

DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.10.2.007

УДК 658.345:622

© Т.С. Клепова, 2019

**Т.С. КЛЕПОВА**

эколог

АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово

e-mail: t.klepova@nc-vostnii.ru



### СОСТОЯНИЕ И РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА В РАЙОНАХ ДЕЙСТВУЮЩИХ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*В статье приведены данные по запыленности воздуха в районах работы угольных предприятий Кемеровской области. Проведен краткий анализ причин повышенного загрязнения воздуха пылью при отработке угольных месторождений. Выполнен обзор способов и средств пылеподавления, мероприятий по снижению запыленности воздуха.*

Ключевые слова: ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЕ, ПЫЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ, ПЫЛЬ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ, ДИСПЕРСНАЯ ФАЗА, ОРОШЕНИЕ И УЛАВЛИВАНИЕ ПЫЛИ, СРЕДСТВА ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ, ХИМИЧЕСКАЯ ПЕНА, МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА.

Пылеподавление представляет собой комплекс мероприятий по борьбе с пылью, направленный на связывание с помощью различных способов и технических средств образующейся и образовавшейся до подъема в воздух и осаждение взвешенной в воздухе пыли.

Внедрение способов и средств борьбы с пылью на угольных предприятиях позволит решать проблемы санитарно-гигиенического и экологического характера, а также технико-экономические задачи.

Пыль представляет собой аэрозоль – дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсионной средой – воздух. Производственную пыль классифицируют по происхождению, способу образования и размерам частиц (дисперсности) [1].

Производственная пыль (пыль неорганическая) – это совокупность тонкодисперсных минеральных частиц, образующихся из иско-

паемого угля и пустой породы и находящихся во взвешенном или осевшем состоянии [2].

Размеры частиц пыли изменяются от 1 мм до долей микрона. Мельчайшие частицы 0,01–0,1 микрон (мкм) могут находиться в воздухе длительное время в состоянии броуновского движения. Более крупные частицы оседают из воздуха со скоростью, обусловленной размером и удельным весом. Чем меньше пылевые частицы, тем больше их активность. Степень запыленности воздуха выражают в миллиграммах пыли на 1 м<sup>3</sup> воздуха. В чистом воздухе содержится меньше 1 мг пыли на 1 м<sup>3</sup>. При большой запыленности содержание пыли в воздухе достигает сотен и даже тысяч миллиграммов на 1 м<sup>3</sup> [1].

Выделение пыли на разрезах происходит при всех основных технологических процессах с интенсивностью до десятков г/с. Крупнодисперсные фракции пыли осаждаются внутри разреза, фракции размером менее 50 мкм

выносятся воздушными потоками за пределы разрезов, загрязняя окружающую среду.

Загрязнение воздуха в районе предприятий угольной промышленности зависит от климатических и горно-геологических условий. Например, при сухом континентальном климате, особенно при сильных ветрах, создаются условия для интенсификации поступления в приземные слои атмосферы и перемещения в них пыли. Уже при скорости ветра

2 м/с сухая пыль сдувается и переносится на значительные расстояния. Росту выбросов пыли в атмосферу также способствует сооружение высоких отвалов, поскольку скорость ветра увеличивается по мере роста их высоты [3].

Ниже представлены данные из реестра ОНВОС по выбросам пыли неорганической от угольных предприятий Кемеровской области, а также по районам и городам (табл. 1–3, рис. 1–2) [4].

Таблица 1  
Масса выбросов пыли неорганической от угольных предприятий Кемеровской области

Масса выбросов пыли неорганической от угольных предприятий Кемеровской области (т/год)	
Добыча угля подземным способом	3 231,769
Добыча угля открытым способом	34 778,737
Обогащение угля	2 435,28
<b>Итого</b>	<b>40 445,79</b>

Таблица 2  
Масса выбросов неорганической пыли по районам Кемеровской области (т/год)

Наименование района	Масса образующейся пыли неорганической, тонн/год (согласно реестру ОНВОС)
Кемеровский район	5 607,510
Беловский район	3 061,167
Прокопьевский район	3 799,787
Ленинск-Кузнецкий район	723,717
Новокузнецкий район	8 623,640
Гурьевский район	1 082,920
Краснобродский ГО	3 156,763
Тисульский район	1,395



