

УДК 622.232.83.054.52

Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ ДЛЯ РЕВЕРСИВНЫХ КОРОНОК ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ

Проведение выработок комбайновым способом сопровождается повышенной запыленностью воздуха в призабойном пространстве, возможностью газовой выделения из породных обнажений. Основными источниками пылевых выделений при проходке выработок комбайнами являются [1]:

- процесс резания породы и угля рабочим органом;
- погрузка, перегрузка и транспортирование горной массы;
- вторичное завихрение осевшей пыли.

Дальнейшее распространение комбайнового способа проведения выработок во многом зависит от эффективности борьбы с пылью. Запыленность воздуха в проходческом забое при отсутствии специальных средств пылеподавления достигает 2000–3000 мг/м³ и более, что недопустимо для нормальных условий работы обслуживающего персонала и оборудования. Кроме того, интенсивное пылеобразование при работе по углю значительно повышает опасность ведения работ в условиях шахт, опасных по пыли. Интенсивность пылеобразования и запыленность воздуха зависят от следующих факторов: физико-механических свойств угля и пород, способа разрушения забоя, скорости проведения выработки, способа погрузки и применяемых средств доставки разрушенной горной массы, эффективности применяемой системы проветривания забоя и средств пылеподавления.

Более 95 % от всего комбайнового парка составляют комбайны со стреловидным исполнительным органом [2]. Для комбайнов этого типа характерно значительное измельчение отбиваемой горной массы, сопровождаемое высокой запыленностью воздуха, которая без средств борьбы с пылью может достигать 5000 мг/м³ и более. При этом следует отметить, что запыленность воздуха из года в год возрастает, что обуславливается рядом факторов, а именно:

- интенсификацией проведения подготовительных выработок за счет применения высокопроизводительных комбайнов;
- переходом горных работ на более глубокие горизонты, в связи с чем уменьшается в первую очередь естественная влажность угольных пластов, увеличиваются горное давление и газовойделение;
- высокой скоростью резания массива (более 2 м/с), а также применением комбайнов в породах с коэффициентом крепости более $f = 6$, что способствует возрастанию опасности фрикционного воспламенения метана (ФВМ) [3].

Только в последнее время горение метановоздушной смеси от фрикционного трения было зарегистрировано на таких шахтах Кузнецкого угольного бассейна как «Алардинская», «Шушталепская», «Усинская», «Распадская», «Карагайлинская», «Березовская», «Первомайская».

Система пылеподавления проходческого комбайна служит для орошения мест пылеобразования при разрушении забоя и перегрузке отбитой горной массы, а также для предотвращения всплеск метана от фрикционного искрения. Она состоит из подсистемы внутреннего орошения с подачей воды в зону разрушения, дополненной подсистемой внешнего орошения. В системе внутреннего орошения вода подается в камеру водопередающего устройства и далее в канал вала стрелы. Из вала стрелы вода попадает в водяную камеру внутри коронки и далее к форсункам, установленным на корпусе коронки. Система внешнего орошения обычно состоит из нескольких оросителей, расположенных в передней части корпуса исполнительного органа. На каждый ороситель устанавливаются несколько форсунок. Включение внешнего орошения производится тем же краном, что и для внутреннего.

Для орошения в отечественных комбайнах применяется вода по ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая». При отсутствии или недостатке в районе шахты воды питьевого качества, по согласованию с органами санитарного надзора разрешается использовать шахтную воду, при условии ее очистки от механических примесей. В систему пылеподавления вода подается либо от противопожарно-производственного водопровода в выработке, если там давление в пределах 1,6–2,5 МПа, либо от насосной установки, которая обеспечивает показания манометра у пульта системы 1,6–1,65 МПа при расходе 5–8 л/с.

Для повышения эффективности пылеподавления при работе проходческого комбайна со стреловидным исполнительным органом на кафедре горных машин и комплексов КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева совместно с производственниками ОАО «СУЭК-Кузбасс» разработаны технические решения [4, 5], позволяющие оригинальным двухкорончатый исполнительным органом совмещать процессы разрушения забойных массивов, погрузки разрушенной горной массы, дробления негабаритов и пылеподавления.

