

УДК 69

DOI 10.21661/r-554160

*Курган Е.О., Чернышева В.В.*

## **ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ОПЕРАТОРА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПЕРЕВАЛКИ УГЛЕЙ В ПОРТУ**

***Аннотация:** в статье рассмотрены вредные производственные факторы, возникающие на рабочем месте операторов, участвующих в процессе перевалки угля. Названы источники пылеобразования в угольных терминалах, концентрации аэрозолей, величины общих и локальных вибраций, величины шума. Предложены мероприятия, позволяющие снизить уровень воздействия вредных производственных факторов, в частности, пылеподавление, улучшив, таким образом, условия работы операторов.*

***Ключевые слова:** повышенная концентрация пыли, источники пылеобразования, шум, вибрация, мероприятия по охране труда, гидрообеспыливание, установки пылеподавления.*

Длительное воздействие повышенных концентраций пыли при выполнении производственных операций приводит к тяжелым профессиональным заболеваниям органов дыхания – пневмокониозам и пылевым бронхитам. Нозологическая форма пневмокониозов определяется вещественным составом аэрозолей.

При погрузочно-разгрузочных операциях угля на морских угольных терминалах также, как и в угольной промышленности распространены следующие заболевания [1; 3; 6]:

- силикоз – воздействие пыли с высоким содержанием диоксида кремния;
- антракоз – воздействие угольной пыли;
- антракосиликоз – воздействие угольно-породной пыли.

Основную опасность для оператора крана-манипулятора представляет витающая и отложившаяся пыль, способная переходить из аэрозольного состояния в аэрогельное (отложившееся) и обратно.

Значительная часть указанной пыли переходит во взвешенное состояние, оседает в выработках и производственных помещениях предприятий по транспортировке и переработке угля. В ходе транспортировки угля за пределами шахт рост доли пылевых фракций в угле возрастает. Угольная пыль (фракции угля 0–1 мм) составляет 19,5–22,4% от общего объема угля, перерабатываемого на складах, терминалах и в портах. Одной из основных причин высокого уровня запыленности и пылеотложений на углеперерабатывающих и транспортных предприятиях является неполный учет климатических условий России. Наибольшая запыленность на портовых терминалах наблюдается в период с декабря по февраль при переработке «вымороженных», т.е. дегидрированных, углей, подвергшихся воздействию температур в диапазоне от -25 до -50 °C [5].

К основным климатическим особенностям России, оказывающим влияние на процессы образования пыли и пылевыведения в ходе транспортировки угля, необходимо отнести температурный и ветровой факторы. Температура воздуха колеблется от +40 до -42 °C, среднегодовое ее значение для портов и угольных терминалов составляет 0,3–1 °C (Дальневосточный регион, Хабаровский край). При этом значительная часть пылевыведения происходит из «вымороженных» углей. При перевозке угля в зимний период с температурой воздуха от -25 до -42 °C происходит процесс дегидрации (вымерзания влаги). В этот период в технологических операциях по выгрузке угля и его транспортировке происходит выделение в рабочую атмосферу в три – пять раз большего количества пыли, чем в другие периоды года. Важную роль играют влажность, наличие дождя или тумана.

Направление и сила ветра показывают, что основу их в холодные периоды года составляют северо-западные ветры с максимумом в декабре -около 48,9%. Летом господствующими ветрами становятся северо-восточные, восточные и юго-восточные. В июне их повторяемость составляет 45,6%. В целом за год повторяемость ветров более 10 м/с составляет около 5%, более 15 м/с – 0,29%.

Скорость ветра определяет интенсивность выноса пыли со склада (штабелей), с открытых участков ленточных конвейеров. Направление ветра определяет

интенсивность отложения пыли на территории комплекса: при северо-западных ветрах (зимний период) значительная часть пыли выносится в Татарский пролив или осаждается на ледяном покрове.

Во время летних ветров практически вся пыль осаждается на территории комплекса.

В целом необходимо констатировать, что пылевой фактор является одним из важнейших в угольной промышленности, аэрозоли с углепородной дисперсной фазой представляют серьезную опасность для здоровья работника. Наряду со средствами улавливания и пылеподавления требуется применение систем мониторинга для отслеживания процессов распространения аэрозолей.

Основными источниками пылеобразования в угольных терминалах являются [7]:

- пересыпные станции угля из вагонов на склады;
- открытые склады угля;
- открытые транспортные конвейеры;
- погрузка угля грейфером в трюм;
- транспортировка угля с помощью манипуляторов и погрузчиков.

С физиологической точки зрения основной нормой является предельно допустимая концентрация (ПДК) пыли в воздухе рабочей зоны – это концентрация вдыхаемой пыли ( $\text{мг/м}^3$ ), которая при нормируемой продолжительности рабочего дня (но не более 41 ч в неделю) в течение всего трудового стажа работающего не может вызвать у него заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых в процессе работы или в отдаленные сроки жизни.

