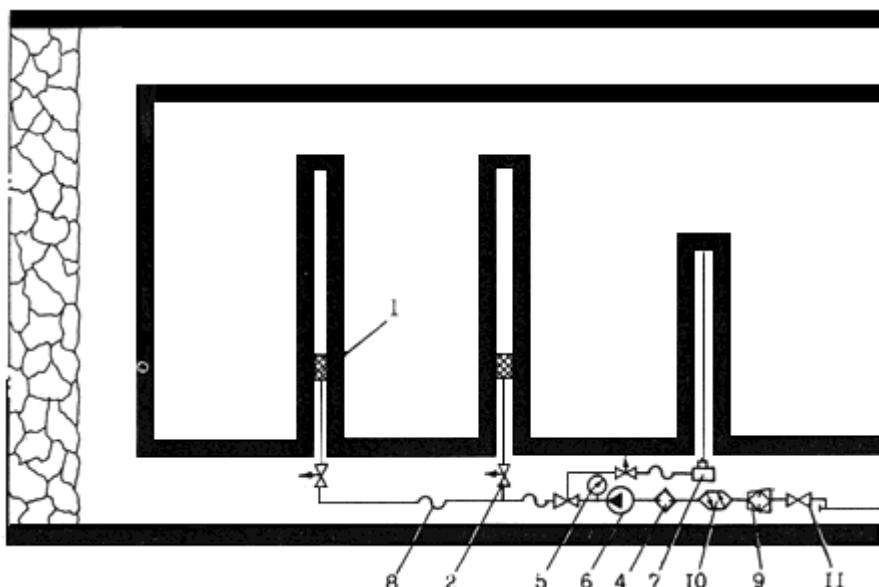
Все способы и мероприятия по обеспыливанию и снижению концентрации угольной пыли можно разделить на следующие группы:

- мероприятия, направленные на снижение пылеобразования за счет связывания тонкодисперсных частиц угольного пласта перед началом его отработки (предварительное увлажнение);

- мероприятия, позволяющие удалить пыль из рабочей зоны при помощи воздействия на нее воздухом (применение систем пылеотведения и вентиляции);

- работы по подавлению образовавшейся пыли в момент ее взметывания и в процессе витания распыляемой водой (различные виды орошения, водяные и туманообразующие завесы).

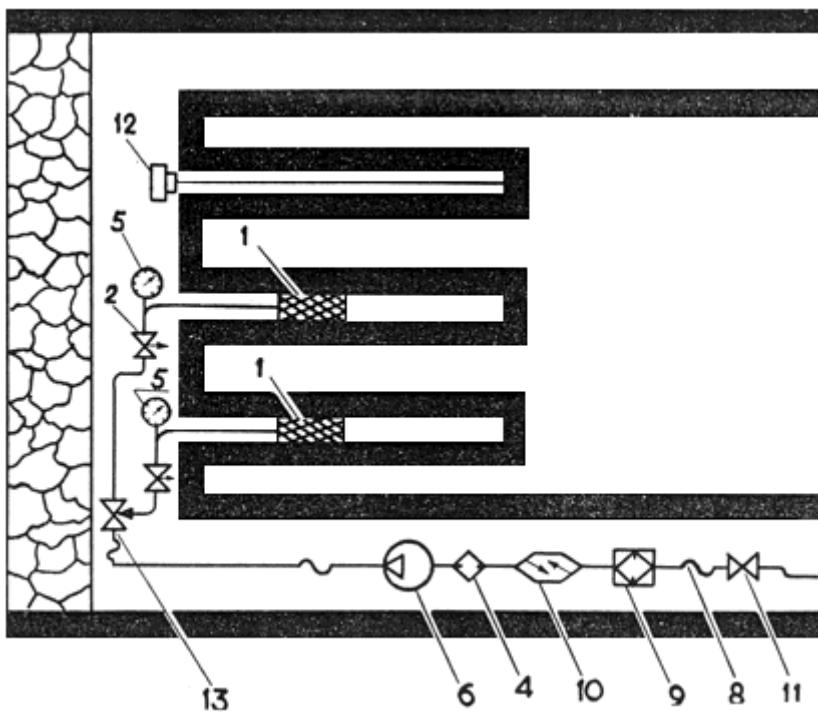
С целью снижения пылевыделения при ведении очистных работ, так и при проведении подготовительных выработок, должно применяться предварительное увлажнение угля в массиве. Нагнетание воды в пласт в очистных выработках должно производиться, как правило, через длинные скважины, пробуренные из подготовительных выработок параллельно забою лавы (рис. 1). Увлажнение по такой схеме применяют при столбовой системе разработки, при сплошной системе разработки и при щитовой выемке крутых пластов. Скважины для нагнетания воды могут быть пробурены из одной или навстречу из двух выработок. В щитовых лавах нагнетание воды должно производиться в подготавливаемую к выемке полосу угля.



