

Ю.Д.СМИРНОВ, канд. техн. наук, ассистент, *qwerik@list.ru*

А.А.КАМЕНСКИЙ, аспирант, *kam-85@bk.ru*

А.В.ИВАНОВ, студент, *andrey-racer@mail.ru*

Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

Y.D.SMIRNOV, PhD in eng. sc., assistant lecturer, *qwerik@list.ru*

A.A.KAMENSKY, post-graduate student, *kam-85@bk.ru*

A.V.IVANOV, student, *andrey-racer@mail.ru*

Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРОКОНДЕНСАЦИОННОГО СПОСОБА ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В местах возможного выделения пыли и у источников ее образования применяют различные способы пылеподавления. Основными видами пылеподавления являются: водяное орошение (в том числе диспергированная, ионизированная вода), пенное орошение (аэропены, воздушно-механические пены), орошение паром (туманом).

Рассматривается пароконденсационный способ пылеподавления, основанный на действии конденсации паров воды на поверхности гигроскопических частиц.

Ключевые слова: пылеподавление, пар, аэропена, карьер.

USING OF STEAM CONDENSING WAY OF DUST-DEPRESSING IN DIFFERENT MANUFACTURING OPERATIONS DURING MINING

In places of possible allocation of a dust, near sources of its formation or at allocation places ways of dust-depressing now are applied. Principal views of dust-depressing are: a water irrigation (including dispersing, the ionized water), a foamy irrigation (aerofoams, air-mechanical foams), an irrigation steam (fog).

In article condensation of steams of water on a surface of hygroscopic particles is considered stream-condensation way of dust-depressing, based on action.

Key words: dust-depressing, steam, aerofoam, an open-cast mine.

Исследования пароконденсационного способа пылеподавления на карьерах и разрезах России, проводимые в течение последних 50 лет, подтвердили высокую эффективность этого способа. Установлено, что наименьший расход воды (пара) достигается при увлажнении воздуха насыщенным паром и составляет от 1 до 3 г/м³ при температуре окружающей среды t_0 от -10 до $+4$ °С [4].

Важное значение пароконденсационный способ пылеподавления приобретает в зимний период года. Летом содержание пыли в

воздухе приближается к санитарным нормам, зимой же оно нередко составляет 1000-3000 мг/м³, а иногда и более. Резкое снижение запыленности происходит обычно в апреле, а очередное ее повышение – в октябре, т.е. в переходные, с точки зрения направления тепло- и массообменных процессов, периоды года при $t_0 = -(10 \div 15)$ °С. На шахтах с подогревом воздуха до $t > 0$ °С запыленность зимой также оказывается примерно вдвое выше, чем летом (Норильск) [1,3].

Исследованиями многих авторов [1] установлено, что в карьерах, расположенных в

районах умеренного и теплого климата, запыленность воздуха значительно ниже, чем в районах с холодным или жарким климатом. Причем, если в районе с холодным климатом, в отличие от подземных выработок, запыленность выше в зимний период, то в районе с жарким климатом, наоборот, в летний период выше, чем в зимний (рис.1). Объясняется это тем, что в первом случае происходит интенсивное вымерзание влаги, а во втором – интенсивное ее испарение из горной массы или полотна автодорог.

Выделение скрытой теплоты замерзания пара ведет к повышению его температуры, испарительные процессы с поверхности земли, напротив, увеличивают температуру воздуха на 3-5 °С. Они же, а также процессы сублимации снега и льда на поверхности земли высвобождают связанные тонкодисперсные частицы пыли, которые могут переноситься ветром в атмосфере Земли на значительные расстояния и в больших масштабах (пыльные бури). Конденсация пара в атмосфере с выпадением осадков, напротив, способствует улавливанию витающих твердых частиц и газообразных продуктов и их выпадению на поверхность земли, способствуя очистке атмосферы. Еще одно важное преимущество пара состоит в том, что в зимний период при генерации пара он в атмосфере превращается в снежинки малого размера, а значит и способность коагулировать с пылью в воздухе значительно повышается.

