

УДК 622.807.12

DOI: 10.46548/21vek-2020-0950-0010

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ХРАНЕНИЯ УГОЛЬНОГО СЫРЬЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

© 2020

Альмухаметова Светлана Газинуровна, аспирант 2-го года обучения
кафедры «Безопасности производств»

Орлов Федор Александрович, аспирант 2-го года обучения
кафедры «Безопасности производств»

Гендлер Семен Григорьевич, доктор технических наук,
профессор кафедры «Безопасности производств»,
Санкт-Петербургский Горный Университет,
(199106, Санкт-Петербург, ул. 21-я линия В.О., д. 2,

e-mails: sveta.almuhametowa@yandex.ru, miningorlov@gmail.com, sgendler@mail.ru)

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема выбросов угольной пыли в атмосферу при эксплуатации открытых угольных складов. Выделяются и описываются характерные особенности при транспортировке угольного сырья на склад. Приводятся примеры по количеству выбрасываемой угольной пыли открытыми угольными складами, которая в свою очередь приводят к респираторным заболеваниям не только у обслуживающего персонала, но и у населения, проживающего в непосредственной близости. Это является актуальной проблемой, требующей решений путем уменьшения или предотвращения выбросов угольной пыли в окружающую среду. Особое внимание уделено анализу существующих методов по пылеподавлению на открытых угольных складах, на основе которого автор приходит к выводу, что они либо малоэффективные, либо энергоемкие, либо требуют больших затрат при проектировании. В связи с этим, целесообразен переход к закрытому типу хранения угля. На основе анализа особенностей эксплуатации закрытых угольных складов установлено, что с их помощью решается проблема выбросов пыли в атмосферу и ряд других проблем, связанных с эксплуатацией открытых угольных складов. Приводится сравнение открытого типа хранения угля с закрытым. В результате, сделан вывод, что закрытый тип хранения имеет преимущество с экономической точки зрения, но при этом возникает необходимость в решении проблемы высокой концентрации пыли с выделяющимся газом метаном внутри закрытых складов. Данный вопрос является малоизученной и требует более детального анализа.

Ключевые слова: открытые угольные склады, угольная пыль, запыленность, вредное воздействие, респираторные заболевания, дисперсность пыли, пылеподавление, закрытые угольные склады.

ANALYSIS OF PROBLEMS OF STORAGE OF COAL RAW MATERIALS BY OPEN METHOD

© 2020

Almuhametova Svetlana Gazinurovna, postgraduate student of the 2nd year of study
Department of "Industrial Safety"

Orlov Fedor Aleksandrovich, postgraduate student of the 2nd year of study,
Department of "Industrial Safety"

Gendler Semyon Grigoryevich, doctor of technical Sciences,
Professor of the Department of industrial Safety»,
Saint Petersburg Mining University,
(199106, Saint Petersburg, ul. 21-ya Liniya V. O., d. 2,

e-mails: sveta.almuhametowa@yandex.ru, miningorlov@gmail.com, sgendler@mail.ru)

Annotation. This article discusses the problem of coal dust emissions into the atmosphere during the operation of open coal warehouses. The characteristic features of transporting coal raw materials to the warehouse are highlighted and described. Examples are given of the amount of coal dust emitted by open coal warehouses, which in turn lead to respiratory diseases not only in service personnel, but also in the population living in the immediate vicinity. This is an urgent problem that requires solutions by reducing or preventing coal dust emissions into the environment. Special attention is paid to the analysis of existing methods for dust suppression in open coal warehouses, on the basis of which the author comes to the conclusion that they are either inefficient, or energy-intensive, or require high costs in the design. In this regard, it is advisable to switch to a closed type of coal storage. Based on the analysis of the operation features of closed coal warehouses, it was found that they solve the problem of dust emissions into the atmosphere and a number of other problems associated with the operation of open coal warehouses. A comparison of the open type of coal storage with the closed type is given. As a result, it is concluded that the closed type of storage has an advantage from an economic point of view, but there is a need to solve the problem of high concentrations of dust with methane gas released inside closed warehouses. This issue is poorly understood and requires more detailed analysis.