1 – гидрозатвор; 2 – вентиль разгрузочный; 4 – дозатор смачивателя;
5 – манометр; 6 – насосная установка; 7 – буровой станок;
8 – рукав напорный для жидкости; 9 – фильтр штрековый; 10 – расходомер;
11 – вентиль фланцевый

Рисунок 1 – Технологическая схема высоконапорного нагнетания жидкости в угольный пласт через пробуренные из подготовительной выработки скважины

В случае отсутствия или малого опережения подготовительной выработкой очистного забоя, а также при сложной гипсометрии пласта, наличии тектонических нарушений или невозможности обеспечения направленного бурения скважин на всю высоту этажа нагнетание воды в пласт может производиться через шпуры или короткие скважины, пробуренные из очистной выработки (рис. 2). В данной схеме может быть предусмотрено нагнетание жидкости одновременно в верхней и нижней частях лавы или групповое нагнетание. При наличии в пласте развитой системы трещин, по которым возможно вытекание нагнетаемой жидкости в прилегающие выработки, следует применять технологическую схему нагнетания с предварительным тампонированием пласта.



1 – гидрозатвор; 2 – вентиль разгрузочный; 4 – дозатор смачивателя;
5 – манометр; 6 – насосная установка; 8 – рукав напорный для жидкости;
9 – фильтр штрековый; 10 – расходомер; 11 – вентиль фланцевый;
12 – сверло; 13 – кран-тройник

Рисунок 2 – Технологическая схема нагнетания жидкости в угольный массив
через пробуренные из очистной выработки шпуры

Расстояние между скважинами принимают в пределах 10-30 м, а герметизация скважин производится на глубине, равной эффективному радиусу увлажнения (5-15 м). Расстояние между скважинами, глубина герметизации уточняются при опытном нагнетании. Расстояния от скважины до плоскости забоя в конце процесса нагнетания не должно превышать 30 м.[2, 3].

Количество жидкости Q_c , м³, которое необходимо подавать в скважину, определяется по формуле

$$Q_c = \frac{1,1(l_{\text{скв}} - l_{\text{г}})L_c mq\gamma}{1000},$$

где: $l_{\text{скв}}$ – глубина скважины, м; $l_{\text{г}}$ – глубина герметизации скважины, м; L_c – расстояние между скважинами, м; m – мощность пласта, м; q – удельный расход жидкости принимается в зависимости от марки угля, 10-25 л/т; γ – плотность угля, т/м³.

В настоящее время на угольных шахтах применяют пылеотсасывающие установки или скрубберы. Пылеотсасывающие установки располагают на проходческих комбайнах или в горных выработках. Скрубберы встраивают в единую систему с проходческим вентилятором или располагают отдельно. К мероприятиям по отведению пыли из горных выработок также относится вентиляционное обеспыливание. Ее действие достигается при применении рациональных схем проветривания и установки оптимальной скорости движения

потока воздуха. Для очистных выработок она будет составлять от 1,2 м/с до 2 м/с, для подготовительных выработок – порядка 0,4-0,6 м/с.