Анализируя известные способы получения пара, можно отметить, что для создания парогенератора применимы два основных способа нагрева воды:

- до температуры кипения электрическим током;
- до заданной температуры путем преобразования механической энергии в тепловую.

Рационально предложить к использованию устройство для борьбы с пылью при отбойке, транспортировке и переработке различных материалов в горной промышленности и строительстве [5], сущность которого заключается в выпуске в атмосферу воды с температурой 120-180 °С при созданном в установке абсолютном давлении

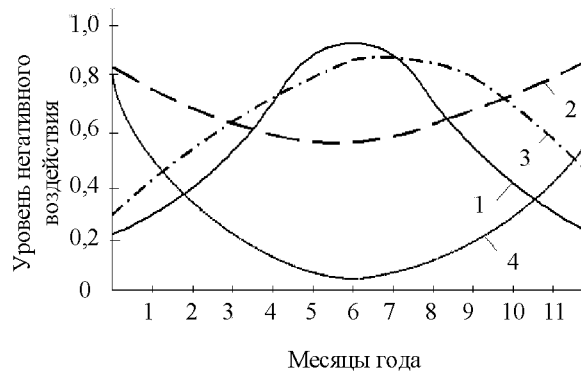


Рис.1. Динамика относительного содержания вредных примесей (отношение фактического содержания к максимальному):

- 1, 2 – в атмосфере глубоких карьеров Украины (1 – пыль, 2 – NO_x); 3 – Афанасьевского карьера (пыль); 4 – в выработках шахт многолетней мерзлоты (пыль)

0,2-1,1 МПа. При таких условиях вода мгновенно переходит в перегретое состояние и вскипает по всему объему. Образующийся пар разрывает струю и превращает ее в факел мелкокапельного дисперсионного водяного аэрозоля.

Предлагаемый парогенератор [6] состоит из серийного высоконапорного (2-5 МПа) насоса для горячей воды, циркуляционного контура с разрывом струи в паросборнике и короткого трубопровода, размещенного в паросборнике и обеспечивающего падение номинального напора. Парогенератор работоспособен и может считаться эталонным при калориметрических испытаниях других тепловыделяющих устройств (вихреобразователей, кавитаторов), так как в этом устройстве создаваемый насосом напор преобразуется в жидкостное трение, а оно – в теплоту при КПД 0,8-0,85.

Парогенератор представляет собой насос с электродвигателем и аппарат, выполненный в виде отдельного узла. Обе части соединены между собой гибкими шлангами. Основные параметры парогенератора следующие:

Паропроизводительность, кг/ч	50-60
Давление пара, МПа	0,15-0,20
Насос	МХV 25-208
Напор, создаваемый насосом, МПа	2
Расход, м ³ /ч	60
Частота вращения, об/мин	3000
Мощность электродвигателя, кВт	55