Рис. 1. Масса образующейся пыли неорганической по районам

Таблица 3

Масса выбросов неорганической пыли по городам Кемеровской области (т/год)

Наименование города	Масса образующейся пыли неорганической, тонн/год (согласно реестру ОНВОС)
г. Анжеро-Судженск	7,741
г. Белово	740,090
г. Березовский	12,222
г. Польшаево	53,112
г. Новокузнецк	511,843
г. Междуреченск	3787,816
г. Мыски	897,137
г. Ленинск-Кузнецкий	5,006
г. Киселевск	2011,337
г. Прокопьевск	1030,766
г. Калтан	2856,039
г. Осинники	2475,777



Рис. 2. Масса образующейся пыли неорганической по городам

Как представлено в таблице, большие выбросы пыли неорганической образуются в Новокузнецком районе и г. Междуреченске, где сосредоточено множество разрезов и обогатительных фабрик (табл. 2–3, рис. 1–2). Большая часть выбросов пыли неорганической образуется в результате открытой добычи и обогащения угля (табл.1).

Основная масса пыли образуется при ведении добычных работ и проведении выработок, а также при погрузке и транспортировке горной породы.

Пыль, образующаяся при добыче угля подземным способом, осаждается под действием системы орошения комбайнов при отбойке угля, водяных завес на исходящих струях. Однако определенное количество пыли попадает в системы вентиляции и воздухоочистки и выбрасывается в атмосферу. Кроме того, при шахтной добыче осуществляется ряд технологических операций на поверхности земли (транспортировка угля в надшахтных сооружениях, складирование угля, погрузка, отва-

лообразование), которые сопровождаются эмиссией пыли в атмосферу [3].

С целью снижения запыленности воздушной атмосферы на предприятиях, ведущих открытую и подземную разработку угольных месторождений, выполняются мероприятия, направленные на предупреждение пылеобразования: предварительное увлажнение угольного массива, промывка скважин водой, орошение, пылеулавливание [5].

**Существуют следующие способы борьбы с пылью на горных предприятиях:**

1. Предупреждение или снижение пылеобразования.

Одним из эффективных способов предотвращения пылеобразования является предварительное увлажнение угольного массива. Сущность предварительного увлажнения заключается в том, что нагнетаемая в пласт под давлением жидкость приводит к увеличению влажности угля, вызывающему образование из пылинок, находящихся в трещинах, агрегатов, которые при поступлении в воздух бы-

стро осаждаются. Повышает эффективность увлажнения пласта добавка поверхностно-активных веществ (ПАВ). Снижается образование пыли и в случае использования гидротбойки угля и пород [5].

2. Наиболее распространенным способом осаждения пыли из воздуха является орошение. Суть его заключается в том, что при встрече движущейся в воздухе капли жидкости с пылинкой происходит их соударение, захват каплей пылинки и ее смачивание. Образовавшийся при этом агрегат капля-пылинка выпадает из воздуха на почву или осаждается на стенки выработки.

Низконапорное орошение (давление жидкости у оросителя до 2 МПа) применяют в очистных и подготовительных забоях для подачи воды в зону разрушения массива (расход воды 10–25 л/т). Применяется такое орошение при погрузке и перегрузке горной массы (расход воды 6–15 л/т), а также с целью осаждения витающей пыли из воздуха. Высоконапорное орошение (давление воды до 15 МПа) обеспечивается туманообразователями для осаждения пыли, витающей в воздухе [5].

3. Эффективное пылеподавление осуществляют при применении химической пены. Суть метода заключается в том, что при подаче пены в места пылеобразования она растекается по поверхности горной массы, смешивается с ней и интенсивно разрушается.

Образующаяся при этом жидкость смачивает горную массу и предотвращает переход пыли во взвешенное состояние. Пена создает большую поверхность взаимодействия жидкости с горной массой и способствует эффективному подавлению тонких фракций пыли и экранированию очагов пылеобразования.

