



ТРУБЧАТЫЙ ПЫЛЕОСАДИТЕЛЬ ДЛЯ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ С ОБРАЩЕНИЕМ ГОРЮЧЕЙ ПЫЛИ

А.В. Федоров, О.С. Калиев, Е.Г. Колесникова (Академия ГПС МЧС России)

Обосновывается актуальность задачи пылеулавливания на производстве. В качестве примера рассмотрены технологические процессы, связанные с обработкой магниевых сплавов. Для аспирации потоков пыли от операций механической обработки металлов предложен новый пылеуловитель, описан принцип его работы.

Ключевые слова: пылеулавливание, пыль, горючая пыль, взрывопожаробезопасность, производственные объекты, пылесадительная камера.

В соответствии со статистикой МЧС России за 12 мес. 2020 г. в РФ зарегистрировано 439100 пожаров (<https://www.mchs.gov.ru>), из которых более 570 произошли на производственных объектах. Было травмировано более 8,4 тыс. человек. Из-за неисправности производственного оборудования или нарушения технологического процесса производства произошло 76 пожаров. Остальные пожары на производственных объектах произошли по другим причинам: неосторожное обращение с огнем, аварийный режим работы электрического оборудования, нарушения правил пожарной безопасности при сварочных работах.

Целью исследования является: обеспечение пожарной безопасности на производственных объектах путем совершенствования мониторинга систем аспирации технологических операций, связанных с обращением с горючей пылью.

Борьба с производственной горючей пылью представляет одну из важнейших задач пожарной безопасности. Пыль является основной проблемой для многих отраслей промышленности: в горнодобывающей промышленности (добыча угля, металлических руд и др.), в производстве строительных материалов (огнеупорные изделия, кирпич, цемент), фарфора-фаянсовой, мукомольной промышленности, чугуно-медно-сталелитейных и других цехах металлургической и машиностроительной промышленности, в подготовительных и прядильных цехах текстильной промышленности, в сельском хозяйстве и др.

За последние несколько лет произошло множество взрывов и пожаров, связанных с выделением в процессе производства горючей пыли.

В апреле 2018 г. в г. Тревилю (Италия) произошел взрыв сушильной машины пищевых продуктах (<https://dustsafetyscience.com/grain-dryer-explosion-treviglio-italy>). В марте 2020 г. в г. Роуз Хилл (Северная Каролина) на

заводе по переработке пищевых отходов произошел взрыв в горячем цеху (<https://www.witn.com>). Во время взрыва на объекте находились подрядчики, и как стало потом известно, выполняли огневые работы. В апреле 2020 г. в штате Пенсильвания (США) на металлургическом сталелитейном заводе произошел взрыв горючей металлической пыли, а в следствии — пожар (<https://dustsafetyscience.com>). В мае 2020 г. произошел взрыв горючей металлической пыли на химическом реакторе в лаборатории компании, которая располагалась в г. Сосан (Южная Корея) (<https://dustsafetyscience.com>). В июне 2020 г. произошел взрыв древесной пыли на гранулированном заводе в г. Джэффри (штат Нью-Хэмпшир, США) (<https://www.ledgertranscript.com>). На этом же объекте имели место пожары, связанные с горючей пылью в октябре 2011 г. и мае 2019 г. Во всех случаях пострадали люди.

Ни один производственный процесс сегодня невозможно реализовать без таких технологических операций, как дробление и измельчение, напыление, окраска, перемешивание и дозирование, транспортировка, сушка, которые характеризуются образованием и обращением большого количества пыли. Очевидно, что пыль наносит огромный вред здоровью человека и окружающей среде, способна приводить к коррозии и выходу из строя оборудования и материалов, но самой негативной характеристикой пыли целого спектра веществ является способность взрываться в состоянии аэрозвеси и гореть в состоянии аэрогеля.

Одной из самых взрывоопасных металлических пылей является пыль сплавов, содержащих магний. Магниевые сплавы широко используются в современной технике, в первую очередь, благодаря низкой плотности, что позволяет существенно снизить вес изделий и конструкций. Например, разработанные в последние годы промышленные магниевые сплавы, содержащие литий,

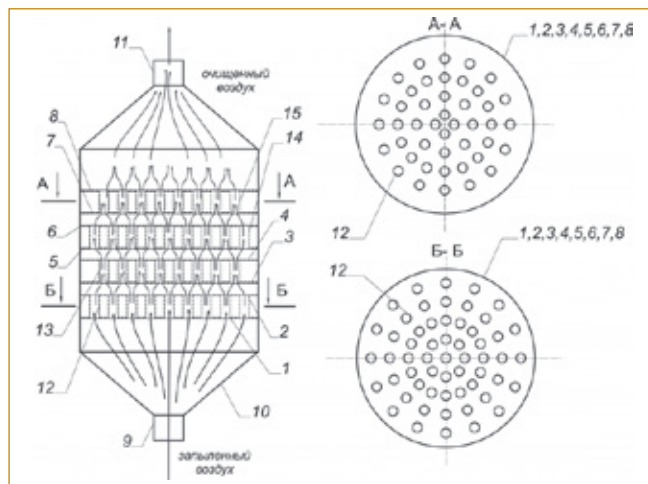


Рис. 1. Схема трубчатого пылесадителя, где 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 - перфорированные диски; 9 - входной патрубок; 10 - корпус; 11 - патрубок выхода очищенного газа; 12, 13, 14, 15 - трубки.

