

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ПЫЛЕВОМУ ФАКТОРУ В КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ

Проблемы обеспечения безопасных условий труда по пылевому фактору на горных предприятиях угольной промышленности, цветной и черной металлургии достаточно широко освещены в периодической печати и многочисленных монографиях, тогда как результаты исследований по вопросам борьбы с пылью на калийных рудниках мало известны широкому кругу горно-технических работников.

Дан анализ запыленности рудничной атмосферы на рабочих местах при различных технологических процессах, вредного воздействия калийной пыли на организм рабочих; разработана система обеспечения безопасности по пылевому фактору; установлена эффективность работы системы при очистке воздушных потоков, пылевыведении при погрузке-перегрузке руды, при работе вибропитателя ВДПУ-4тм, при бурении шпуров и скважин, при работе комбайновых комплексов; сформулированы проблемы обеспечения безопасности по пылевому фактору в калийных рудниках и предложен путь их решения.

Issues of securing occupational safety with respect to the dusting factor at mining ventures of coal, ferrous and non-ferrous industries are well covered in periodical press and numerous monographs while the results of research in dust control at potash mines are not well-known to a wide range of mining engineers.

The article analyses dustiness of the mine atmosphere at working sites in different technological processes and describes adverse effects of dusting on miners' health. A safety system has been developed to control dust; efficiency of this safety system is described for airflow dusting, dust release during ore handling, in the ВДПУ-4тм vibratory feeder operation, in borehole and well drilling, in operation of combined cutter loader. Problems of dust control in potash mines have been formulated and possible ways of their solution have been outlined.

Внедрение новой техники и технологии при добыче калийных солей приводят к увеличению выделения в рудничную атмосферу пыли и других вредных компонентов. Концентрация пыли превышает ПДК в десятки и сотни раз, и составляет в воздухе рабочих зон очистных забоев 160-2000 мг/м³, проходческих забоев 280-2500 мг/м³, пунктов погрузки и перегрузки 300-2150 мг/м³, воздухоподающих выработок 13-100 мг/м³. Соляная пыль отрицательно действует на кожные покровы, слизистые оболочки дыхательных путей, легкие, желудочно-кишечный тракт, сердечно-сосудистую систему, вызывает прободения носовой перегородки, силикоз, туберкулез органов дыхания, бронхиты и др. Кроме отрицательного воздействия на организм рабочих, пылевой фактор вносит весомую долю в экономиче-

ский ущерб. Поэтому комплексная очистка вентиляционных потоков от пыли в калийных рудниках остается одной из важнейших задач по обеспечению безопасности горнорабочих от вредного воздействия калийной пыли и уменьшению загрязнения окружающей среды на поверхности.

В этом направлении нами выполнены работы, ориентированные на создание принципиально новых, нетрадиционных средств и способов очистки вентиляционных потоков от пыли и локализации источников пылевыведения паром низких параметров. Обладая гигроскопичностью, частицы калийной пыли активно поглощают влагу из воздуха даже в том случае, когда относительная влажность воздуха составляет 65-78 %. При этом происходит образование капель рассола, которые в потоке влажного воздуха быстро ук-

рупняются, что приводит к ускорению седиментации капель и очистке воздуха.

Реализация задачи осуществлялась с помощью разработанной нами системы пылеподавления паром низких параметров. Система предназначена для подавления калийной пыли паром при скреперной погрузке руды в вагонетки, на перегрузочных узлах при конвейерной доставке руды, при работе комплексов ВДПУ-тм, при бурении шпуров и скважин, а также для обеспыливания воздуха, поступающего в очистные и подготовительные забои.

Система имеет несколько модификаций, отличающихся производительностью по пару, конструкцией парораспределительных устройств и схемами подачи пара к источнику пылевыделения. Основными узлами систем являются: емкость с водой, малогабаритный электродный парогенератор, блок контрольно-измерительной и пусковой аппаратуры, водо- и паропроводы и парораспределительные устройства.

Основным элементом системы является электрический трехэлектродный парогенератор. Корпус парогенератора выполнен из титанового листа толщиной 10 мм в виде цилиндра со съемными фланцами, на одном из которых установлены три графитовых электрода. Верхний фланец снабжен штуцером для отвода пара, а корпус – штуцером для подвода воды. В нижнем фланце имеется отверстие с заглушкой для слива воды при промывке парогенератора. Напряжение на электроды подается через шпильки, к которым подключаются токоведущие жилы электрического кабеля.

При наполнении парогенератора водой электроды частично погружаются в воду, через которую проходит электрический ток, нагревают ее и превращают в пар. С увеличением расхода воды пропорционально растет количество генерируемого пара. Устойчивая работа парогенератора сохраняется при расходах воды от 0,05 до 1,1 л/мин. При прекращении подачи воды в парогенератор ее уровень понижается, вода перестает касаться электродов и процесс генерации пара прекращается.

Безопасная эксплуатация парогенератора достигается следующим образом. Парогенератор помещается в корпус взрывобезопасного магнитного пускателя с уровнем взрывозащиты РВ. Шланги для подачи воды и отвода пара подводятся к соответствующим штуцерам парогенератора через свободные кабельные вводы с уплотнительными кольцами в корпусе пускателя.

Эксплуатация устройства для генерации пара производится в соответствии с требованиями правил безопасности и технической эксплуатации к электрооборудованию машин и механизмов подземных горных выработок.