4. Концентрацию выделившейся в воздух пыли снижают путем дополнительной подачи воздуха средствами вентиляции. Вентиляция предусматривает вынос пыли из забоя и разжижение пылевого аэрозоля поступающим свежим воздухом [5].

В случае использования вентиляции в качестве пылезащитного средства рекомендуют принимать следующие оптимальные скорости движения воздуха по пылевому фактору:

в подготовительных выработках – 0,4–0,7 м/с; в очистных забоях – 1–3 м/с.

5. Выделяющуюся пыль удаляют путем пылеотсоса. Суть пылеулавливания заключается в том, что выходящий из специального устройства воздух создает в определенной области разрежение, куда подсасывается запыленный воздух, на него, в свою очередь, воздействует тонкодиспергированная жидкость. Осажденная пыль в виде шлама удаляется. Эффективность пылеподавления такого способа достигает 95–99 % при давлении воды 0,8–1 Мпа, давлении сжатого воздуха 0,3–0,4 Мпа и расходе воды 0,5–3,5 л/мин [5].

6. Применение защитных экранов. Это могут быть ветрозащитные стенки с перфорацией, ограждающие лесополосы, а также удаление угольного склада от зон жилой застройки.

Смысл пылезащитных стенок – борьба не с самой угольной пылью, а с ее распространением на большие расстояния. Перфорация в стенках позволяет существенно снизить скорость ветра. Как следствие, пылинки угля быстрее оседают, а площадь распространения пыли уменьшается [1].

Для осуществления мероприятий по борьбе с пылью необходимы разнообразная аппаратура и оборудование: вентиляторы, трубопроводы и контрольная аппаратура; оросители и туманообразователи различных конструкций; нагнетательные трубы; отсасывающие устройства; фильтры и другие пылеулавливающие установки [6].

Информация о средствах пылеподавления и их эффективность представлена в таблице 4 [3].

Средства пылеподавления

Вид деятельности	Назначение оборудования	Наименование оборудования для пылеподавления	Эффективность пылеподавления пылеулавливания*
Добыча угля подземным способом	Орошение (в том числе предварительное) угольного массива, очистных забоев и других пылящих поверхностей: – при машинной погрузке породы в забоях, при загрузке вагонеток углем из люков, в местах перегрузки с конвейера на конвейер; – при работе комбайнов, врубовых машин, отбойных молотков; – после взрыва шпуров, а также при спуске угля.	– стационарные оросительные, – распылительные, оросительно-вентиляционные установки, – водяные оросители	70–98 %
	Пылеподавление при передвижке секций механизированной крепи	Водовоздушный эжектор	80–93%
	Улавливание пыли: – при проведении буровых, выемочно-погрузочных работ и транспортировке угля конвейерным способом, – при работе перфораторов и самоходных буровых установок	Пылеулавливающая установка	до 99,9 % (улавливаются частицы размером от 0,05 мкм)
	Пылеподавление пенной: – при очистных работах, – при транспортировке горной массы ленточными конвейерами	Ствол воздушно-пенный, пеногенератор, пенообразователь	90–98 %
Добыча угля открытым способом	Стационарные оросительные, распылительные, оросительно-вентиляционные установки	Орошение (в том числе предварительное) экскаваторных забоев, участков буровзрывных работ и других пылящих поверхностей: – при буровзрывных работах; – при выемочно-погрузочных работах – при транспортировке угля конвейерным транспортом;	Эффективность пылеподавления: до 50–100 %
	Поливооросительная машина	– Орошение и обработка автодорог и других пылящих поверхностей; – орошение экскаваторных забоев; – тушение возгораний	Емкость бака с водой: от 40 до 130 м <sup>3</sup> . Эффективность пылеподавления: до 50–100 %
	Пылеулавливающая установка	Улавливание пыли при проведении буровых, выемочно-погрузочных работ и транспортировке угля конвейерным способом	Эффективность пылеулавливания: до 99,9%. Улавливаются частицы размером от 0,05 мкм