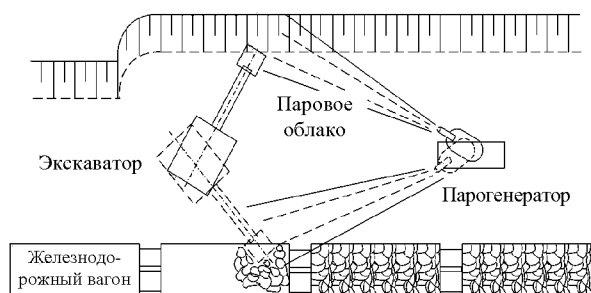


Рис.2. Схема пылеподавления при погрузке породы в железнодорожные вагоны

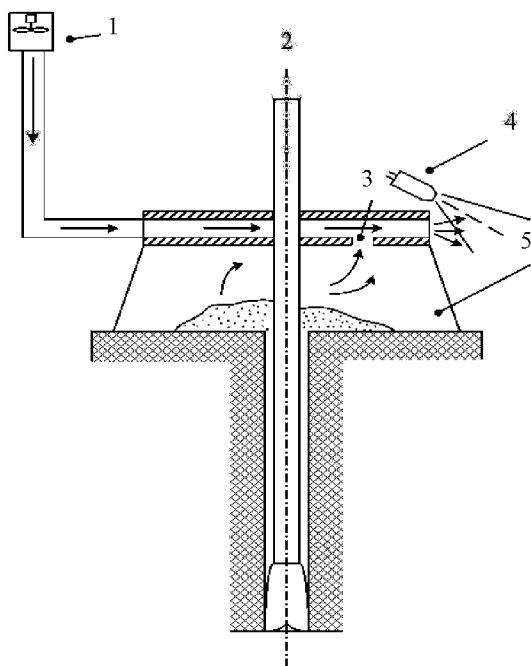


Рис.3. Схема пылеподавления при бурении
1 – вентилятор; 2 – буровой станок; 3 – эжектор;
4 – парогенератор; 5 – пылеосадительная камера

В целом по результатам лабораторных экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

- двухконтурный гидродинамический парогенератор работоспособен и позволяет получать насыщенный пар с достаточно высокой степенью сухости, о чем можно судить по виду исходящей струи пара;

- наличие контура высокого давления позволяет регулировать в широких пределах расход воды и потребляемую из сети мощность;

- для определения рациональных режимов и параметров элементов парогенера-

тора следует продолжить сравнительные исследования различных тепловыделяющих устройств и режимов;

- разработанный двухконтурный гидродинамический парогенератор может быть использован при создании мобильного источника тепловой энергии в местах, где отсутствуют другие источники и электроэнергия. Например, в городском хозяйстве в качестве аварийного источника тепла при авариях в системе отопления, на строящихся объектах и т.д. при использовании в качестве привода насоса двигателей внутреннего сгорания и утилизации выхлопных газов КПД такой установки будет не ниже 0,7, что соизмеримо с традиционными котельными установками.

При совершении технологических операций на карьере хорошо зарекомендовали себя проекты использования парогенератора при перегрузке угля со склада в железнодорожные вагоны. Стационарные пылеподавляющие устройства в данном случае малоэффективны, так как пылевыведение происходит попеременно на различных участках погрузочной площадки. Использование парогенератора с поворотным блоком в этом случае позволяет обеспечить пылеподавление на всех участках (рис.2).

Предлагаемая схема пылеподавления при работе бурового станка (рис.3) представляет собой пылеосадительную камеру, в которую вентилятором нагнетается воздух, вынося пылевые частицы через эжектор наружу. Пылевой поток смешивается с паром, коагулируя на нем, осаждается. Данная схема позволяет отказаться от использования фильтров.

При погрузке угля в автосамосвалы рационально применять схему пылеподавления, схожую с предложенной для погрузки в железнодорожные вагоны. Парогенератор располагается на уступе, находящемся над обрабатываемым, таким образом, чтобы охватывать всю зону погрузки – от черпания в забое до отсыпки в кузов.

Для городской среды использование предложенных схем позволит решить вопросы обеспыливания выбросов металлургических производств, городских свалок и т.п.

При этом используемые средства борьбы с пылью являются экономичными, технологичными и годными к эксплуатации как в летний, так и в зимний периоды.

Пылеподавление с использованием пара используется для обезвреживания промышленных выбросов многопрофильных предприятий по переработке всех видов минерального сырья, металлургических и химических предприятий, а также предприятий теплоэнергетического комплекса. Способ очистки пылегазовых выбросов [7] включает охлаждение и конденсацию дымовых газов, отведение конденсата и очищенных дымовых газов. В дымовые газы на расстоянии 2/3 высоты дымовой трубы от ее основания вводят перегретый пар с температурой 150-200 °С. Охлаждение и конденсацию парогазовой смеси осуществляют в атмосфере за пределами дымовой трубы. Конденсат из полученного воздушно-капельного потока собирают в поддоны на территории, прилегающей к основанию дымовой трубы. Использование пара (рис.4) снижает эксплуатационные затраты на эффективную очистку дымовых газов от твердых и газообразных загрязнителей.

