

УДК 622.807.24

С.А. Вамболь

Национальный университет гражданской защиты Украины

ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ПЫЛИ

Разработаны и исследованы распылительные устройства, которые могут быть использованы с целью подавления каменноугольной пыли. Выполнен анализ устройств по наилучшему качеству распыла в сочетании с дальностью. Разработана система подавления пыли, размещаемая на месте проведения погрузочно-разгрузочных работ с установленным в нем распылительным устройством. Конструкция позволяет изменять направление подачи распыленной струи воды на объект пылеподавления.

Ключевые слова:

Технологические операции погрузки и разгрузки угля, производимые в портах, крупных металлургических предприятиях, шахтах и т.д. сопряжены с образованием больших объемов запыленного воздуха. Наиболее простым и распространенным способом пылеподавления является водяное орошение, при котором пыль смачивается, за счет чего частицы утяжеляются, слипаются и быстро оседают [1-3]. Решение задачи подавления пыли в этих условиях сопряжено с необходимостью обеспечения эффективного осаждения пыли на больших площадях.

Для эффективного пылеподавления необходимо обеспечить тонкую однородную структуру распыла и в то же время большую дальность. Такая задача может быть решена путем оптимального выбора распылительного устройства. На основании предварительного анализа известных распылительных сопел было выбрано 3 типа устройств с целью последующей разработки и испытаний:

- 1) струйный центробежный однофазный распылитель;
- 2) распылитель с инъекцией воздуха из окружающей среды (водовоздушный эжектор);
- 3) двухфазный распылитель с использованием сжатого воздуха.

Однофазный распылитель является аналогом известных струйно-центробежных форсунок и наиболее простым и доступным устройством. Работы, проведенные в этом направлении в двигателестроении, показывают возможность обеспечения требуемых параметров для целей пылеподавления. Однако, сочетание таких параметров, как дисперсность распыла и дальность потребовало новых конструктивных решений. Для этого разработана новая конструкция однофазного струйно-центробежного распылителя.

На рис. 1 показана разработанная конструкция однофазного струйно-центробежного распылителя. Конструктивно распылитель состоит из цилиндрической части с наружным диаметром 38 мм, переходящей в конус, на конце которого устанавливаются сменные насадки различного диаметра. Такая конструкция распылителя позволяет более точно согласовать его с условиями работы на местности и скорректировать дальность струи и расход воды.

В цилиндрической части распылителя установлена вставка (завихритель) с центральным отверстием диаметром 6 мм и пазами, расположенными по образующей наклоненными к оси под определенным углом. Она предназначена для создания закрутки потока и увеличения диаметра конуса распыла и улучшения дисперсности.

При проведении испытаний глубина, ширина пазов и угол наклона варьировались с целью получения наиболее оптимальных параметров. Выбор центрального расположения завихрителя обусловлено необходимостью получения мелкодис-

персной структуры распыла в отличие от пожарных стволов, где они размещаются на конце конической части, однако нет необходимости в мелком распыле.

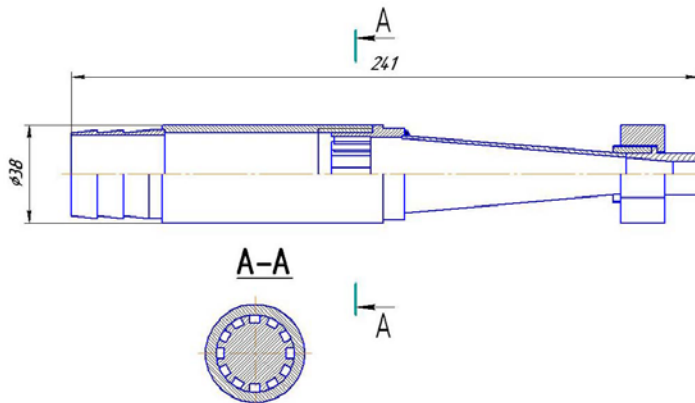


Рис. 1. Конструктивная схема однофазного – струйно-центробежного распылителя

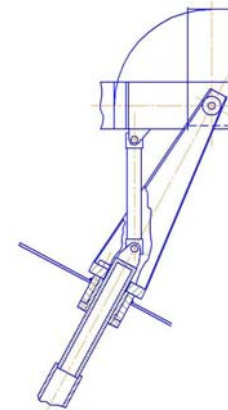


Рис. 2. Держатель распылительных устройств

Проведены испытания струйно-центробежного распылителя с различными конструкциями завихрителей и размерами выходного сопла. Для этого распылители устанавливались на держателе со штангой, которая дает возможность поворачивать распылитель по азимуту и по углу наклона к горизонту. Конструкция держателя приведена на рис. 2.

