

УДК 622.807.4.(088.8)

к.т.н. Степанов Е.И.,  
к.т.н. Петров А.Г.,  
к. психол.н. Аверишин А.А.  
(СУНИГОТ ЛГУ им. В. Даля, Стаханов, ЛНР,  
ewg.stepanov2013@yandex.ru)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ В ЛАВЕ УВЛАЖНЕНИЕМ УГОЛЬНОГО МАССИВА

*Для пылеподавления в лаве увлажнением угольного массива предложено новое технологическое оборудование. Нагнетание воды в массив через забойные шпуров осуществляется гидропреобразователями с электрическим управлением перемещения плунжеров. Источником воды и потребляемой энергии является пожарно-оросительная магистраль шахты. В забойные шпуров после нагнетания в угольный массив воды помещают ампулы с жидкостью, разрушение которых в процессе выемки угля повышает эффективность пылеподавления.*

**Ключевые слова:** пылеподавление, угольный массив, забойные шпуров, увлажнение, гидропреобразователи, плунжеры, ампулы с водой.

**Актуальность проблемы.** При выемке угля происходит интенсивное пылеобразование, в связи с чем ухудшаются санитарно-гигиенические условия труда рабочих в очистном забое и повышается риск профессиональных заболеваний. Материалы обследования очистных забоев угольных шахт свидетельствуют о том, что, несмотря на достигнутые успехи в области пылеподавления, остаточная запыленность в лаве еще во много раз превышает предельно допустимые нормы [1, 2].

Снижение запыленности воздуха в лаве до уровня предельно допустимых концентраций возможно при комплексном применении различных способов предотвращения образования и снижения выделения пыли, а также обеспыливания рудничной атмосферы. Если разрабатываемые пласты опасны по пыли, газу и внезапным выбросам, то перед выемкой угля дополнительно осуществляется увлажнение-насыщение жидкостью угольного массива.

Увеличение глубины залегания разрабатываемых пластов приводит к тому, что даже безопасные пласты перестают быть таковыми. При этом предварительное увлажнение может стать обязательным и неотъемлемым мероприятием технологической цепи выемки полезного ископаемого [3, 4].

В отличие от большинства других методов борьбы с угольной пылью, которые направлены на её улавливание и связывание, предварительное насыщение жидкостью позволяет изначально уменьшить пылеобразование благодаря повышению влажности и смачиванию пыли.

Наиболее технологичным и приемлемым почти во всех геологических и технических условиях ведения горных работ является способ нагнетания жидкости в угольный массив через короткие шпуров из забоя лавы [5, 6].

К недостаткам способа следует отнести, как показывает практика [5], сложность технологического оборудования, крайне неравномерное распределение нагнетаемой увлажняющей жидкости в угольном массиве вокруг шпуров. Это приводит к снижению эффективности пылеподавления. Для улучшения качества увлажнения массива приходится увеличивать давление нагнетания и количество нагнетаемой жидкости, которое сложно дозировать. Естественное в этом случае стекание жидкости под действием сил тяжести к почве пласта, ее скапливание и просачивание в рабочее пространство лавы приводят к ухудшению санитарно-гигиенических условий труда (переувлажнению рабочего пространства), налипанию

мелких фракций разрушенного угля на очистное оборудование (заштыбовке его подвижных элементов), чрезмерному расходу жидкости и т.д.

Таким образом, наиболее перспективный способ предварительного увлажнения угольного массива путем нагнетания жидкости через забойные шпуров и необходимое для его реализации оборудование нуждаются в дальнейшем совершенствовании.

**Анализ публикаций.** Существующая система нагнетания жидкости в угольный массив пласта для его увлажнения включает в себя высоконапорный гидронасос с приводом, регулируемую и предохраняющую гидроаппаратуру, гибкие гидромагистрали низкого и высокого давления, вспомогательные устройства и приспособления [3, 5, 7, 8].

Необходимость обеспечения высокого до 20...40 МПа давления при нагнетании воды в пласт требует применения мощных гидронасосов с большими габаритами, неприемлемыми в стесненных условиях очистного забоя.

В случае размещения гидронасоса в подлавной выработке возникает необходимость в протяженной, находящейся под высоким (опасным) давлением гидромагистрали в лаве. В случае же применения гидронасоса, перемещаемого по лаве от шпура к шпуру, возникают проблемы, особенно на тонких пластах, с подтягиванием, укладкой и защитой силового кабеля, питающего электропривод гидронасоса, или трубопровода в случае пневмопривода.

