

УДК 531.31.15+669

к.т.н. Левченко Э. П.,
к.т.н. Рутковский А. Ю.,
Крыжановский К. Г.,
Долотина А. В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ ВОЗДУХА В УСЛОВИЯХ КОКСОХИМИЧЕСКОГО И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВ

Рассмотрены принципиально новые технические решения, направленные на снижение концентрации в воздухе пыли различных веществ и материалов. Намечены пути исследования таких устройств.

Ключевые слова: *запыленность воздуха, концентрация, обеспыливание, загрузка бункеров, эжекция.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Производство кокса, как и производство стали, характеризуется технологическими процессами, при которых происходят значительные по своему воздействию на природу и обслуживающий персонал пылевые выбросы разнообразных веществ и компонентов. И хотя, за последнее десятилетие, на предприятиях этих отраслей проводится существенная работа по уменьшению техногенной нагрузки на окружающую среду [1] и жизнедеятельность своих сотрудников и населения, в связи с обширным разнообразием производственных процессов еще не всегда удается в полной мере устойчиво достигать эффективных мер по минимизации загрязнения воздушной среды, особенно в местах перегрузок сырья и материалов. Кроме того, неблагоприятное воздействие на здоровье в первую очередь оказывают помещения, в которых отсутствуют нормальные условия вентилирования воздуха в связи с неправильно проведенными планировочными решениями, или перепрофилированные помещения, которые изначально предназначались для иных технологических процессов.

Для предприятий указанных отраслей наибольшее влияние по пыли оказывают в первую очередь доменное, агломерацион-

ное производство и непосредственно само производство кокса.

В дробильно-смесительном отделении высокая запыленность воздуха связана с непосредственной транспортировкой сыпучих материалов и наличием многочисленных мест перегрузок пылеобразующих материалов с одного оборудования на другое (с конвейеров к бункерам, дробилкам, грохотам, мельницам и обратно на транспортер), а также с работой указанных механизмов и машин. Повышенная концентрация пыли фиксируется в хвостовой части агломашины при загрузке агломерата в железнодорожные вагоны. Здесь наблюдается концентрация пыли в воздухе около десятков и сотен миллиграмм на 1 м^3 . В помещениях, расположенных под агломерационными машинами, происходит загрязнение воздуха пылевидными продуктами измельченного агломерата, которые опадают со спекательных тележек при их опрокидывании и перемещении на холостом ходу под агломашиной в направлении от одновалковой зубчатой дробилки к загрузочной части агломашины.

Актуальной научно-практической задачей повышения эффективности снижения влияния пыли на персонал, оборудование и природную окружающую среду является усовершенствование имеющихся и создание новых эффективных устройств.

Постановка задачи. Задачей данной публикации является уточнение применения принципиально новых устройств по эффективному обеспыливанию воздуха коксохимических и металлургических предприятий и их популяризация в промышленном производстве.

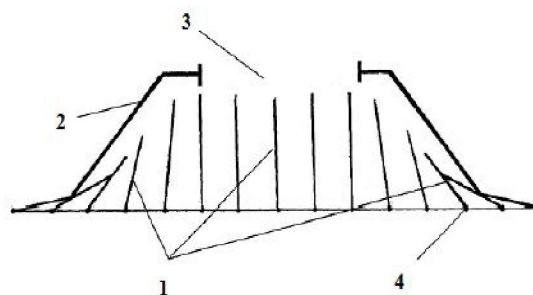
Изложение материала и его результаты. В связи с тем, что практически вся масса сырья и товарные продукты поступают на указанные предприятия вагонными нормами, они предварительно имеют возможность накапливаться в бункерах, при загрузке и выгрузке которых возникают существенные утечки пыли. С учетом огромнейшего количества продуктов производства, измеряемых объемом в несколько миллионов тонн в год, это оказывает очень неблагоприятное влияние.

Особенно высокая степень загрязнения воздуха пылью происходит при использовании колошниковой пыли малой влажности, поступающей из пылеуловительного оборудования. Существенному образованию пыли способствуют в основном процессы переработки сухих, легко пылящих материалов и образующиеся при этом значительные потоки воздуха, связанные с большим перепадом температурного градиента, что наблюдается и при производстве кокса.

Поэтому особое внимание необходимо уделять затворным устройствам, заблаговременно перекрывающим сообщение материалов с атмосферным воздухом.

В Донбасском государственном техническом университете разработано одно из таких устройств в виде приспособления для беспылевой загрузки батареи бункеров, изображенное на рисунке 1 [2]. Оно содержит затвор в виде жалюзийных пластин, который оснащен подвижным кожухом, контактирующим с пластинами, причем кожух имеет фигурную конфигурацию.