Испытания проводились при изменении следующих параметров: угол наклона периферийных каналов, диаметр выходного сопла и наличие завихрителя в центральном отверстии вставки. Диапазон изменения давления воды от 0,3 до 0,5 МПа. Наиболее характерные условия и значения варьируемых факторов приведены в таблице 1. Диаметр факела распыла измерялся на расстоянии 0,5 м от среза сопла.

Таблица 1 – Условия проведения испытаний

№ опыта	Диаметр сопла, мм	Угол наклона каналов, град	Наличие центр. завихрителя
1	11	4	нет
2	10	4	нет
3	12	4	нет
4	10	4	есть
5	10	6	есть
6	10	7	есть
7	10	9	есть
8	11	4	есть

Результаты испытаний приведены на рис. 3-5. Они показали хорошее качество распыла в варианте 2 при диаметре сопла 10 мм. В этом случае при минимальном расходе обеспечивается хорошая дальность и дисперсность. Также хорошие результаты получены в варианте 8 при установке пластины завихрителя в центральное отверстие и диаметре сопла 11 мм.

В результате проведенных испытаний был выбран струйно-центробежный распылитель с вставкой, имеющей центральное отверстие диаметром 6 мм с пластиной, закрученной относительно продольной оси. Периферийные каналы по образующей цилиндрической вставки имеют наклон 4° . Диаметр выходного сопла равен 10 и 11 мм. Данные конструктивные параметры струйно-центробежного рас-

пылителя обеспечивают требуемую дальность и достаточно мелкодисперсный распыл, что соответствует решению задачи пылеподавления.

