Пути повышения эффективности предварительного увлажнения угольного массива

Автор: Данилов Александр Геннадьевич . Соавторы: Грачев Эдуард Александрович – эксперт Единой системы оценки соответствия в угольной промышленности; Выгривач Алексей Николаевич; Галиев Марат Гаптуллович; Третьяк Дмитрий Викторович.
E-mail: dagvor1973@mail.ru
Россия, г.Воркута

Высокая запыленность воздуха создает тяжелые условия труда для подземных рабочих и представляет большую опасность особенно на пластах, опасных по взрывам угольной пыли, к которым относятся все разрабатываемые угольные пласты в условиях шахт г.Воркуты.

Осадить взвешенную в воздухе пыль очень трудно. Поэтому особое значение приобретают противопылевые мероприятия, снижающие пылеобразование в процессе выемки, что достигается путем предварительного увлажнения угольного массива.

Степень снижения взвешенной в воздухе пыли и остаточная запыленность (после проведения противопылевых мероприятий) воздуха являются основными показателями, по которым оценивается эффективность каких-либо мероприятий по борьбе с пылью.

Степень снижения запыленности воздуха при нагнетании воды в угольный массив определяется по формуле:

$$Э = \frac{(C2 - C1) - (C2' - C1')}{C2 - C1} 100, \%$$

где: Э - эффективность снижения запыленности воздуха при нагнетании воды в угольный массив, %.

С2 и С1- запыленность соответственно на исходящей и на поступающей вентиляционной струе при выемке неувлажненного массива угля, мг/м3;

С2' и С1'- запыленность соответственно на исходящей и на поступающей вентиляционной струе при выемке увлажненного массива, мг/м3.

Косвенно и весьма приблизительно о качестве увлажнения можно судить, контролируя количество введенной в пласт жидкости и давление. Определение влажности угля расчетным путем является ненадежным методом. Другим методом контроля качества увлажнения угольного массива, пригодным как для экспериментальных, так и для практических работ, является: непосредственное измерение влажности угля, как с помощью приборов на рабочих местах, так и в лабораторных условиях. Однако эффективность снижения запыленности воздуха (Э) является основным показателем, характеризующим качество предварительного увлажнения угольного массива и определяется путем замеров запыленности воздуха приборами при выемке увлажненного и неувлажненного угля и расчетов по вышеуказанной формуле.

В целях снижения запыленности в угольных шахтах необходимо внедрение как новых методов повышения эффективности увлажнения угольных пластов, так и использование опробованных способов, применявшихся ранее. Применение импульсного способа нагнетания воды в угольный массив. Импульсное нагнетание жидкости представляется наиболее приемлемым способом повышения эффективности увлажнения. Сущность импульсного нагнетания состоит в использовании высокого давления воды, действующего в течение малого промежутка времени.

Кратковременность действия высокого давления порождает в упругой среде напряжение, распространяющееся в виде волн и образующее системы разветвленных трещин, по которым происходит более глубокое и динамичное проникновение жидкости вглубь массива, при этом не происходит гидравлического разрыва пласта. Импульс создается мгновенным и многократным возрастанием напора воды в шпуре или скважине с помощью устройств механического или электрического действия.

Промышленными испытаниями установлено, что плунжерные насосные установки являются источниками образования импульсов давления вследствие неравномерности подачи. Неравномерность подачи жидкости оценивается коэффициентом неравномерности подачи, характеризующим изменение текущего расхода к её среднему значению Коэффициент неравномерности подачи для шестиплунжерного насоса составляет 0,157. Таким образом, импульсное нагнетание жидкости может осуществляться с помощью импульсов давления, вырабатываемых непосредственно насосной установкой и усиленных специальным устройством, размещенным непосредственно в скважине.

В качестве устройства усиления и преобразования импульсов может быть выбрано например устройство, разработанное ВостНИИ, выполненное в виде насадки к герметизатору. Принцип действия этого устройства основан на эффекте периодической срывной кавитации. Использование пневматического генератора импульсов, (разработки ПермНИГУ и др.), работающих в комплексе с насосной установкой УНВ-2.

Исходным положением при выборе оптимального режима нагнетания является требование непревышения предельно допустимого, с точки зрения гидроразрыва пласта, давления на протяжении всего цикла увлажнения, т.е. для повышения эффективности предварительного увлажнения необходимо оснастить насосные установки элементами управления, регулирования и задания параметров нагнетания. В настоящее время для предварительного увлажнение возможно применение нагнетательно-импульсных установок типа УНИ и др.

Создание на основе быстроходных насосных установок (типа УНР-02 и др.) средств импульсного нагнетания жидкости. Регулирование параметров быстроходной насосной установки осуществляется с помощью дросселирования всасывающего трубопровода. Ранее проведенные исследования возможности подобного регулирования проводилось на серийной насосной установке УНР-02. Во всасывающую магистраль насоса устанавливался датчик давления, и возникающие импульсы регистрировались при работе установки с аккумуляторами, с отключенными аккумуляторами и при дросселировании всасывающей магистрали. По результатам сделан вывод о том, что регулирование параметров насосной установки с помощью дросселирования всасывающего трубопровода возможно для быстроходных насосных установок без существенного повышения кавитационных эффектов.

При увлажнении угольных пластов происходит обволакивание водой и смачивание ею первичной пыли, находящейся в трещинах и перемятых угольных пачках, а также изменяются механические свойства угля (снижается упругость и хрупкость угля и повышается его пластичность). Это приводит к снижению пылевыделения и пылеобразования и, следовательно, к уменьшению запыленности рудничного воздуха.