Данное устройство работает следующим образом.



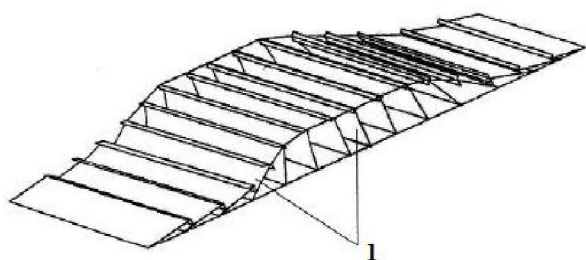
1 – жалюзийные пластины; 2 – подвижный кожух;
3 – загрузочное окно; 4 – шарниры

Рисунок 1 Устройство для беспылевой загрузки батареи бункеров

Материал (на рис. 1 не показано) загружается в бункер через загрузочное окно 3, а воздух для предупреждения обеспыливания при этом подается снизу вверх. Под действием давления воздуха жалюзийные пластины посредством шарниров занимают вертикальное положение, открывая материалу доступ к бункеру. При этом подвижный кожух устанавливается своим загрузочным отверстием над тем бункером, в который осуществляется загрузка материала. Над другими же бункерами жалюзийные пластины находятся в закрытом положении в связи с фигурной конфигурацией поверхности подвижного кожуха.

Таким образом, осуществляется доступ именно к тому бункеру, из батареи которого происходит загрузка, а другие бункеры в данный момент времени находятся в закрытом положении. Двигающийся навстречу материалу воздух обеспечивает обеспыливание в момент загрузки. Загрязненный воздух, имеющий частички загружаемого материала, в дальнейшем направляется в пылеуловитель (на рис. 1 не показано), где подвергается очистке.

Более наглядно работа жалюзийных пластин показана на рисунке 2, где видно их открытие непосредственно над загружаемым бункером.



1 – жалюзийные пластины

Рисунок 2 Пример работы жалюзийных пластин

Таким образом, устройство для беспылевой загрузки бункеров обеспечивает более эффективное обеспыливание воздуха и снижает выбросы при их загрузке, что снижает нагрузку на окружающую среду и обслуживающий персонал.

Потребность воздуха, подаваемого для открытия жалюзийных пластин, можно найти из условия их равновесия.

Пластины жалюзийного затвора, поставленные вдоль воздушного потока, испытывают появление силы сопротивления даже при минимальном поперечном сечении. Слой воздуха, прилегающий к пластине, затормаживается из-за трения о неподвижную поверхность тем сильнее, чем больше площадь пластины S . Кинетическая энергия заторможенной струи переходит в тепловую энергию трения, а инерция струи передаётся пластинам и заставляет их открываться в направлении потока с силой [3]:

$$F = \frac{1}{2} C \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S, \quad (1)$$

где C — коэффициент аэродинамической силы, учитывающий преобразование доли энергии потока в открытие пластины; ρ — плотность воздуха; V — скорость движения воздуха; S — площадь пластины.

Если размеры, а следовательно, и площадь всех пластин в жалюзийном наборе одинаковы, то общая сила, необходимая для их открытия, пропорциональна количеству пластин.

При разной площади пластин сила давления воздуха может учитываться как:

$$F = \frac{1}{2} \rho \cdot V^2 \sum_{i=n}^{i=1} C_i \cdot S_i. \quad (2)$$

Тогда для гарантированного открытия пластинчатого жалюзийного затвора необходимо преодолеть силу тяжести пластин с учетом трения в соответствующих шарнирах, при этом должно сохраняться условие:

$$\frac{1}{2} \rho \cdot V^2 \sum_{i=n}^{i=1} (C_i \cdot S_i) \geq \sum_{i=n}^{i=1} \frac{G_i}{\eta_i}, \quad (3)$$

где G_i — сила тяжести (вес) i -той пластины в затворе; η_i — коэффициент полезного действия поворотного шарнира i -той пластины.

Отсюда можно найти минимальную скорость воздуха, необходимую для открытия затвора:

$$V \geq \sqrt{\frac{2 \sum_{i=n}^{i=1} G_i}{\rho \sum_{i=n}^{i=1} \eta_i \cdot C_i \cdot S_i}}. \quad (4)$$