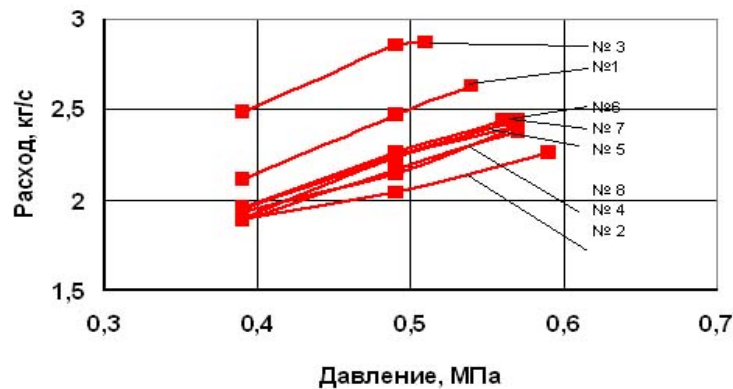


Рис. 3. Расходная характеристика

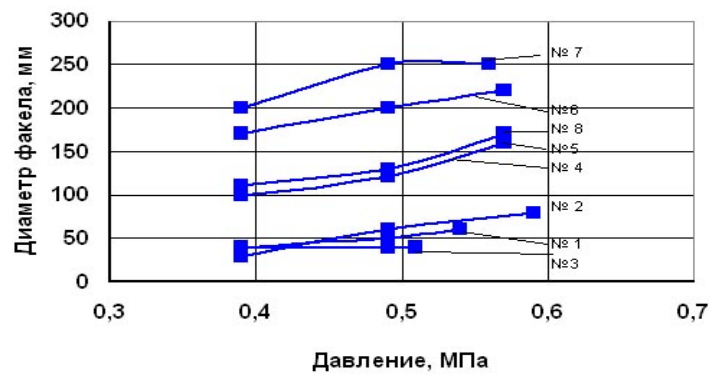


Рис. 4. Диаметр факела распыла

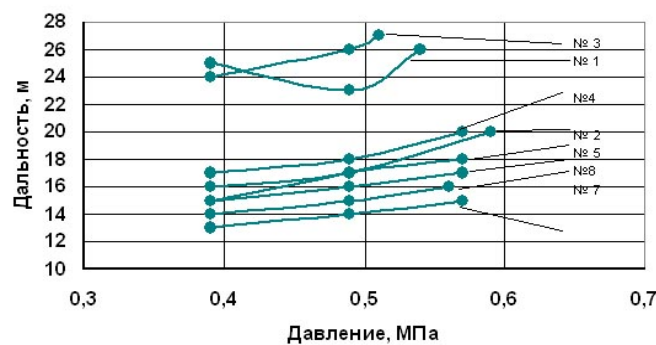


Рис. 5. Дальность распыла

Большие объемы запыленного воздуха, образующиеся при технологических операциях погрузки и разгрузки угля, требуют повышенного расхода воды и соответственно влияют на стоимость самого угля. Одним из таких способов уменьшения затрат воды является повышение интенсивности процесса разрушения струи путем применения второй среды – воздуха и снижения тем самым расхода воды. Для решения поставленной задачи был разработан и исследован водовоздушный

эжектор с центральным подводом воздуха. Разработана оригинальная конструкция водовоздушного эжектора, которая приведена на рис. 6.

Эжектор состоит из цилиндрической части с резьбовым штуцером для подключения шланга подачи воды. С другой стороны расположена камера смешения, имеющая коническую и последующую цилиндрическую части. Воздух из атмосферы инжектируется через тангенциально расположенные каналы в центральную камеру. Тангенциальный подвод воздуха предназначен для создания дополнительного импульса и закрутки потока инжектируемого воздуха в камере смешения с целью получения мелкодисперсной структуры распыла.

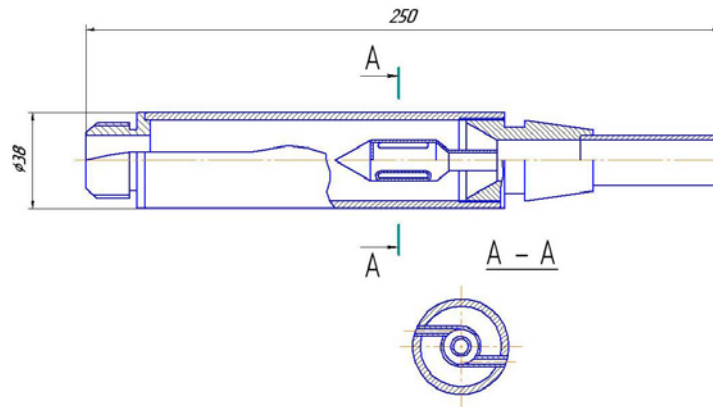


Рис. 6. Конструктивная схема водовоздушного эжектора

Испытания водовоздушного эжектора были направлены на определение оптимальных конструктивных размеров камеры смешения, сопла и их относительно-го расположения. В таблице 2 приведены условия проведения испытаний, на рис.7, 8 – их результаты.

Таблица 2 – Условия проведения испытаний эжектора

№ опыта	Внутр. диаметр сопла, мм	Нар. диаметр сопла, мм	Внутр. диаметр кам. смешения, мм
1	6	8	14
2	8	11	14
3	6	8	11,5

Результаты испытаний показали, что расход воды уменьшился по сравнению с струйно-центробежным распылителем, в то же время уменьшились дальность и диаметр конуса факела. Наилучшее качество распыла получено в варианте 3. При этом уменьшается расход воды, и дальность.

В целом эжектор позволил получить достаточно мелкие капли. Однако в процессе испытаний не удалось получить однородный размер распыливаемых капель и структуру струи. Это связано с большим различием плотностей взаимодействующих сред – воды и воздуха и незначительностью их взаимодействия, что не способствует эффективному разрушению струи.

Одним из способов повысить энергию второй среды и усилить ее воздействие на струю жидкости является принудительная подача ее в камеру смешения при повышенном давлении [4]. Увеличение плотности воздуха с повышением давления способствует разрушению струи.