Keywords: open coal warehouses, coal dust, dustiness, harmful effects, respiratory diseases, dust dispersion, dust suppression, closed coal warehouses.

Введение. По данным за 2018 год было добыто 439 млн. т. угля. Отрасль угледобычи достиг рекордных производственных показателей. На данный момент, Россия занимает место в тройке лидеров по объему добычи угля. По прогнозам, к 2030 году экспорт угольного сырья увеличится до 80 млн. т. в год. Процесс добычи угля состоит из следующих этапов:

1. Вскрытие шахтного поля.
2. Подготовка шахтного поля к очистной выемке (проведение выработок).
3. Очистная выемка.
4. Транспортировка угля и его дальнейшее промежуточное хранение.

Традиционно, транспортировка угольного сырья производится на склады открытого типа для промежуточного хранения. И именно при транспортировке и хранении угольного сырья происходит наибольший выброс угольной пыли в атмосферу по причине ветрового переноса пыли. При транспортировке и разгрузке угольных масс происходит механическое разрушение и истирание угольных брикетов, что сопровождается интенсивным пылеобразованием [1,2].

Анализируя мировой опыт строительства и эксплуатации перегрузочных угольных терминалов и открытых угольных складов, можно отметить, что склады хранения и перегрузки угля в большинстве случаев располагаются в черте городов. Поэтому в зоне вредного воздействия угольной пыли находится не только обслуживающий персонал открытых складов, но и население близлежащих городов, флора и фауна [3]. Например, на Кузбасском разрезе в г.Междуреченске были зафиксированы высокие значения пылевой нагрузки 200-245 мг/м²·сут. При этом пыль, содержащая крупнодисперсные частицы размером от 50 мкм до 100 мкм, осаждалась внутри разреза, а фракции пыли размером менее 50 мкм выносятся воздушными потоками за пределы разрезов, загрязняя окружающую среду. Следовательно, запыленность воздуха в пределах рабочей зоны и за её пределами (в жилой зоне) значительно превышают предельно допустимый уровень (ПДУ = 0.5 мг/м³) [1,4].

Ежегодно в России при горных выработках и перевалках в атмосферу выбрасывается до 50 тыс. тонн пыли. При выносе и осаждении угольной пыли в количестве более 58 кг/га в месяц, наблюдаются значительные изменения в жизнедеятельности растений и животных в месте, где происходит оседания пылевых отложений. При увеличении концентрации в воздухе мелкодисперсной пыли до 10 микрограмм на 1 м³ с длительным воздействием на организм, проявление хронических заболеваний верхних дыхательных путей возрастает на 8-9%, из них 2,5-4,0% приходится на ведущие нозологические формы заболеваний в острой форме и 3-5% — на сердечно-сосудистые заболевания. Хотелось бы отметить, что смертность от рака легких резко возрастает на 8-11 %. Перспектива роста заболеваний легких у населения, живущего в непосредственной близости к угольным выработкам, по прогнозам составляет 10%.

Угольная пыль при вдыхании попадет в различные области органов дыхания. Частицы размеров больше 10 мкм отделяются в верхних дыхательных путях, то есть в носу и горле, только частицы размером менее 10 мкм достигают более глубоких дыхательных путей, альвеол или легочных альвеол. Для оценки опасности для здоровья, следовательно, большое значение имеет не только концентрация частиц, а также размер частиц. Поэтому высокая концентрация мелкодисперсной пыли особенно опасна. Но опасность не только в угольной пыли, но и в содержащихся в них токсичных веществ, таких как диоксид серы, хлористый водород, ртуть, мышьяк, кадмий и т.д [5,6].

Поэтому **целью** данной работы является анализ проблемы хранения угольного сырья открытым способом и предложение возможных решений по уменьшению или предотвращению выбросов угольной пыли в окружающую среду.