Исследования подготовлены при поддержке Федерального агентства по науке и инновациям, Федерального агентства по образованию, правительства г.Санкт-Петербурга, Американского фонда гражданских исследований и развития и Центра коллективного пользования Научно-образовательного центра СПГИ (ТУ).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Битколов Н.З.* Аэрология карьеров / Н.З.Битколов, И.И.Медведев. М.: Недра, 1992. 272 с.
2. *Бульбашев А.П.* Борьба с пылью на карьерах по добыче строительных материалов / А.П.Бульбашев, Ю.В.Шувалов; МАНЭБ. СПб, 2006. 208 с.
3. *Дядькин Ю.Д.* Основные принципы и пределы регулирования теплового режима шахт и рудников в области вечной мерзлоты // Тепловые и механические процессы при разработке полезных ископаемых. Горные работы в массиве мерзлых пород. М.: Наука, 1965. С.61-71.
4. Пат. 2142564 РФ, МПК⁵ E21F5/02. Способ пылеподавления на открытых угольных складах / Ю.Д.Тарасов. Опубл.10.12.1999. Бюл. № 23.

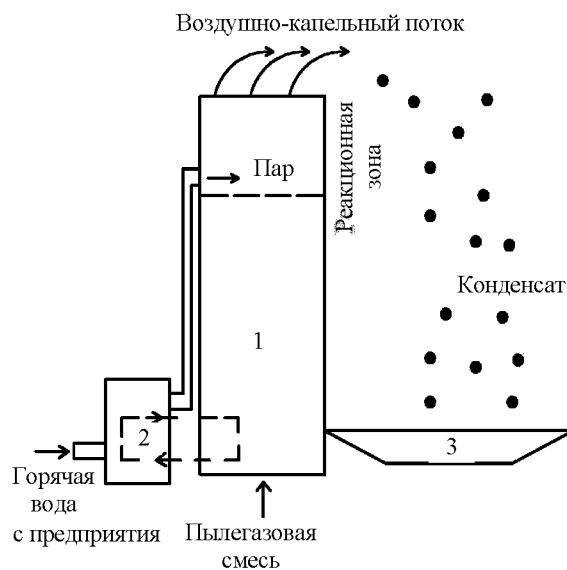


Рис.4. Способ очистки пылегазовых выбросов
1 – градирня, 2 – парогенератор, 3 – осадительный поддон

5. Пат. 2014470 РФ, МПК⁵ E21F5/02. Способ получения диспергированной воды для пылеподавления / Г.З.Липкин. Опубл.15.06.1994. Бюл. № 12.
6. Пат. 2350755 РФ, МПК⁵ E21F5/00. Шахтный взрывобезопасный парогенератор / Ю.В.Шувалов и др. Опубл.27.03.2009. Бюл. № 7.
7. Пат. 2303480 РФ, МПК⁵ F23J15/02. Способ очистки пылегазовых выбросов / Ю.В.Шувалов и др. Опубл.27.07.2007. Бюл. № 21.

REFERENCES

1. *Bitkolov N.Z., Medvedev I.I.* Aerology of open-cast mines. Moscow: Nedra, 1992. 272 p.
2. *Bulbashev A.P., Shuvalov Y.V.* Struggle with a dust on open-cast mines on extraction of building materials / MANEB. Saint Petersburg, 2006. 208 p.
3. *Djadkin Y.D.* Main principle and limits of regulation of a thermal mode of mines and mines in the field of a permafrost // Collection of Thermal and mechanical processes by working out of minerals. Mountain works in a file of frozen breeds. Moscow: Nauka, 1965. P.61-71.
4. RF Pat. 2142564, IC E21F5/02. A way of dust-depressing in open coal warehouses / Yu.D.Tarasov. Publ.10.12.1999. Bul. № 23.
5. RF Pat. 2014470, IC E21F5/02. A way of reception dispersing water for dust-depressing / G.Z.Lipkin. Publ.15.06.1994. Bul. № 12.
6. RF Pat. 2350755, IC E21F5/00. A mine explosion-proof steam and gas generator / Yu.V.Shuvalov and others. Publ.27.03.2009. Bul. № 7.
7. RF Pat. 2303480, IC F23J15/02. A way of clearing dust & gas emissions / Yu.V.Shuvalov and others. Publ.27.07.2007. Bul. № 21.

Научный руководитель д-р техн. наук, профессор **Ю.В.Шувалов**