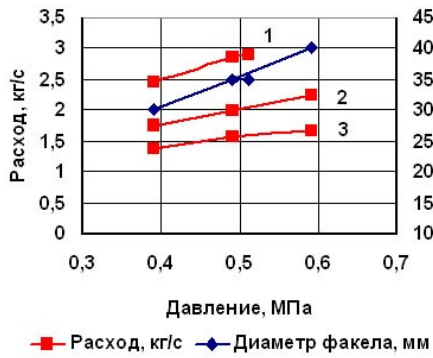


Рис. 7. Расходная характеристика эжектора

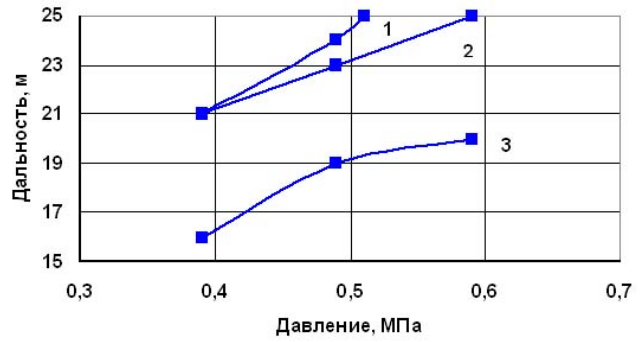


Рис. 8. Дальность распыла

С этой целью разработано двухфазное распылительное устройство, конструктивная схема которого показана на рис. 9.

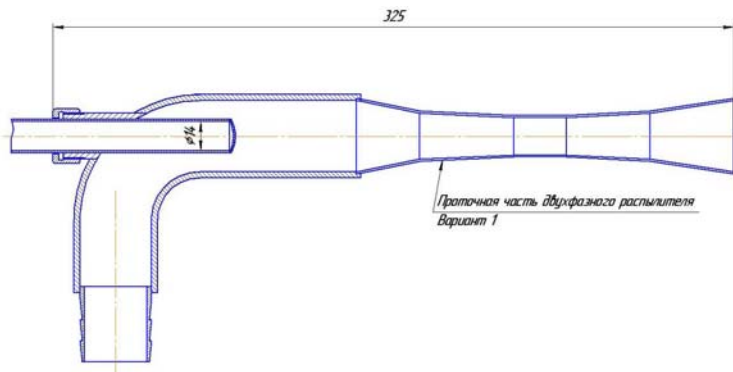
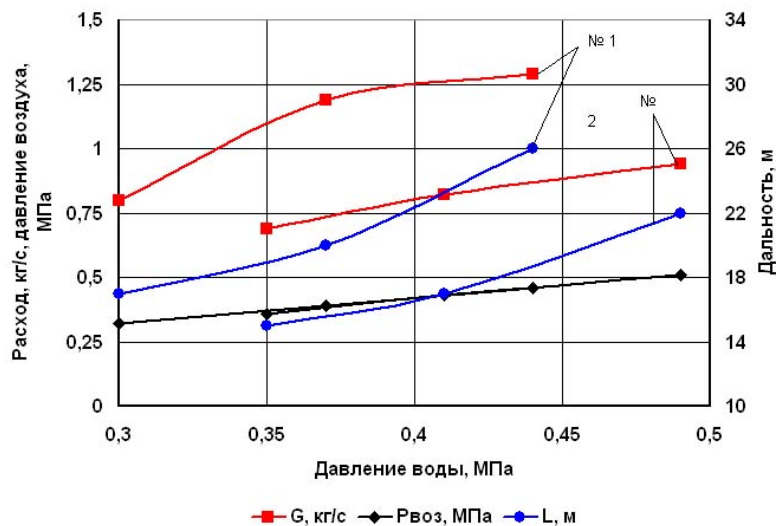


Рис. 9. Конструктивная схема двухфазного распылителя

Вода подается через трубопровод под давлением от 0,2 до 0,7 МПа. Через трубку диаметром 14 мм подается воздух от компрессора. Далее происходит смешение двух сред и формирование двухфазного потока в проточной части, образованной коническими и цилиндрическими поверхностями. Благодаря наличию потока воздуха с высоким давлением происходит аэродинамическое дробление струи и образование капель с мелкой структурой. Разработано и испытано 2 варианта

проточ-
тей



ных
хфазного

Рис. 10. Результаты испытаний двухфазного распылителя

распылителя, с различными углами конусности. Результаты испытаний приведены в графическом виде на рис. 10. В испытаниях давление воды и воздуха от компрессора изменялось в пределах от 0,3 до 0,5 МПа. На графике приняты следующие обозначения: G – расход воды, P_{воз} – давление воздуха, L – дальность струи.