Материалы и результаты исследования. На сегодняшний день во всех угольных складах имеются системы для пылеподавления и предотвращения ветрового уноса угольной пыли. Для этого используются следующие методы:

1. Гидроорошение (рис.1). Это подача воды под высоким напором через оросительные форсунки, установленные по периметру, что создает водную завесу при работах по разгрузке и загрузке угольного сырья. Наибольшая эффективность данной системы пылеподавления наблюдается при отсутствии ветра, а именно уменьшение концентрации пыли в воздухе достигает 80%. Однако, с увеличением скорости ветра эффективность падает, и при скорости ветра в пределах 5-10 м/с может снизиться до 60%. Также основным фактором, влияющим на эффективность пылеподавления, является температура. При отрицательных температурах на выходящем сопле форсунки происходит замерзание воды, вследствие чего снижается и эффективность пылеподавления до 40%. Гидроорошение, в лучшем случае, обеспечивает снижение запыленности воздуха в 10–15 раз, но концентрация пыли в воздухе все равно превышает ПДК. Для необходимого эффекта нужно расходовать большое количество водных ресурсов – более 45–55 литров на тонну угля, что значительно снижает качество угольного сырья и значительно увеличивает энергоемкость процесса [7-9].



Рисунок 1 – Гидроорошение в крупнейшем в Российском порту по перевалке угля АО «Восточный Порт»

2. Покрытие пеной угольных масс эффективно предотвращает ветровой унос пыли до 98%, но не применим при разгрузочно-погрузочных работах, что значительно сужает область применения данного способа. Однако, именно на этой стадии интенсивность пылеобразования наиболее высока. Метод пылеподавления покрытием пеной угольного сырья так же снижет качество угля, пены мешают нормальному протеканию процессов обогащения, поэтому требуется гасить пену, иначе заметно снижается качество кокса [10-12].

3. Противоветровой барьер существенно снижает унос пыли с территории открытых угольных складов, но применимо только к крупнодисперсной и среднedisперсной пыли. К тому же строительство таких экранов является очень дорогим, только высота таких барьеров может достигать 25 метров в высоту [13-15].



Рисунок 2 – Противоветровой барьер в Мурманском порту

Исходя из выше перечисленных методов, применяемых для пылеподавления при эксплуатации открытых угольных складов, следует, они либо малоэффективные, либо энергоемкие, либо имеют большие затраты при проектировании.

Решением проблемы выбросов угольной пыли является давно известная и давно применяемая за границей технология – это закрытые склады угля.

Использование закрытых хранилищ для угля началось в портах Тайваня в конце прошлого столетия, а на текущий момент действующие закрытые склады угля эксплуатируются в Германии (Роттердам), Китае, России ("Восточно-Уральский Терминал"), Северной Корее (Раджин), некоторых европейских странах (Вентспилс, Клайпеда).

Помимо использования при перегрузке на различных этапах транспортировки угля угольные склады закрытого типа используются на тепловых электростанциях, также являющихся потребителями угольного топлива. Специфика проблем хранения угля при перегрузке в порту схожа с теми проблемами, которые возникают при эксплуатации тепловых электростанций. Одним из ярчайших примеров использования закрытых складов угля на электростанциях является угольный склад электростанции Бокамина, расположенной в городе Коронель в Чили. Решение возвести закрытое хранилище угля было

обусловлено желанием руководства электростанции соответствовать высочайшим экологическим стандартам в мире. Данное хранилище является уникальным и представляет собой купольную камеру для хранения угля неправильной формы. Ёмкость хранилища составляет 150000 тонн, а площадь более 15000 квадратных метров. На данном складе применяется естественная и принудительная вентиляция для обеспечения безопасной эксплуатации. Формирование штабеля угля осуществляется с помощью поворотного штабелера и фронтальных погрузчиков, что обеспечивает максимально эффективное использование рабочих площадей склада такого типа.

Кроме терминалов перегрузки и электростанций закрытые угольные склады используются на обогащательных угольных фабриках, некоторых химических заводах, предприятиях по производству угольного кокса, а также на металлургических комбинатах и заводах. Однако, использование закрытых хранилищ угля в вышеперечисленных случаях не рассматривается в данной работе по причине совершенно иных условий, при которых осуществляется хранение угля.