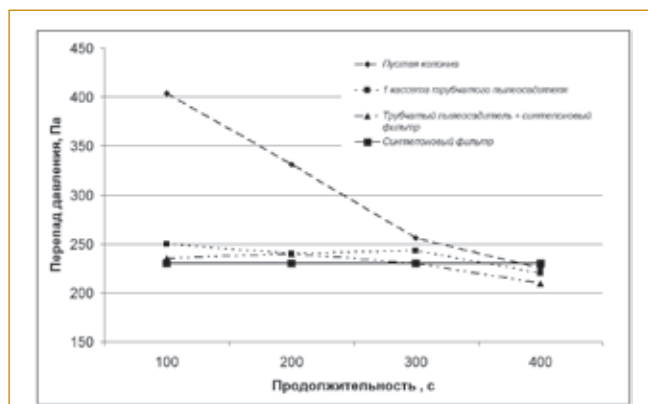


Рис. 2. Перепад давлений на различных пылеулавливающих устройствах

имеют плотность $1,35...1,6 \text{ г/см}^3$ при достаточно высоких прочностных свойствах и хорошем модуле упругости. Кроме того, сплавы магния химически устойчивы в щелочах, минеральных маслах, фторсодержащих газовых средах. Из-за высокого электрического потенциала эти сплавы используются в качестве протекторов при электрохимической защите стальных конструкций от коррозии в морской воде и подземных сооружениях.

По сравнению с алюминиевыми сплавами их преимущество заключается в легкости. Что касается обрабатываемости материалов, то необходимо учитывать такие факторы, как коррозия и воспламеняемость в случае использования магния. Несмотря на то, что магний можно обрабатывать без смазочных охлаждающих масел (СОЖ), опасность взрывов магниевой пыли настолько велика, что магний почти никогда не обрабатывают всухую.

В апреле 2013 г. произошел взрыв и пожар в помещении механической обработки магниевых сплавов ОАО «Редуктор ПМ», который привел к гибели двух работников предприятия (<https://www.mchs.gov.ru>). По результатам экспертной оценки устаревшая общеобменная приточно-вытяжная вентиляция не справлялась

с выведением взрывоопасной пыли. Концентрация взрывоопасной пыли в воздухе или в системе воздухопроводов достаточна для воспламенения или взрыва, а эксплуатация оборудования не предотвращает возможного возникновения искр, то есть источника зажигания. Отметим, что эксплуатация и техническое обслуживание систем вентиляции были организованы с нарушениями основных нормативных актов и внутренних руководящих документов.

Одним из главных требований с точки зрения пожарной безопасности к предприятиям, где образуются и обрабатываются горючие пыли, является обустройство и грамотная эксплуатация системы аспирации и правильный подбор пылеуловителя.

Аспирационная система, являясь, с одной стороны, средством снижения уровня пожарной опасности производственных помещений и оборудования, с другой стороны, является потенциальным источником этой опасности, так как именно в ней создаются условия для быстрого достижения нижнего концентрационного предела воспламенения пыли. Однако более безопасной альтернативы системам аспирации нет, поэтому целесообразно разработка таких рабочих узлов и параметров, которые позволили бы снизить уровень опасности.

Одним из ключевых элементов системы аспирации является пылеуловитель, в качестве которого может выступать циклон, осадительная камера, скруббер, фильтр, электрофильтр. Чаще всего в системах, работающих с горючей пылью, применяют циклоны и фильтры, причем предприятия предпочитают циклоны вследствие простоты конструкции, эксплуатации и дешевизны [1].

При решении вопроса о выборе пылеуловителя для аспирации потоков после механической обработки материалов со сплавами магния следует:

- 1) учесть требования пожарной безопасности по размещению пылеуловителя;
- 2) характеристики пылегазового потока, который кроме пыли может содержать аэрозоль СОЖ и водород;
- 3) необходимую степень очистки.

С учетом поставленных требований был разработан новый аппарат для пылеулавливания — трубчатый пылесадитель (рис. 1).

Трубчатый пылесадитель включает: цилиндрический корпус с нижним входным и верхним выходным патрубками, расположенными соосно, укрепленные в корпусе перфорированные диски, в каждой паре которых закреплены трубки.