Все современные проходческие комбайны имеют конструктивные решения, позволяющие установить на них пылеотсасывающие системы. Например, у проходческого комбайна Sandvik MB670-1LH пылеотсасывающая система устанавливается сверху (рис. 3). Забор части воздуха осуществляется в верхней части в непосредственной близости от плоскости забоя. Так же возможно размещение пылеотводящих патрубков в нижней части с двух сторон проходческого комбайна. Однако в обоих случаях часть запыленного воздуха попадает в места нахождения горнорабочих [4].

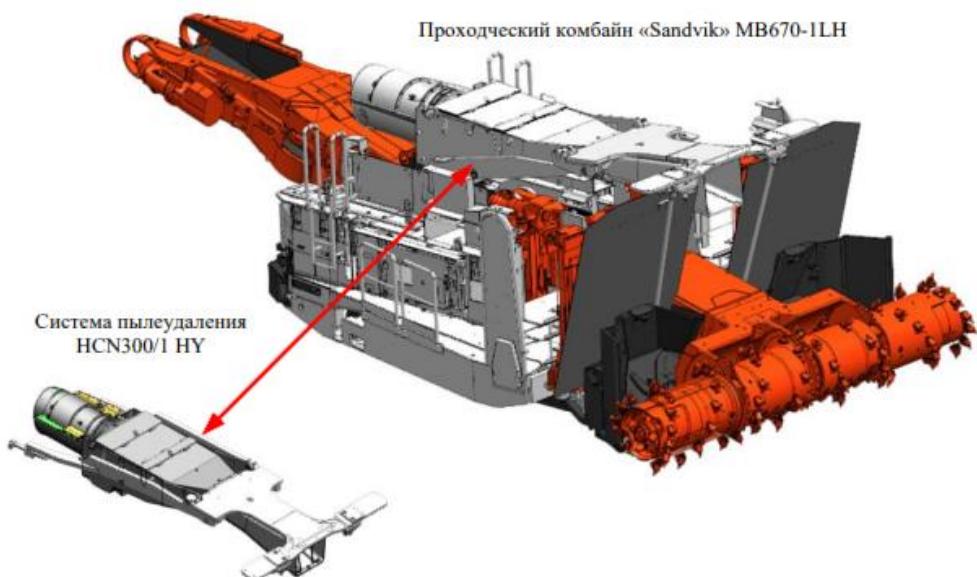


Рисунок 3 – Система встроенного пылеудаления проходческого комбайна Sandvik MB670-1LH

Одновременная очистка воздуха, наполненного угольной пылью и орошение горной массы в любом ее состоянии возможно при использовании цилиндрических или конических водовоздушных эжекторов. Водовоздушные эжекторы применяются для пылеподавления при передвижке секций механизированной крепи, а также на погрузочных и перегрузочных пунктах угля путем орошения его под укрытием с помощью конусных форсунок. С целью повышения эффективности орошения или необходимости уменьшения влажности угля и расхода воды в два и более раз может применяться пневмогидроорошение – смесь сжатого воздуха с водой. При пневмогидроорошении достигается тонкое диспергирование воды, а, следовательно, и осаждение тонко диспергированной пыли. Для того чтобы туман не рассеивался в выработке, а направлялся к источнику пыли, применяются форсунки, в которых формируется двойной факел диспергированной воды: наружный – грубодисперсный и внутренний – тонкодисперсный, а также форсунки с переменной дисперсностью тонкодиспергированной воды, которые ограждаются форсунками с равномерным распределением грубодиспергированной воды [5].

При бурении шпуров и скважин по горной массе основным способом пылеподавления является промывка. Вода подается по осевому каналу буровых штанг через отверстия в буровой коронке непосредственно в зону разрушения. При работе перфораторов и буровых станков применяется осевая подача воды через канал в корпусе и штанге и боковая – через муфту на штанге, а при работе пневмо-электросверл – только боковая промывка. При невозможности промывки при бурении шпуров допускается орошение устья шпуря. При работе перфораторов и самоходных буровых установок применяется также система пылеулавливания СПМУ-2 [5].