Поэтому замена открытых складов угля закрытыми складами решила бы ряд проблем, таких как:

- выбросы угольной пыли в атмосферу;
- окисление углей и дальнейшая потеря их при переработке;
- воздействие атмосферных осадков (дождь, снег и т.д.);
- измельчение угля до более мелких фракций;
- значительные капитальные и эксплуатационные затраты на пылеподавляющие устройства;
- несовершенное с технологической точки зрения и малопроизводительное транспортное оборудование;
- большой штат высококвалифицированного эксплуатационного персонала;
- малая производительность обратной подачи со склада, по сравнению с устройствами при погрузке угля в железнодорожные вагоны [16-17].

В свою очередь закрытые склады угля имеют ряд преимуществ перед складами открытого типа:

- защищенность от ветра и атмосферных осадков,
- отсутствие потерь при перегрузочных работах,
- отсутствие выбросов угольной пыли в атмосферу,
- компактность,
- полная механизация транспортных операций [18].

По результатам расчета, приведенным в «Технологии производства кокса», при вместимости до 100 тыс. т закрытые склады экономичнее открытых, а при большей емкости затраты на них больше.

К тому же, если учесть, что ежегодно открытыми складами угля в атмосферу выбрасываются 50 т. угольной пыли, а закрытые склады полностью исключают выбросы, выбор очевиден [9].

На сравнительную оценку стоимости проектирования и строительства складов, закрытого и открытого типа, могут повлиять лишь объем грузооборота, ко-

торый будет планироваться, так же естественные условия территорий и акваторий, характер грунтов, близость жилья и т.д. Накопленный опыт, как мировой, так и внутренний, говорит о том, что открытые и закрытые технологии перевалки угля, как минимум, выигрывают точки зрения цены, при этом закрытые технологии могут быть в десятки, а то и в сотни раз дешевле. [20]. Однако в целом, закрытые терминалы могут быть дешевле по следующим основным причинам:

- нет необходимости в применении дорогостоящих пылеподавляющих технологий, что значительно снижает затраты;
- очистные сооружения значительно дешевле;
- оборудование, которое необходимо для складов угля закрытого типа, дешевле, чем для складов открытого типа;
- площадь территории закрытого перегрузочного комплекса в 2-3 раза меньше, соответственно, расходы, которые идут на планировочные работы инженерных коммуникаций, прокладку автодорог и прочих моментов, будут значительно меньше.
- сеть конвейерных линий и число перегрузочных станций значительно меньше;
- штрафные санкции, из-за которых происходит загрязнение окружающей среды, будут исключены и т. д. [21-23].
- расход на энергопотребление значительно ниже, то есть меньше не только капитальные затраты, но и эксплуатационные расходы;

Закрытые склады угля решают ряд проблем, которые присутствуют при эксплуатации открытых, но возникает проблема, характеризующаяся высокой концентрации пыли с выделяющимся газом метаном внутри закрытых складов. Данная проблема, связанная с условиями в закрытых угольных складах, является мало изученной и требует более детального анализа.

Заключение. Переход от открытого типа хранения к закрытому типу хранения и перевалки угля предотвращает выбросы угольной пыли в атмосферу. Поэтому предложенное решение перехода к закрытому хранения угля, по уменьшению и предотвращению выбросов угольной пыли в окружающую среду имеет большой потенциал в будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Захаренков В.В., Кислицына В.В. Гигиеническая оценка условий труда и профессионального риска для здоровья работников угольной шахты // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 11. – С. 14-18.
2. Захаренков В.В., Олещенко А.М., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г., Суржиков Д.В. Оценка профессионального риска для здоровья работников угольных разрезов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3; URL: <http://www.science-education.ru/109-9319> (дата обращения: 24.02.2014).
3. Захаренков В.В., Суржиков Д.В., Олещенко А.М., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г., Большаков В.В., Мотуз И.Ю. Классификация условий труда работников угольных разрезов по факторам риска // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 12. – С. 85-87.
4. Кислицына В.В., Корсакова Т.Г., Мотуз И.Ю. Особенности

условий труда и профессионального риска работников, занятых при открытой добыче угля // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 4. – С. 52-55.