Устройство пылеподавления (рис. 1) содержит трехгранную призму 1, жестко закрепленную на наружной поверхности разрушающе-погрузочной коронки 2 и трехгранную крышку 3 с технологи-

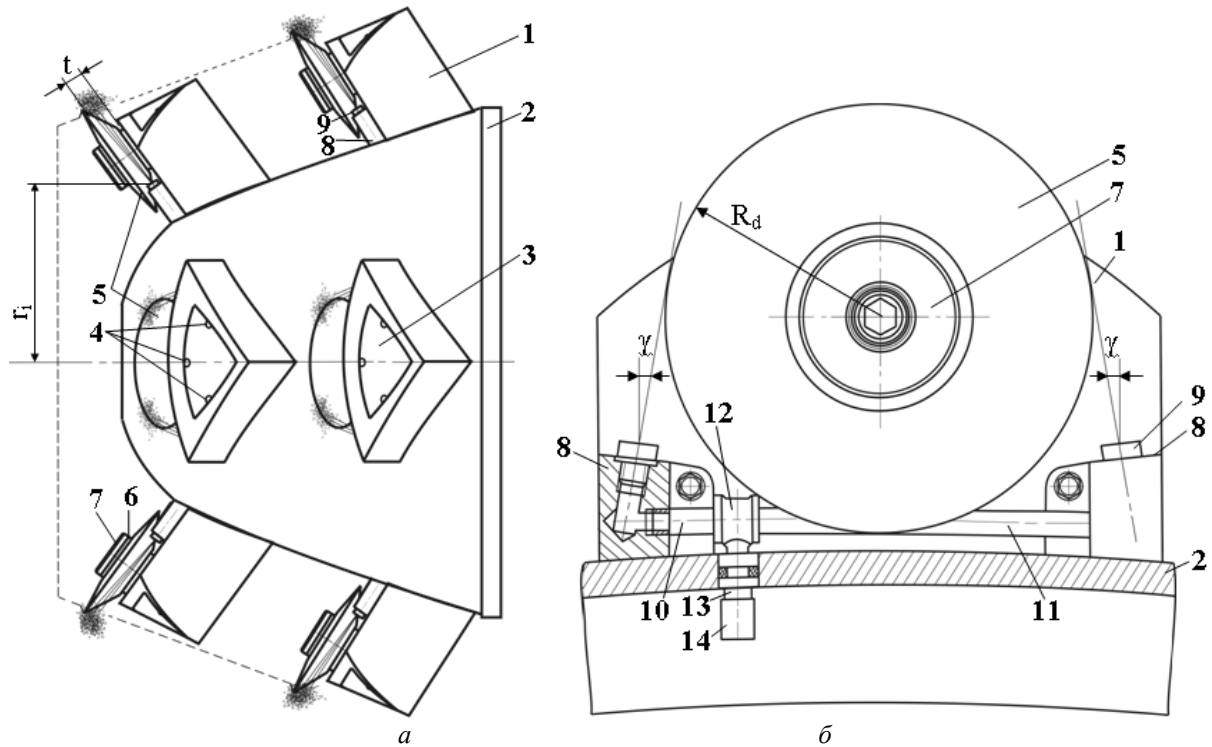


Рис. 1. Реверсивная коронка проходческого комбайна с дисковым инструментом:
а – общий вид коронки; б – схема формирования струй системы пылеподавления

ческими камерами-канавками 4. Дисковый инструмент 5 установлен с возможностью вращения на цапфе-штулке с дистанционными торцевыми шайбами 6, зафиксированными в осевом направлении внутренней торцевой поверхностью упорного буртика 7.

На поверхности внешней забойной грани трехгранной призмы 1 размещены две бонки 8. На верхней поверхности каждой бонки 8 установлены форсунки 9 под углом атаки γ . Выходные сопла форсунок 9 размещены на радиусе r_1 относительно оси вращения разрушающе-погрузочной коронки 2 в плоскости параллельной плоскости забойной грани трехгранной призмы 1 внутри пространства, ограниченного расстоянием t . При этом оси выходных сопел форсунок 9 расположены в плоскости, пересекающей обод дискового инструмента 5 с кольцевой режущей кромкой по сегменту, хорда которого удалена от оси вращения дискового инструмента 5 на $4/5$ его радиуса R_d .

Патрубки 10 и 11 присоединены к бонкам 8, и между собой соединены тройником 12, который в свою очередь присоединен к ниппелю 13 с обратным клапаном 14.

На рис. 2 представлено расположение и устройство узлов крепления дискового инструмента, трехгранной крышки и элементов системы пылеподавления.