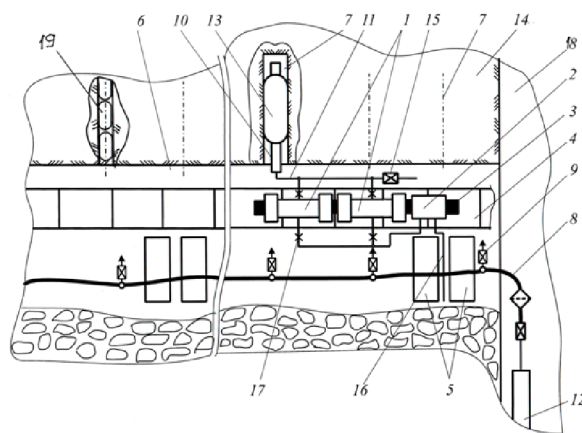
Очевидно, для увлажнения угольного массива через короткие (забойные) шпуров необходимо создать компактные мобильные технические средства нагнетания воды в угольный массив с безопасным приводом и коммуникациями, не требующими специального взрыво-искробезопасного исполнения.

**Формулирование цели.** Цель исследования – разработка технических решений по совершенствованию технологического оборудования для предварительного увлажнения угольного массива через забой-

ные шпуров и повышения эффективности пылеподавления в очистном забое.

**Изложение основного материала.** На кафедре горной электромеханики и транспортных систем Стахановского учебно-научного института горных и образовательных технологий ЛГУ им. В. Даля проведены исследования, по результатам которых предложены технологическая схема нагнетания жидкости в угольный массив (рисунок 1) с применением гидропреобразователей, структурно-гидравлическая схема подключения гидропреобразователей (рисунок 2) и соответствующая технологическая оснастка. Техническое решение конструктивного исполнения гидропреобразователя защищено патентом Украины [9]. Нумерация обозначений в схемах одна и та же.

Согласно технологической схеме после обустройства очистного забоя 6 лавы шпуров 7 на глубину зоны разгрузки призабойной части угольного массива 14 пласта



- 1 - гидропреобразователь; 2 - электрогидрораспределитель; 3 - кронштейн; 4 - конвейер лавы; 5 - секции механизированной крепи; 6 - линия очистного забоя; 7 - шпуров; 8 - гибкий трубопровод; 9 - краны; 10 - полая штанга; 11 - гибкий трубопровод высокого давления; 12 - пожарно-оросительный трубопровод; 13 - герметизатор; 14 - угольный массив; 15 - кран сброса давления; 16 - шланг сброса жидкости; 17 - обратные клапаны; 18 - подготовительная выработка; 19 - эластичные ампулы.

Рисунок 1 – Технологическая схема нагнетания жидкости в массив угля

гидропреобразователи 1 с электрогидрораспределителем 2 закрепляются на кронштейне 3 и перемещаются вдоль линии очистного забоя 6. Кронштейн 3 перемещается от шпура к шпуру по ставу конвейера 4 лавы, оборудованной секциями 5 механизированной крепи, или в рабочем пространстве между гидростойками секций 5. Гидропреобразователи 1 с электрогидрораспределителем 2 поочередно подключаются к гибкому трубопроводу 8 через краны 9 со стороны низкого давления и к штангам 10 через гибкий трубопровод 11 со стороны высокого давления. Открывается кран 9, и с пожарно-оросительного трубопровода 12 гидропреобразователями 1 через гибкий трубопровод 11, штангу 10 и загерметизированный герметизатор 13 шпур 7 в угольный массив 14 нагнетается жидкость. Давление нагнетаемой жидкости составляет 20 МПа; время нагнетания 5-10 мин.; расход жидкости на шпур 15-25 л. Для сброса давления открывается кран 15, что позволяет отключиться от трубопровода 8 и штанги 10 шпура. Кронштейн с гидропреобразователями перемещается к другому шпуру.

Процесс нагнетания воды под давлением в угольный массив и принцип работы гидропреобразователей можно представить из анализа структурно-гидравлической схемы (рис. 2.).

Жидкость под давлением порядка 0,6-0,8 МПа поступает из трубопровода 12 через электрогидрораспределитель 2 в полости большого диаметра 20 нижнего гидропреобразователя 1.