Сланцевые заслоны относятся к пассивным средствам локализации взрывов и являются автономными взрыволокализующими заслонами. Их используют для тушения фронта пламени, образовавшегося в результате взрыва пылегазовоздушной смеси и ограничения распространения таких взрывов по горным выработкам в шахтах. Сланцевые заслоны позволяют остановить распространение балансирующих и слабых взрывов в начальной стадии их развития, предотвращая возникновение новых взрывов. Сланцевый заслон представляет собой ряд полок, расположенных на трапециевидных опорах, загруженных инертной пылью, опрокидывающихся под действием ударной волны или с помощью специальных механизмов. На полки засыпается инертная пыль из сланца, доломита, ракушечника. Полки заполняются из расчета 400 кг на 1 м² поперечного сечения выработки, длина заслона не менее 20 м. Первый заслон устанавливается не ближе 60 м от забоя, последующие – не далее 300 м. При этом авария на шахте «Ульяновская» 19 марта 2007 года в очередной раз показала неэффективность сланцевых заслонов. Все сланцевые заслоны были разбиты, а сланцевая пыль рассыпана по горной выработке, однако взрыв угольной пыли не только не был локализован, но продолжал развиваться, увеличивая свою мощность и скорость распространения [6].

Водяной заслон представляет собой сосуды вместимостью более 80 л, размещенные на полках, ориентированных поперек выработки. Заслон снабжен рассекателями в виде пилообразных ножей, жестко закрепленных с обеих сторон сосудов. При взрыве газа или пыли сосуды ударной волной прижимаются к неподвижным ножам, разрезающим оболочку сосудов, и вода выливается, локализуя взрыв. Количество воды и сосудов – из расчета 400 л на 1 м² площади поперечного сечения выработки. В качестве сосудов для инертной пыли и воды в заслонах могут применять пластиковые мешки [6].

Выполненный обзор показывает, что существующие в наше время основные способы борьбы с запыленностью в угольных шахтах, разработанные как отечественными, так и зарубежными учеными, имеют свои преимущества и недостатки. Максимальный эффект по снижению пылевыделения и повышению пылевзрывозащиты на предприятиях угольной промышленности достигается за счет внедрения комплекса мероприятий. Однако, к сожалению, происходящие до сих пор аварии при подземной добыче угля свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения и совершенствования способов обеспыливания на шахтах.

Список литературы:

1. Корнева М. В. Разработка и обоснование мероприятий по снижению концентрации тонкодисперсных фракций в пылевом аэрозоле угольных шахт: специальность 05.26.01 «Охрана труда (в горной промышленности)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Мария Валерьевна Корнева; СПГУ. – Санкт-Петербург, 2020. – 175 с.
2. Руководство по борьбе с пылью и пылевзрывозащите на угольных и сланцевых шахтах – 3-е изд., перераб. и доп. – Кемерово: ИПП «Кузбасс», 1992. – 160 с.
3. Предварительное увлажнение угля в массиве. – Текст: электронный // Охрана труда: информационный ресурс. – URL: http://ohrana-bgd.ru/gornd/gornd2_19.html (дата обращения: 29.03.2022).
4. Тимченко А. Н. Обоснование эффективных средств и параметров аспирационного обеспыливания высокопроизводительных проходческих забоев угольных шахт: специальность 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность (в горной промышленности)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Александр Николаевич Тимченко; НИТУ «МИСиС». – Москва, 2021. – 150 с.
5. Способы и средства борьбы с пылью. Создание водовоздушных за-вес – Текст: электронный // Охрана труда: информационный ресурс. – URL: http://ohrana-bgd.ru/gornd/gornd2_17.html (дата обращения: 29.03.2022).
6. Взрыволокализующие заслоны. – Текст: электронный // MiningWiki: свободная шахтёрская энциклопедия. – URL: http://miningwiki.ru/wiki/Взрыволокализующие_заслоны (дата обращения: 29.03.2022).