5. Фоменко Д.В., Уланова Е.В., Золоева П.В., Захаренков В.В., Бурдейн А.В., Панев Н.И. Клинико-экспериментальное исследование метаболических изменений организма при длительном вдыхании угольно-породной пыли // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2010. – Т. 30. – № 1. – С. 117-122.

6. Фоменко Д.В., Пэрохова Л.Г., Панев Н.И., Казницкая А.С., Бондарев О.И. Клинико-экспериментальные исследования метаболического ответа организма на хроническое воздействие угольно-породной пыли // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 2. – С. 15-21.

7. Михайлова Н.Н., Бугаева М.С., Бондарев О.И. Влияние вдыхания угольно-породной пыли на морфологические изменения сердечной мышцы (экспериментальные исследования) // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2012. – № 5-2 (87). – С. 112-114.

8. Ветошкин А.Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов: Учебно-практическое пособие / Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 316 с.

9. Иванов Е.Б., Мучник Д.А. Технология производства кокса. – Киев.: Издательское объединение «Вища школа»./1976г., 232 с.

10. Кривошеин Д.А. Основы экологической безопасности производств / Д.А. Кривошеин, В.П. Дмитренко, Н.В. Федотова / Издательство: Лань, 2015 – 336 с.

11. Мотузова Г.В. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия/ Г.В. Мотузова, Е.А. Карпова / М.: Издательство Московского университета, 2013. – 302 с.

12. Редина М.М. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды / М.М. Редина, А.П. Хаустов / Издательство: Юрайт, 2016. – 431с.

13. Чекалова Л.В. Экотехника. Аппаратура процессов очистки промышленных газов и жидкостей: учебное пособие. / Л.В. Чекалова, А.В. Сугака, Д.Е. Смирнов / под общ. ред. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2013. – 180 с.

14. Dennis P. Nolan. Loss Prevention and Safety Control: Terms and Definitions.: CRC Press, Published June 14, 2017 year – 324 pp.

15. Usmanova R.R., Clearing of Industrial Gas Emissions: Theory, Calculation, and Practice/ R.R. Usmanova, G.E. Zaikov / CRC Press, 2014 year –384 pp.

16. André B. de Haan. Process Technology: An Introduction.: Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2015 year – 540 pp.

17. Seville J.P. Gas Cleaning in Demanding Applications.: Springer Science & Business Media, 2013 year –310 pp.

18. Sanitary Protection of Atmospheric Air: Purification of Industrial Discharge Gases from Suspended Substances/ Vladimir Uzhov// U.S. Department of Commerce, Office of Technical Services. 2016. Vol. 153 pp.

19. Process Engineering Data Book/ Nicholas P. Cheremisinoff, Louise Ferrante// CRC Press.2015. – 349 pp.

20. Occupational Safety and Hygiene VI: Proceedings of the 6th International Symposium on Occupation Safety and Hygiene/ Pedro M. Arezes, João Santos Baptista, Monica P. Barroso, Paula Carneiro, Patrício Cordeiro, Nelson Costa, Rui B. Melo, A. Sergio Miguel, Gonçalo Perestrelo// CRC Press. 2018. - 620 pp.

21. Industrial Safety Management: 21st Century Perspectives of Asia/ J Maiti, Pradip Kumar Ray// Springer. 2017. - 156 pp.

22. Handbook of Occupational Safety and Health/ S. Z. Mansdorf/John Wiley&Sons. 2019.-752 pp.

23. Occupational Safety and Hygiene IV/ Pedro M. Arezes, João Santos Baptista, Monica P. Barroso, Paula Carneiro, Patrício Cordeiro, Nelson Costa, Rui B. Melo, A. Sergio Miguel, Gonçalo Perestrelo// CRC Press. 2016. - 636 pp.

Статья поступила в редакцию 27.04.2020

Статья принята к публикации 10.06.2020