Испытания двух вариантов проточных частей двухфазных распылителей показали хорошие результаты. Был получен тонкий распыл при большой дальности. При этом существенно уменьшился расход воды. При сравнении двух распылителей было выявлено, что распылитель, выполненный по первому варианту с меньшей конусностью, показывает лучшие параметры, чем распылитель с большими углами конуса распыла. В целом испытания показали хорошее качество распыла, большую дальность и малый расход воды. Испытания продемонстрировали возможность оптимизации размеров проточной части и перспективность такого метода распыла для подавления пыли. В то же этот способ распыла связан с увеличением энергопотребления, обусловленным необходимостью сжатия воздуха.

Таким образом, разработано и исследовано 3 типа распылительных устройств. Заложенные в них конструктивные доработки позволили создать устройства, которые могут быть использованы с целью подавления каменноугольной пыли. Из всех устройств наилучшее качество распыла в сочетании с дальностью показал распылитель с принудительной подачей воздуха. Однако он требует дополнительных затрат электроэнергии. Поэтому выбор того или иного устройства определяется конкретными условиями эксплуатации и энергопотреблением. Все разработанные устройства имеют свои преимущества и недостатки, вместе с тем они обеспечивают требуемые параметры для эффективного подавления каменноугольной пыли.

Кроме того, в результате работ разработана система подавления пыли, размещаемая на месте проведения погрузочно-разгрузочных работ с установленным в нем распылительным устройством. Конструкция позволяет изменять направление подачи распыленной струи воды на объект пылеподавления, как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости в ручном режиме. Эта конструкция может быть дополнена системой автоматического сканирования площади орошения.

Список литературы

1. Моделирование процесса пылеподавления при погрузке, разгрузке и транспортировке сыпучих материалов / Н.В. Кобрина, В.Е. Костюк, В.Н. Кобрин, С.А. Вамболь // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 48. – С. 248 -252.
2. Физические аспекты пылеподавления и распылительные устройства для их реализации / А.М. Ляшенко, Н.В. Нечипорук, Н.В. Кобрина, С.А. Вамболь // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 48. – С. 234-239.
3. Кобрина Н.В. Элементный состав пыли, как источника загрязнения атмосферного воздуха в мариупольском торговом порту / Н.В. Кобрина, С.А. Вамболь, О.А. Трухмаев // 10-а Міжвузівська науково-практична конференція “Можливості використання методів механіки для розв’язання питань безпеки в умовах надзвичайних ситуацій 9 грудня 2011”: тези доп. – Х.: Нац.ун-т.цивільного захисту України. – С. 51 - 52.
4. Ляшенко А.М. Разработка и испытание двухфазного распылителя с принудительной подачей воздуха для пылеподавления / А.М. Ляшенко, Н.В. Кобрина, С.А. Вамболь // Міжнародна науково-технічна конференція “Проблеми створення та забезпечення життєвого циклу авіаційної техніки 20-21 квітня 2011”: тези доп. – Х.: Нац.аэрокосм. ун-т “ХАІ”. – С. 82.

Надійшла до редакції 02.10.2012

Розроблено та досліджено пристрої що розпилюють, які можуть використовуватись з метою осадження кам'яновугільного пилу. Виконаний аналіз пристроїв по найкращій якості розпилу у поєднанні з дальністю. Розроблена система осадження пилу, що розміщується на місці проведення навантажувально-розвантажувальних робіт зі встановленим в ній пристроєм. Конструкція дозволяє змінювати напрям подачі розпорошеного струменя води на об'єкт осадження пилу.

Ключові слова:

Are developed and investigated atomizer devices which can be used for the purpose of suppression of a coal dust. The analysis of devices on the best quality atomizer in a combination to range is made. The system of suppression of the dust, placed on a venue of cargo handling works with established in it atomizer the device is developed. The design allows changing a direction of giving of the sprayed stream of water to object of a coal dust.