Вид деятельности	Назначение оборудования	Наименование оборудования для пылеподавления	Эффективность пылеподавления пылеулавливания*
Обогащение угля	Пылеуловитель	Улавливание пыли технологических газов и воздуха на сушильных установках, в системах промышленной вентиляции и аспирации УОФ (в процессе сушки, при дроблении, сортировки сырья по крупности, грохочении, сухом измельчении, сухой магнитной сепарации, при перегрузке продуктов и т. д.)	Производительность: – ПБЦ (12–175 тыс. м <sup>3</sup> /ч); – ПБЦГ (15–180 тыс. м <sup>3</sup> /ч). Эффективность пылеулавливания до 99,9 %
	Аппарат мокрой газоочистки	Окончательная очистка запыленных газов мокрым способом в системах аспирации и промышленной вентиляции УОФ	Производительность – 12–175 тыс. м <sup>3</sup> /ч. Эффективность – до 97%

### Вывод

Правильное применение описанного выше комплекса способов и средств пылеподавления и мероприятий по снижению запыленности воздуха позволяет обеспечить

допустимые нормы содержания пыли в производственной атмосфере и решить экологическую проблему запыленности воздуха в окружающей угольные предприятия воздушной среде.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булгаков Ю.Ф., Овчаренко В.Л. Пылевая опасность угольного производства / под общ. ред. Ю.Ф. Булгакова. Донецк, 2017. 234 с.
2. ГОСТ Р 58196-2018 Горное дело. Борьба с пылью на угледобывающих предприятиях. Термины и определения // <http://docs.cntd.ru/document/1200160179> (дата обращения 20.05.2019).
3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям от 15.12.2017 № 37-2017. ИТС 37-2017 «Добыча и обогащение угля» // <http://docs.cntd.ru/document/556173717> (дата обращения 20.05.2019)
4. Сайт Управления Росприроднадзора по Кемеровской области: <http://42.rpn.gov.ru/>
5. Портола В.А., Бурков П.В., Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело: учебное пособие. Томск, 2008. 201 с.
6. Руководство по предотвращению пылеобразования и подавлению пыли при подземных разработках, проходке туннелей и на открытых горных работах. М.: Изд-во «Недра», 1969. 310 с.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.10.2.007

UDC 658.345:622

© T.S. Klepova, 2019

**T.S. KLEPOVA**

Environmental Engineer

JSC «NC VostokNII», Kemerovo

e-mail: t.klepova@nc-vostnii.ru

**CONDITION AND SOLUTION OF ENVIRONMENTAL DUST PROBLEM AIR  
IN AREA OF OPERATING COAL ENTERPRISES**

*The article presents air dustiness data in areas of coal enterprises working in Kemerovo region. Short analysis has been made by reasons of increased air pollution with dust during mining of coal fields. Review of methods and means of dust suppression is executed, measures to reduce air dust.*

Keywords: DUST SUPPRESSION, PRODUCTION DUST, INORGANIC DUST, DISPERSE PHASE, SPRAYING AND TRAPPING DUST, DUST FERTILIZER MEANS, CHEMICAL FOAM, MEASURES TO REDUCE AIR DUST.

**REFERENCES**

1. Bulgakov Yu.F., Ovcharenko V.L. Dust hazard of coal production / general edition by Yu.F. Bulgakov. Donetsk, 2017. 234 p. (In Russ.).
2. State standard specification P 58196-2018 Mining. Fight against dust at the coal-mining enterprises. Terms and definitions // <http://docs.cntd.ru/document/1200160179> (appeal date 20.05.2019) (In Russ.).
3. Information and technical reference book on the best available technologies dated December 15, 2017 No. 37-2017. ITS 37-2017 «Extraction and enrichment of coal». (In Russ.).
4. The site of the Office of Rosprirodnadzor in Kemerovo Region: <http://42.rpn.gov.ru/> (In Russ.).
5. Portola V.A., Burkov P.V., Grishagin V.M., Farberov V.Ya. Safety of mining and mine rescue work. Tomsk, 2008. 201 p. (In Russ.).
6. Guidelines for the prevention of dust generation and the suppression of dust during underground mining, tunneling and opencast mining. M.: Publishing house «Nedra», 1969, 310 p. (In Russ.).