Узел крепления дискового инструмента (рис. 2, а) обеспечивает полное расположение диска 5, торцевых шайб 6 и частичное расположение оси 7 с буртиком, шпоночного соединения 23 и цапфы-штулки 24 перед передней забойной гранью трехгранной призмы 1 на корпусе реверсивной коронки 2.

Механизм фиксации собранного узла крепления дискового инструмента размещен во внутреннем пространстве трехгранной призмы 1 и содержит гайку 21 с шайбой-фиксатором 22, размещенных на резьбовом конце оси 7. Для защиты внутреннего пространства трехгранной призмы 1 от продуктов разрушения, используется оригинальный узел крепления в виде трехгранной крышки 3 со сквозным отверстием 27 в стойке 26. В отверстии 27 входит цилиндрический хвостовик 19, который через резьбовое соединение 17 винта 18 с осью 7 фиксируют крышку 3. При этом полуцилиндрическим зевом перегородки 25 крышка 3 опирается на цилиндрическую поверхность неподвижной цапфы-штулки 24. Технологические камеры-канавки 4 облегчают процессы монтажа и демонтажа трехгранной крышки 3.

Расположение и устройство узлов крепления системы пылеподавления представлено на рис. 1, 2. Работа системы пылеподавления осуществляется следующим образом. Из общей гидравлической системы проходческого комбайна избирательного действия жидкость для пылеподавления под давлением подается в гидроразводку разрушающе-погрузочной коронки 2, далее по каналам под каждую трехгранную призму 1 через обратный клапан 14 и ниппель 13 на тройник 12. В тройнике 12 жидкость распределяется через патрубки 10 и 11 по каналам каждой бонки 8 к полостям форсунок 9. При выходе жидкости из сопел форсунок 9, формируется струя, охватывающая дисковый инструмент 5 с обеих сторон и осуществляется пылеподавление в рабочих зонах каждой трехгранной призмы 1 на разрушающе-погрузочной ко-

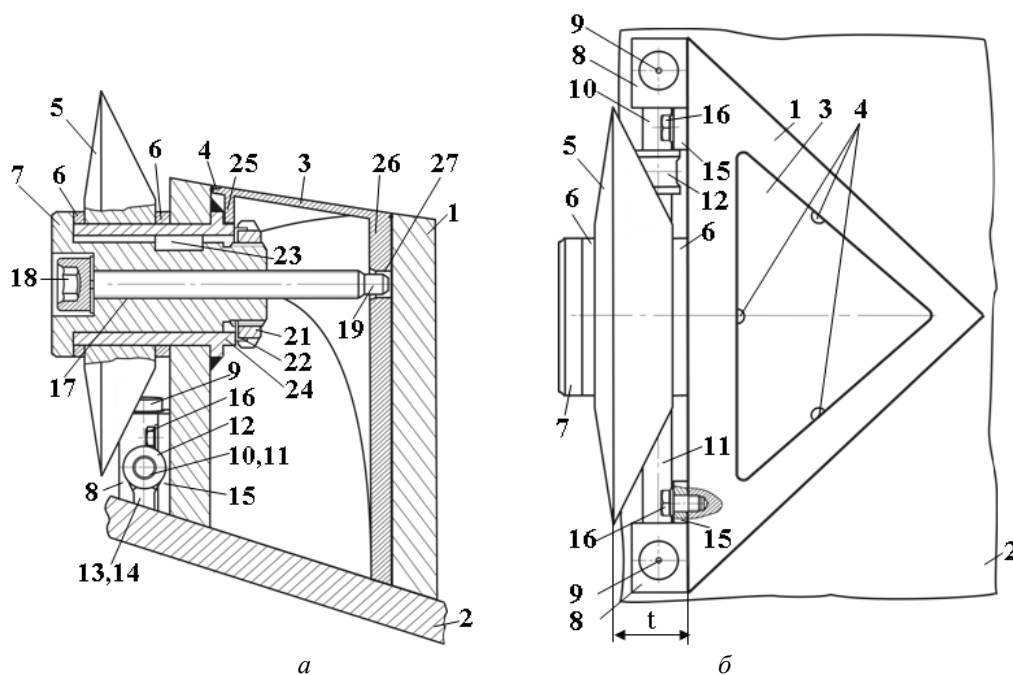


Рис. 2. Расположение и устройство узлов крепления:
а – дискового инструмента и крышки; б – системы пылеподавления

ронке 2 в процессе разрушения, дробления и погрузки горной массы.