Эффективность подавления пыли зависит от парового факела и его характеристик, которые в свою очередь зависят от конструкции паровой форсунки. Рекомендуется использовать специальную кольцевую паровую форсунку с изменяющейся шириной и углом раскрытия щелевого сопла.

Характеристики системы следующие:

Производительность (по воде), кг/мин	0,2-1,2
Номинальное давление пара в котле, МПа	0,5
Род тока. Переменный, частота, Гц	50
Напряжение, В	380
Число фаз	3
Габариты установки для генерации пара, м	0,5 × 0,6 × 0,7
Масса устройства (в зависимости от модификации), кг	15-40
Время, необходимое для выхода системы в номинальный режим с момента включения, мин	1,5-2

Система проста по конструкции и может быть изготовлена в ремонтно-механических мастерских рудника.

Обеспыливание вентиляционных потоков с помощью паровой завесы производилось в горных выработках калийных рудников. Эффективность пылеосаждения по длине выработки определялась на расстоянии 10, 25, 50 м от паровой завесы и составила соответственно 75, 80 и 90 %.

При погрузке руды в вагонетки скрепером эффективность пылеподавления составила 91-96 % при удельном расходе воды 0,9-1,1 л/т. Запыленность воздуха на рабочих местах машиниста скреперной установки и его помощника была снижена до предельно допустимых концентраций.

С применением комбайновых комплексов значительно повысилась производительность труда. Вместе с тем уровень запыленности воздуха при их работе повысился более чем в 450 раз. Воздушно-пылевые потоки с концентрацией пыли 280-2153 мг/м³ распространяются на значительные расстояния по горным выработкам.

Исследованы следующие способы подавления пыли паром при работе комплекса:

1) увлажнение воздуха, поступающего к источнику пылевыведения, для повышения скорости конденсационного роста, коагуляции и выпадения гигроскопического аэрозоля из пылевого потока;

2) подача пара на движущуюся руду (на вибростол ВДПУ-4тм) для снижения ее пылящей способности;

3) создание паровой завесы в сечении транспортной выработки на пути движения пылевоздушного потока от источника пылевыведения;

4) комбинация перечисленных способов пылеподавления.

Эффективность пылеподавления при увлажнении поступающего воздуха составила 51 %, при подаче пара на движущуюся руду 78 %, при создании паровой завесы на пути движения пылевоздушного потока 90 %.

При комбинированном способе пылеподавления, сочетающим второй и третий способы борьбы с пылью на погрузочно-доставочном комплексе эффективность пылеподавления паром достигла 94,3-96,6 %. Запыленность воздуха на рабочем месте машиниста комплекса до 2,9 мг/м³. Расход воды на парообразование при комбинированном способе пылеподавления не превышал 2,0 л/мин (0,38 л/т руды), в том числе на создание паровой завесы 1,3 л/мин и на локализацию пыleistочника 0,7 л/мин.

Определяющими факторами пылеобразования и запыленности воздуха при бурении шпуров и скважин являются следующие:

- физико-механические и химические свойства горных пород;
- способ и скорость удаления буровой мелочи;
- глубина и направление бурения шпуров (скважин);

- естественная влажность пород и степень увлажнения штыба при бурении;

- гранулометрический состав штыба и пыли;

- микроклиматические условия в рабочей зоне бурильщика и условия проветривания забоя.

Эффективность пылеподавления при расходах воды на парообразование от 0,15 до 0,26 л/мин характеризуют следующие данные, %:

- при увлажнении паром воздуха, поступающего для проветривания забоя горной выработки – 30-42;

- при установке паровой завесы перед устьем шпура – 62-79;

- при подаче пара в пылеприемное устройство – 95-99;

- при подаче пара в забой шпуров – 85-94 (при расходах воды от 0,09 до 0,17 л/мин, дальнейшее увеличение расхода пара приводило к ухудшению условий транспортирования буровой мелочи из шпура).

Расход воздуха на продувку 0,7-0,9 м³/мин, скорость бурения 0,6-0,9 м/мин.

Способ пылеподавления паром в пылеприемном устройстве является более предпочтительным, так как имеет относительно высокую эффективность и может применяться без конструктивных изменений бурового оборудования. Этот способ был успешно апробирован при бурении перфораторами и колонковыми электросветилами типа ЭБГП-1м. При бурении с продувкой колонковыми сверлами типа ЭБГП-1м при расходе воды 0,2 л/мин, эффективность пылеподавления составила 99,4 %.

В комбайновых забоях пар низких параметров применяется как способ борьбы с пылью. В результате исследований установлено, что фактический расход воды в виде пара значительно ниже, чем при любых других способах гидрообеспыливания. Проведенные опытно-промышленные испытания системы пылеподавления паром на комбайне «Урал-20кс» показали ее высокую эффективность (97,6 %).

Надежное связывание осевшей пыли паром, исключаящие взметывание и унос ее при скорости движения воздушного потока

до 6,6 м/с, происходит при поглощении 6,16 г влаги с 1 м² запыленной поверхности при продолжительности воздействия струи пара низких параметров на поверхность 0,6 с.

Таким образом, результаты производственных испытаний подтвердили эффективность практического использования па-

роконденсационного способа борьбы с гигроскопичной пылью, а разработанные на этой основе системы пылеподавления при различных технологических процессах обеспечивают безопасность горнорабочих калийных и каменносоляных рудников по пылевому фактору.