Применение растворов смачивателей смачивателя позволяет снизить пылевыделение и прочность угля, а также снизить газовыделение из него. По данным исследований эффективность применения растворов смачивателя ДБ при концентрации 0,1÷0,2% характеризуется широкими пределами от 11 до 55% и в среднем составляет около 30%. Для достижения высокой эффективности предварительного увлажнения угольных пластов нагнетаемая в пласт жидкость должна обладать: высокой смачивающей способностью; низкой вязкостью; малой скоростью

испарения.

Влияние поверхностно-активных веществ (смачиватели, жидкое стекло и др.) на изменение проницаемости угля обусловливается многими факторами, такими как распределение трещин, их конфигурация, крепость угля, его газоносность и др. Аналитическую зависимость изменения коэффициента проницаемости угля от активности жидкости установить довольно сложно. Эти данные были получены экспериментальным, путем. Для изучения влияния свойств нагнетаемых жидкостей на процесс фильтрации и параметры увлажнения были проведены исследования в лабораторных и шахтных условиях с применением растворов жидкого стекла и смачивателя ДБ. В результате данных исследований, выявляющих влияние растворов различного состава и концентрации на увлажнение угля для пылеподавления, установлено следующее: различная эффективность применения смачивателей на углях различной степени метаморфизма; зависимость величины радиуса увлажнения от размера зон увлажнения, величины коэффициента фильтрации, удельного влагонасыщения и необходимого давления воды при увлажнении от свойств нагнетаемых растворов; при нагнетании раствора смачивателя ДБ величина коэффициента фильтрации увеличивается до 80%, а зона увлажнения увеличивается на 50%.

Следует отметить, что применяемые для нагнетания растворы смачивателя и электролитов не удовлетворяют полностью вышеперечисленным требованиям. Наиболее полно соответствуют указанным требованиям водно-масляные эмульсии. Опыт применения водно-масляных эмульсий для борьбы с пылью в различных отраслях промышленности показывает, что они обладают высокой адгезионной способностью по отношению к угольной пыли и низкой скоростью испарения.

Эффективность борьбы с угольной пылью методом предварительного увлажнения массива повышается, если вместо воды использовать профилактические жидкости, переходящие с течением времени в гелеобразное состояние. Данный факт подтвержден лабораторными опытами ВостНИИ.

Во многих областях техники широко используются акустические колебания. Они позволяют интенсифицировать гетерогенные процессы, характеризующиеся специфическими физико-химическими явлениями, протекающими на границе раздела фаз, а также влияют на качество и скорость протекания этих процессов. Применение ультразвука позволяет ускорить, фильтрацию жидкости, через пористые тела, коагуляцию пыли и т. д. Важной особенностью акустического метода нагнетания является также то, что он может быть применен как в сочетании с другими методами (теория термодинамических пар), так и самостоятельно.

Эффективность снижения запыленности воздуха после нагнетания воды в пласт составляет 50-70%. Причина сравнительно невысокой эффективности данного метода заключается в неравномерном и недостаточном насыщении угольного массива водой при существующих способах и средствах нагнетания. В связи с этим были проведены экспериментальные и теоретические насыщения угля водой при ультразвуковых колебаниях. Было установлено, что если на жидкость воздействовать ультразвуком, то она поднимается в капилляре выше уровня, определяемого для обычного капиллярного эффекта. Причем скорость подъема жидкости в этом случае во много раз. Ультразвуковые колебания, сообщаемые воде, нагнетаемой в угольный пласт, являются дополнительной внешней силой, способствующей увеличению влажности угля и соответственно снижению запыленности воздуха при разрушении массива угля, т.е. применение ультразвука существенно ускоряет процесс нагнетания повышает эффективность напорного насыщения угля водой.

Практическое применение ультразвуковых колебаний для повышения эффективности нагнетания воды в пласт связано с необходимостью создания для этой цели специальных устройств. Для угольных шахт наиболее подходящими являются гидродинамические преобразователи, в которых гидравлическая энергия (энергия потока жидкости) превращается в

ультразвуковую.

Исследование эффективности способа нагнетания воды в угольный массив с использованием ультразвуковых: колебаний проводилось на ряде шахт Кузбасса. Нагнетание воды в пласт осуществлялось через шпуры с помощью насосной установки УНВ-2, гидрозатвора ГУ-3 и гидрозатвора с гидравлическим преобразователем. Для сопоставления результатов исследований параметры нагнетания воды в пласты при обоих способах профилактической обработки угольного массива были приняты одинаковыми. Были получены результаты, что влажность угля после нагнетания воды в пласт с использованием ультразвуковых колебаний в среднем на 0,5% выше, чем при одном напорном увлажнении. При этом угольный пласт после его насыщения водой под давлением с использованием ультразвуковых колебаний увлажняется более равномерно.

Выводы: Подача жидкости в импульсном режиме при предварительном увлажнении угольного массива с усилением импульсов давления устройствами, установленными в скважине на герметизаторе; применение регулируемой нагнетательно-импульсная установки типа УНИ на базе быстроходной насосной установки; регулирование параметров насосной установки с помощью воздействия на всасывающую магистраль установки; управление процессом нагнетания с помощью гидравлической следящей системы, поддерживающей постоянное рабочее давление; использование растворов эмульсий, смачивателей типа ДБ, Эльфор и др.; а также нагнетание воды в пласт с использованием ультразвуковых колебаний ведет к повышению эффективности увлажнения угольных пластов.

Список использованной литературы:

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах, утв. приказом Ростехнадзора от 19.11.2013г №550.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по борьбе с пылью в угольных шахтах», утв. приказом Ростехнадзора от 14.10.2014 №462.
3. ГОСТ Р 54776-2011 Оборудование и средства по предупреждению и локализации взрывов пылевоздушных смесей в угольных шахтах, опасных по газу и пыли.
4. Способы и средства предупреждения самовозгорания угля в шахтах. Сборник научных трудов. Кемерово, 1988г.