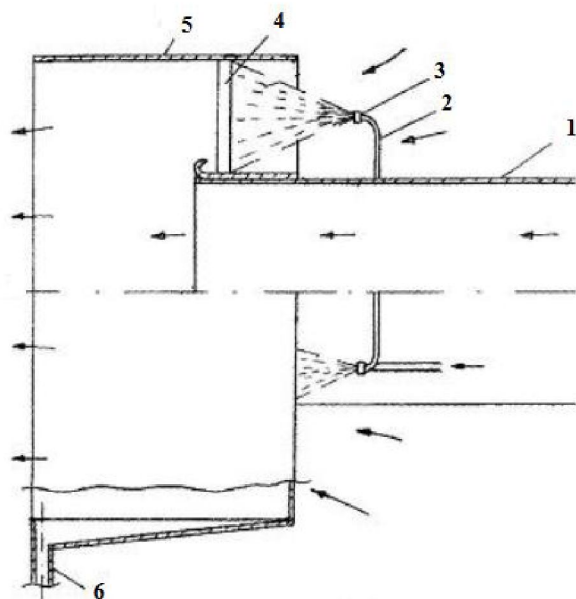
При таком подходе желательно выполнить проверку на преодоление момента инерции пластин скоростным напором.

Для улучшения параметров рабочих помещений по запыленности, в частности в тупиковых участках, разработан способ обеспыливания воздуха, включающий подачу воздуха с применением эжекционного эффекта, усиливаемого дополнительной подачей струй жидкости с последующим улавливанием воздушно-жидкостной смеси; при этом эффект улавливания повышают за счет вращения улавливателей воздушно-жидкостной смеси [4].

Иллюстрация реализации данного способа представлена на рисунке 3.

Суть способа в следующем.

Воздух по вентиляционной трубе подается в запыленный участок. За счет эффекта эжекции нагнетаемого воздуха тот воздух, который окружает запыленный участок, засасывается в полость эжектора. Подведенные через трубопроводы струи воды через форсунки дополнительно подаются в эжектор, где распыляются на тепломассообменные кассеты, что усиливает эжекционный эффект (рис. 4).



1 – вентиляционная труба; 2 – трубопроводы воды;
3 – форсунки; 4 – теплообменные кассеты;
5 – эжектор; 6 – патрубок

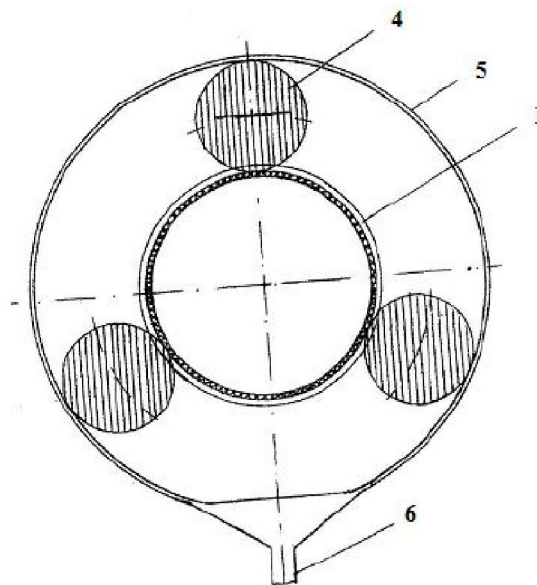
Рисунок 3 Устройство для обеспыливания воздуха

При этом пыль, оседающая на теплообменных кассетах, эффективно связывается и смывается водой, подвергаясь действию силы тяжести в нижней части эжектора, где через патрубок в виде шламовой смеси пыли и воды сливается из устройства. В дальнейшем загрязненная вода подвергается очистке (на рисунке 3 не показано) и извлечению из нее различных фракций пыли.

Для повышения эффективности пылеулавливания улавливатели в виде теплообменных кассет могут приводиться во вращение, например, за счет энергии воздуха, подаваемого по вентиляционной трубе, или энергии давления воды, а также механическим путем.

Описанный способ обеспечивает большую эффективность не только очистки, но и охлаждения воздуха, что актуально при высокотемпературных производственных процессах. За счет этого улучшаются санитарно-гигиенические условия работы обслуживающего персонала и создаются препятствия выносу пыли из технологического сооружения.

В соответствии с вышеописанным способом и к его дополнению синтезировано устройство для обеспыливания воздуха, содержащее нагнетательный трубопровод и эжекционную насадку, оснащенную форсунками для распыления жидкости, шламоприемником и теплообменными пластинами (рис. 4) [5].



1 – вентиляционная труба; 4 – теплообменные кассеты; 5 – эжектор; 6 – патрубок

Рисунок 4 Вид на эжекторы

В данной конструкции воздух подается в запыленный тупиковый участок, где за счет эффекта эжекции нагнетающего воздуха засасывается в полость эжекционной насадки. Через трубопроводы струи воды подаются в эжекционную насадку с помощью форсунок, где распыляются на теплообменные пластины (рис. 5).