Трубчатый пылесадитель работает следующим образом. Запыленный газ, поступает в устройство через нижний входной патрубок 9, подымается по трубкам 12, 13, 14, 15, закрепленными в перфорированных дисках 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Благодаря расположению трубок, укрепленных в каждой последующей паре перфорированных дисков, запыленный поток изгибается, частицы пыли активно соударяются со стенками трубок и друг другом, коагулируют и оседают. После чего очищенный воздух выходит через верхний выходной патрубок.

Основным недостатком представленного пылеуловителя является создаваемое гидравлическое сопротивление,

поэтому были проведены эксперименты с целью определения создаваемого перепада давления. Для проведения экспериментов были разработаны кассеты трубчатого пылеосадителя, которые были установлены в модульную фильтровальную установку [2]. Результаты замеров давления пустой модульной фильтровальной установки, синтетического фильтра и трубчатого пыле-осадителя представлены в виде графических зависимостей на рис. 2.

Как видно, общий перепад давлений через какое-то время снижается, а потом становится незначительно выше, чем перепад давлений в пустой колонне. При этом эффективность пылеулавливания составляет порядка 70% и может быть повышена за счет подбора диаметра трубок и числа трубок в кассете.

Таким образом, предложенный трубчатый пылеосадитель позволяет повысить качество очистки воздуха за счет коагуляции и укрупнения частиц, сэкономить производственные площади, увеличить ресурс работы фильтра в двухступенчатых системах пылеулавливания.

Список литературы

1. Ветошкин А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. — М.: Высш. шк. 2008. — 639 с.
2. Романюк Е. В. Совершенствование систем аспирации с использованием комбинированных фильтровальных структур: монография / Е. В. Романюк, Н. В. Пигловский, Ю. В. Красовицкий, Д. В. Каргашилов. — Воронеж, 2015. — 201 с.

Федоров Андрей Владимирович — д-р техн. наук, проф.,

Калиев Олег Сергеевич и Колесникова Елена Геннадьевна — адъюнкты факультета подготовки научно-педагогических кадров, Академии ГПС МЧС России.

E-mail: fedorov-ppa@yandex.ru olegkaliev95@yandex.ru elena.kolesnikova97@mail.ru

«Норникель» при поддержке КРОК запустил прототип корпоративного Озера данных

ИТ-компания КРОК совместно с экспертами Центра цифровых технологий и данных «Норникеля» разработала для группы компаний прототип корпоративного Data Lake. Теперь «Норникель» сможет минимизировать риски выхода продукции за технологические нормы и улучшить контроль за выполнением производственного плана, а также повысить эффективность Программы развития человеческого капитала. Озеро данных построено на базе Cloudera Data Platform.

В рамках пилота специалисты собрали в Data Lake показатели с технологических установок и HR-показатели. Блоки производства и HR были выбраны, чтобы оценить потенциал внедрения технологии в разные бизнес-функции. Прототип спроектирован как масштабируемая платформа и в перспективе позволит хранить и анализировать данные всей группы компаний, получая синергетический эффект при обогащении новыми данными существующих на предприятии цифровых моделей.

Одной из ключевых задач, стоящих перед металлургическими компаниями, является рост объемов производства и повышение качества продукции, в том числе с помощью контроля отклонений технологических показателей и своевременного реагирования на изменения технологического режима. Для этого на оборудовании был реализован мониторинг качества производственных данных и показателей техпроцесса в режиме, близком к «реальному времени». Ожидается, что в будущем это поможет снизить процент нарушений технологии и снять потребность в повторной переработке, позволит повысить скорость принятия решений и расширить воз-

можности оптимизации производственных процессов в будущем.

Дополнительно были проработаны бизнес-сценарии для других производственных процессов: повышение степени металлизации восстановительного обжига, качества флотационного разделения фанштейна (промежуточный продукт в пирометаллургической фазе получения никеля или меди) и др.

Развитие и вовлечение персонала — одна из наиболее важных целей, которые стоят перед любым предприятием. В эпоху цифровой трансформации и перехода к Industry 4.0 приоритетность этой цели определяет дальнейший успех компании. Использование Big Data в рамках HR-направления позволяет решить несколько ключевых задач, обеспечивает минимизацию рисков невыполнения производственной программы и оптимизацию затрат на анализ персональных траекторий развития. В будущем система также поможет решить задачу стратегического HR-планирования на всех предприятиях «Норникеля».

Прототип Data Lake в будущем может быть масштабирован до уровня Единой Цифровой Платформы. Цель масштабирования при этом состоит не только в объединении самых разных типов данных, но и в организации единой точки доступа ко всем Data Science и инструментам, основанным на технологии машинного обучения. Это позволит получать бизнес-эффекты с помощью объединения информации из всех систем предприятия, а также благодаря синергетической работе существующих и будущих сервисов: цифровых двойников, математических моделей, систем-советчиков и др.

[Http://croc.ru](http://croc.ru)