При монтаже к поверхности внешней забойной грани трехгранной призмы 1 (рис. 2, а) болтами 16 крепятся две бонки 8 проушинами 15. Затем в отверстие корпуса разрушающе-погрузочной коронки 2 размещают основание тройника 12 с ниппелем 13, и обратным клапаном 14, который связан с гидроразводкой разрушающе-погрузочной коронки 2. С обеих сторон тройника 12 крепятся патрубki 10 и 11, обеспечивающие соединение с полостями форсунок 9 через каналы каждой бонки 8.

Исследованиями, выполненными в КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева установлено, что основным источником ФВМ является не инструмент, а его раскаленный след при разрушении крепких и абразивных пород. Температура лезвия дискового инструмента, лезвия которого при перекачивании периодически выходят из контакта с разрушаемым массивом, падает до уровня предотвращающего воспламенение метана. Сравнение реза и дискового инструмента в этом плане явно в пользу последнего и требует устранения заклинивания дискового инструмента в узлах крепления на исполнительном органе:

- при тепловыделении на контакте реза с горной породой вследствие трения скольжения след раскаляется до опасных температур (выше 650 °С). Наиболее яркая часть следа представляет собой высокотемпературный источник ФВМ [3]. При использовании дискового инструмента мы имеем дело с трением качения. Лезвие инструмента при перекачивании имеет возможность охлаждаться и вероятность ФВМ уменьшается;

- при разрушении породы дисковым инструментом, как показали результаты исследований [6], процесс скалывания преобладает над дроблением породы, что заметно снижает пылеобразование.

В результате исследований, выполненных в РФ и за рубежом, установлено, что наиболее надежная пылевзрывозащита достигается при подаче струи воды не на переднюю грань реза, не впереди реза, а наоборот, позади реза непосредственно на раскаленный след в горной породе. При этом более эффективны плоские струи воды, которые должны обладать следующими характеристиками: плотность и ширина струи в месте контакта реза с углем (породой); диаметр выходного отверстия насадки; давление воды перед насадкой; длина и диаметр начального участка водяных струй. Такие струи воды могут создаваться с помощью насадок, представленных на рис. 3 [7].

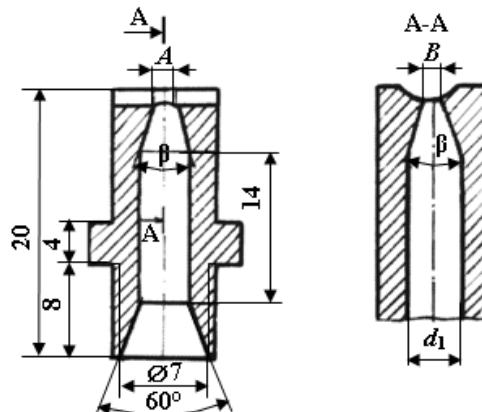


Рис. 3 Двухступенчатый профиль насадки с эллиптической формой выходного отверстия для формирования плоских струй воды

Таблица 1. Рациональные параметры насадки и факела плоских струй воды

Диаметр выходного отверстия насадки, мм	Длина большой оси эллипса, мм	Длина малой оси эллипса, мм	Ширина струи воды, мм
0,89	1,10	0,73	51,9
0,84	1,03	0,69	51,0
0,80	0,98	0,66	50,2
0,77	0,95	0,63	49,5
0,75	0,92	0,61	48,8
0,73	0,89	0,59	48,3
0,70	0,87	0,58	47,7
0,69	0,85	0,56	47,3
0,68	0,83	0,55	46,8
0,66	0,81	0,54	46,4
0,65	0,80	0,53	46,0
0,64	0,78	0,52	45,6

Рациональные параметры этих насадок при угле конусности насадки $\beta = 30^\circ$ приведены в табл. 1.

В разработанном устройстве для пылеподавления предлагается устанавливать в бонки насадки с форсунками (рис. 3), которые обеспечивают формирование струи плоских струй воды эллиптической формы независимо от направления вращения коронки.

На основе результатов исследований [7] показано, что при изменении угла конусности β от 20° до 45° можно регулировать ширину факела. При этом однородность структуры факела сохраняется на расстояниях до 400 мм.