Под действием воды плунжеры сдвигаются, жидкость из штоковой полости 21 гидропреобразователя 1 свободно сливается (сбрасывается) в дренаж через трубопровод 16, а из полости малого диаметра 22 под давлением поступает через обратный клапан 17, трубопровод 11 и штангу 10 в шпур 7, а затем и в угольный массив. После истощения хода плунжера и переключения электрогидрораспределителя 2 жидкость под давлением подается в полость 21, а из полости 20 дренажируется, т. е. осуществляет-

ся холостой ход плунжера. После этого рабочий цикл повторяется. Работа верхнего гидропреобразователя 1 осуществляется аналогично.

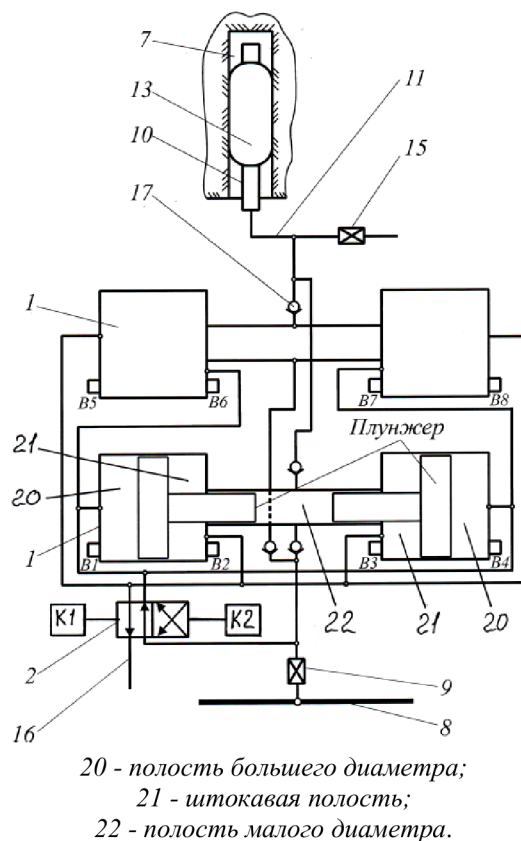


Рисунок 2 – Структурно-гидравлическая схема подключения гидропреобразователей

Переключение электрогидрораспределителя 2 осуществляется посредством электромагнитных приводов К1 и К2, работа которых синхронизирована с работой гидропреобразователей. Мощность электромагнитного привода при номинальном напряжении источника постоянного тока 12 В, составляет 4 Вт.

Электромагнитный привод К1 включается при замыкании контактов игольчатых концевых выключателей В6, В7, В1, В4, а электромагнитный привод К2 – при замыкании контактов В2, В3, В5, В8.

Нагнетание жидкости в пласт каждым гидропреобразователем 1 и рабочий ход его плунжеров прекращаются при достижении равенства  $F_1 = F_2$  где  $F_1, F_2$  – силы,

давления в полостях 20 и 22. Максимальное давление жидкости в шпуре 7 зависит от конструктивно-технологических параметров системы (величины давления в пожарно-оросительном трубопроводе, размеров площадей торцевых поверхностей плунжеров, состояния гибкого трубопровода высокого давления и пр.). Например, при размерах площадей большей торцевой поверхности плунжера, равной  $0,07 \text{ м}^2$ , и меньшей –  $0,002 \text{ м}^2$ , максимальное давление нагнетания составляет 28 МПа. При давлении нагнетания порядка 15-20 МПа и ходе плунжера 0,25 м подача достигает 14 л/мин.

Дозированная и контролируемая подача воды в угольный массив позволяет избежать его перенасыщения нагнетаемой жидкостью и последующего переувлажнения рабочего пространства лавы. Для компенсации недостающего количества воды, необходимого для смачивания отбитого угля, после окончания процесса нагнетания её в угольный массив 14 на всю глубину забойных шпуров 7 помещаются эластичные ампулы 19 с жидкостью. Очистной комбайн при работе в забое разрушает эластичные ампулы, осуществляя таким

образом дополнительное увлажнение отбитого угля.

Таким образом, к достоинствам разработанного устройства нагнетания воды в пласт угля следует отнести: 1) компактность, 2) мобильность, 3) отсутствие электромеханического привода и, следовательно, полную искро-взрывобезопасность, 4) простоту компоновки технологической оснастки, 5) повышение безопасности и сокращение времени проведения предварительного увлажнения, 6) дозированную и контролируемую подачу жидкости.