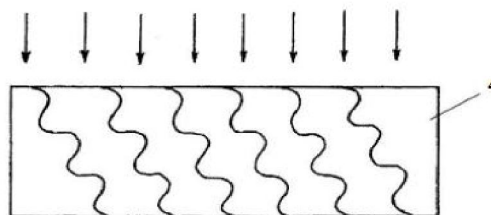


Рисунок 5 Конструкция теплообменных пластин

Приведенные технические решения позволяют с минимальными экономическими затратами организовать достаточно простые способы очистки воздуха как при работе бункеров накопления различных материалов, так и в помещениях, обладающих плохими условиями проветривания. Это позволит снизить техногенную нагрузку как на природную окружающую среду, так и на персонал, занятый на работах с неблагоприятными производственными опасными и вредными факторами. Таким путем можно добиться нейтрализации негативных факторов, которые при длительном воздействии способны привести к стойким отклонениям

состояния здоровья и профессиональным заболеваниям, что снизит экономические потери предприятия.

Простота конструкции предложенных устройств позволяет относительно легко создать их физические модели, исследовать их эффективность в лабораторных условиях при различных видах зыпылителей и их концентрациях в воздухе в зависимости от основных конструктивных и технических параметров таких устройств, что возможно выполнить в ближайшем будущем, в том числе в условиях имеющихся возможностей на кафедрах «Экология и безопасность жизнедеятельности» и «Охрана труда».

Библиографический список

1. Ульяницкий, И. С. Охрана окружающей среды на ОАО «Алчевсккокс» [Текст] / И. С. Ульяницкий, В. А. Жученко // УглеХимический журнал. — 2009. — № 3–4. — С. 3–6.
2. Пат. 50805и Україна МПК⁹ E 21 F 1/00. Пристрій для безпилового завантаження батарей бункерів / Г. Г. Шальський, П. О. Данчук, Т. Б. Ведмедева, Т. У. Гаражій, Е. П. Левченко; заявник і патентовласник Донбаськ. держ. техн. ун-т. — № u200913228; заявл. 18.12.09; опубл. 25.06.10, Бюл. № 12. — 2 с.: іл.
3. Аэродинамика судна. Сила, действующая на тело в потоке воздуха // Судовой журнал- [Электронный ресурс]. — Режим доступа.: <http://seacrew.ru/ae-rodinamika-sudna-sila-dejstvuyushhaya.html>.
4. Пат. 48260и Україна МПК⁹ E 21 F 1/00. Спосіб знепилення повітря / Г. Г. Шальський, П. О. Данчук, Т. Б. Ведмедева, Т. У. Гаражій, Е. П. Левченко; заявник і патентовласник Донбаськ. держ. техн. ун-т. — № u200909830; заявл. 28.09.09; опубл. 10.03.10, Бюл. №5. — 2 с.: іл.
5. Пат. 48269и Україна МПК⁹ E 21 F 1/00. Пристрій для знепилення повітря / Г. Г. Шальський, П. О. Данчук, Т. Б. Ведмедева, Т. У. Гаражій, Е. П. Левченко; заявник і патентовласник Донбаськ. держ. техн. ун-т. — № u200909873; заявл. 28.09.09; опубл. 10.03.10, Бюл. № 5. — 2 с.: іл.

© Левченко Э. П.
 © Рутковский А. Ю.
 © Крыжановский К. Г.
 © Долотина А. В.

**Рекомендована к печати д.т.н., проф. каф. ММК ДонГТУ Харламовым Ю. А.,
 начальником бюро сталеплавильного производства ПАО «АМК» Любченко В. С.**

Статья поступила в редакцию 27.01.17.

к.т.н. Левченко Е. П., к.т.н. Рутковский О. Ю., Крижановский К. Г., Долотина Г. В.
 (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ДОПОМІЖНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗНЕПИЛЕННЯ ПОВІТРЯ В УМОВАХ КОКСОХІМІЧНОГО ТА МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

Розглянуто принципово нові технічні рішення, що направлені на зниження концентрації в повітрі різних речовин та матеріалів. Намічено шляхи дослідження таких пристроїв.

Ключові слова: *запиленість повітря, концентрація, знепилення, завантаження бункерів, ежекція.*

PhD Levchenko E. P., PhD Ruykovskii A. Yu., Kryzhanovskii K. G., Dolotina A. V. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

ADDITIONAL ENGINEERING SOLUTIONS ON PROVIDING AIR POLLUTION IN THE CONDITIONS OF COKE AND IRON-AND-STEEL PRODUCTION

Critically new engineering solutions have been studied about reducing in the air a dust concentration level from various substances and materials. Investigation methods for these appliances have been outlined.

Key words: *air dustiness, concentration, dedusting, hopper charging, ejection.*