Исследованиями, выполненными в КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева, научно обоснованы рациональные геометрические параметры дискового инструмента коронок стреловидных исполнительных органов проходческих комбайнов. В разработанной конструкции устройства пылеподавления эти параметры увязаны с параметрами форсунок, что позволяет обеспечить эффективное пылеподавление.

Рекомендуемой областью применения предлагаемого устройства пылеподавления для дискового инструмента на трехгранной призме являются исполнительные органы проходческих комбайнов избирательного действия как с одиночной радиальной реверсивной коронкой, так и со сдвоенными параллельно-осевыми реверсивными радиальными коронками.

Выводы

Установлено, что применение дискового инструмента на реверсивных коронках с трехгранными призмами позволяет использовать унифици-

рованный инструмент для исполнительных органов проходческих комбайнов с широким диапазоном по прочности разрушаемых забойных массивов от угольных до породных.

Предложено техническое решение, которое обеспечивает одинаковые условия пылеподавления независимо от направления вращения коронок, уменьшает расход рабочей жидкости и создает более комфортные условия труда для обслуживающего персонала.

Рекомендовано применение дискового инструмента вместо резцов, что позволяет заменить трение скольжения инструмента по поверхности разрушения забоя на трение качения, снизить тепловыделение на контакте лезвия инструмента с горной породой, уменьшить вероятность нагрева следа до опасных температур (выше 650°C).

Таким образом, представленное конструктивное исполнение устройства пылеподавления для дисковых инструмента на трехгранных призмах реверсивных радиальных коронок проходческих комбайнов избирательного действия позволит значительно снизить пылеобразование в процессе разрушения, дробления и погрузки горной массы.

Технические решения получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки РФ рег. № 01201456209 по теме "Исследование параметров технологий и техники для выбора и разработки инновационных технических решений по повышению эффективности эксплуатации выемочно-проходческих горных машин в Кузбассе".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шахтное и подземное строительство: Учеб. для вузов – 3-е изд., перераб. и доп.: В 2 т. / Б.А. Картозия, Б.И. Федунец, М.Н. Шуллер [и др.]. – М.: Изд-во МГГУ, 2003. – Т.1. – 732 с.
2. Тенденции формирования парка проходческих комбайнов на шахтах Кузбасса / Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Вестник КузГТУ, 2013. – № 2. – С. 14–16.
3. *Липин, Ю.И.* Фрикционное воспламенение пылеметановоздушных смесей и его предупреждение в угольных шахтах: дис. ... д-р техн. наук / Ю.И. Липин. – Кемерово, 2001. – 268 с.

4. Пат. 2455486 РФ : МПК Е 21 С 25/18, Е 21 С 27/24 (2006.01). Исполнительный орган проходческого комбайна / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Кузнецов В.В., Мухортиков С.Г. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО "Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева" (КузГТУ). – № 2010141881/03 ; заявл. 12.10.2010 ; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 19. – 14 с.

5. Пат. 138704 РФ : МПК Е 21 С 35/22, Е 21 F 5/04 (2006.01). Устройство пылеподавления для дискового инструмента на трехгранной призме / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Цехин А.М. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2013135405/03 ; заявл. 26.07.2013 ; опубл. 20.03.2014, Бюл. № 8. – 2 с.

6. *Нестеров, В.И.* Разрушение угольных и рудных пластов с твердыми включениями шнековыми рабочими органами: Монография / В.И. Нестеров, А.А. Хорешок, В.Н. Вернер, Ю.Г. Полкунов, В.В. Кузнецов, С.П. Кольцов, Ю.А. Лямин / ГУ Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2001. – 125 с.

7. *Байдинов, В.Н.* Обоснование параметров и разработка средств формирования водяных струй для систем высоконапорного орошения горных машин: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.Н. Байдинов. – М., 2010. – 28 с.

Авторы статьи:

Маметьев
Леонид Евгеньевич,
д.т.н., профессор каф. горных
машин и комплексов.
КузГТУ, тел. 8(3842) 39-
69-40

Хорешок
Алексей Алексеевич,
д.т.н., профессор, директор
Горного института. КузГТУ.
E-mail: haa.omit@kuzstu.ru

Цехин
Александр Михайлович,
к.т.н., доцент. каф. горных
машин и комплексов. Куз-
ГТУ, тел. 8(3842) 39-69-40

Борисов
Андрей Юрьевич,
ст. преподаватель каф.
горных машин и комплексов.
КузГТУ,
E-mail: bau.asp@rambler.ru