**Выводы и направления дальнейших исследований.** Предлагаются новые технические решения при создании устройства для нагнетания жидкости в массив угля на основе работающих от пожарно-оросительной магистрали шахты гидропреобразователей с электрическим управлением перемещения плунжеров. Эффективность пылеподавления может быть достигнута в результате рационального сочетания количества жидкости, нагнетаемой в пласт, и жидкости, депонированной в ампулах для дополнительного орошения при их разрушении исполнительным органом комбайна в процессе выемки угля.

### Библиографический список

1. Державні санітарні правила та норми. Підприємства вугільної промисловості: ДСП 3. 3. 1. 095 – 2002. — К., 2003.
2. Положення про порядок розслідування і ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві. Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10. 0–1. –10. — К., 2010.
3. Олифиренко А.И. Насосная установка для борьбы с газодинамическими явлениями / А.И. Олифиренко, С.В. Никитин // Уголь Украины. — 2007. — №11. — С. 26–28.
4. Зборищик М.П. Предотвращение притоков метана в призабойное пространство высоконагруженных лав / М.П. Зборищик // Уголь Украины. — 2012. — №12. — С. 11–16.
5. Мхатвари Т.Я. Оптимизация параметров и технологии гидрорыхления угольных пластов / Т.Я. Мхатвари, А.А. Потапенко, С. П. Минеев // Уголь Украины. — 2014. — №4 — С. 25–28.
6. А. с. 614238 СССР, МКИ E21F 5/02. Способ предварительного увлажнения призабойной зоны разрабатываемого пласта / Ю.И. Шумко, Ю.В. Деев. — Опубл. 05.07.78, Бюл. №25.
7. Иверовский Е.Н. Насосные станции механизированных угледобывающих комплексов / Е.Н. Иверовский // Уголь Украины. — 2007. — № 4. — С. 19–20.
8. Степанов Е.И. Конструктивно-гидравлическая схема гидростанции для механизированных крепей / Е.И. Степанов, А.А. Амирахов, А.А. Рогов // Уголь Украины. — 2010. — №2. — С. 17–18.

9. Пат. 54776 Україна, МПК E21D 23/16. Гідросистема секції механізованого кріплення /Авершин А.О., Тугай В.В., Амірахов А.А., Степанов Є.І.; заявник і патентовласник УПА. — №и2010 05651; заявл. 11.05.2010; опубл. 25.11.2010, Бюл. №2.

**Рекомендована к печати д.т.н., проф. Дон ГТУ Корнеевым С.В., к.т.н., приват - проф. СУНИГОТ ЛГУ им. В. Даля Кузьмичом А.К.**

*Статья поступила в редакцию 21.04.16.*

**к.т.н. Степанов Є.І., к.т.н. Петров О.Г., к.психол.н. Авершин А.О. (СНИГОТ ЛДУ ім. В. Даля, м. Стаханов, ЛНР).**

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ ПИЛОЗАГЛУШЕННЯ У ЛАВІ ЗВОЛОЖЕННЯМ ВУГІЛЬНОГО МАСИВУ**

Для пилозаглушення у лаві зволоженням вугільного масиву запропоновано нове технологічне обладнання. Нагнітання води в масив через забійні шпури здійснюється гідроперетворювачами з електричним управлінням переміщення плунжерів. Джерелом води і споживаної енергії є пожежно-зрошувальна магістраль шахти. У забійні шпури після нагнітання у вугільний масив води поміщають ампули з рідиною, руйнування яких в процесі виймання вугілля підвищує ефективність пилопригнічення.

**Ключові слова:** пилопригнічення, вугільний масив, забійні шпури, зволоження, гідроперетворювачі, плунжери, ампули з водою.

**PhD in Engineering Stepanov E.I., PhD in Engineering Petrov A.G., PhD in Psychology Aver-shin A.A. (Stakhanov Educational and Scientific Institute of Mining and Educational Technology affiliated with Dalia Lugansk State University, Stakhanov, LPR).**

### **IMPROVEMENT OF MINE DUST CONTROL EQUIPMENT IN A WALL BY MOISTENING A COAL MASSIF**

For dust control in a wall by moistening a coal massif new mining equipment is proposed. Hydraulic transformers with shifting electrical control pistons supply water through blast holes. Fire and irrigating main line has been a source of water and consumed energy. After water has been pumped into coal massif the ampoules with water are put into blast holes, which destruction within the process of coal production increases the efficiency of dust control.

**Key words:** dust control, coal massif, blast holes, moistening, hydraulic transformers, pistons, ampoules with water.