ПДК пыли в соответствии с действующими в Российской Федерации гигиеническими нормативами [7] приведены в таблице 1.

Таблица 1

## ПДК аэрозолей в воздухе рабочей зоны

№ п/п	Вид аэрозоля	ПДК, $\text{мг/м}^3$
1	Кремний диоксид кристаллический при содержании в пыли более 70% (кварц, кристобалит, тридимит)	1

2	Кремний диоксид кристаллический при содержании в пыли от 2 до 10% (гранит, шамот, слюда-сырец, углеродная пыль и др.)	2
3	Кремний диоксид кристаллический при содержании в пыли от 2 до 10% (горючие кукурсиновые сланцы, медносульфидные руды и др.)	4
4	Антрацит с содержанием свободного диоксида кремния до 5%	6
5	Другие ископаемые угли и углеродные пыли с содержанием диоксида кремния до 5%	10

Анализ вредных и опасных производственных факторов для машиниста крана приведен в таблицах 2, 3, 4, 5 на основании специальной оценки условий труда [Данные специальной оценки условий труда оператора крана-манипулятора, проведенная на предприятии ОАО «Стивидорная компания «Малый порт» в 2016 году].

Таблица 2

Величина содержания пыли на рабочем месте оператора крана-манипулятора

№	Наименование фактора	Источник	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Фактическое значение	Класс условий труда
1	Воздух рабочей зоны	Ископаемые угли и углеродные пыли с содержанием свободного диоксида кремния до 5%	10	12	3.1

Как видно из таблицы 3, класс условий труда соответствует вредным условиям, 3.1

Таблица 3

Величина локальная вибрации на рабочем месте оператора крана-манипулятора

№	Наименование фактора	Источник	Временная характеристика	Ось	ПДУ, дБ	Факт. значение, дБ	Класс условий труда
1	Локальная вибрация	Портальный кран	Постоянная	X	126	115	2
				Y	126	114	
				Z	126	92	

Величина локальной вибрации соответствует допустимому уровню, 2 класс условий труда.

Таблица 4

Величина общей вибрации на рабочем месте оператора крана-манипулятора

№	Наименование фактора	Источник	Временная характеристика	Ось	ПДУ, дБ	Факт. значение, дБ	Класс условий труда
1	Общая вибрация	Портальный кран	Постоянная	X	112	92	2
				Y	112	92	
				Z	115	99	

Величина общей вибрации так же соответствует допустимому уровню, 2 класс условий труда.

Таблица 5

Величина значений уровня шума на рабочем месте  
оператора крана-манипулятора

№ п/п	Наименование фактора	Источник	Временная характеристика	ПДУ, дБ	Факт. значение, дБ	Класс условий труда
1	Шум	Портальный кран	Постоянная	80	73	2

Величина уровня шума в кабине оператора крана-манипулятора так же соответствует допустимому уровню, 2 класс условий труда.

Исходя из результатов анализа вредных и опасных производственных факторов (таблицы 2, 3, 4, 5) можно сделать вывод, что наиболее вредными производственными факторами на производственно-перевалочном комплексе является запыленность воздуха рабочей зоны, а именно химический фактор, концентрации которого превышают предельно допустимые.

Как и в случаях с другими производственными факторами, защита от действия производственной пыли производится техническими средствами – коллективными и индивидуальными, организационно-техническими и организационными [8].

Широко распространенным способом осаждения пыли является орошение. Суть этого способа заключается в том, что при взаимодействии капли жидкости с частицей пыли происходит ее смачивание, захват каплей и осаждение получившегося агрегата на почву. Способы «мокрого» обеспыливания: гидрообеспыливание, парообеспыливание, обеспыливание пеной в месте образования пыли.

Гидрообеспыливание оборудования – увлажнение перерабатываемых материалов и осаждение взвешенной в воздухе пыли. Осуществляется орошением очагов запыления форсунками или другими оросителями [9].

Парообеспыливание оборудования – осаждение взвешенных в воздухе частиц за счет конденсации пара на их поверхности и, как следствие, увеличении их размеров и массы. Осуществляется за счет подачи пара в очаг пыления.

Обеспыливание пеной – осаждение взвешенных частиц пыли на пузырьках пены за счет инерционных, гравитационных и диффузионных сил, а также улавливание частиц пыли в массе пены. Осуществляется за счет подачи пены в транспортируемый пылящий материал или непосредственно в очаг пыления.

Указанные методы применяются в случаях, когда транспортируются или перегружаются пылящие материалы. Эффективность рассмотренных процессов зависит от расположения оросителей (устройств подачи пара, пеногенераторов), расходования жидкости (пара, пены), размеров частиц и их плотности, аэродинамических свойств частиц пыли и капель жидкости (пузырьков пены) и сочетания физико-химических свойств жидкости (пены) и обеспыливаемых материалов.

Если пылеподавление невозможно по условиям технологического процесса, то используется пылеулавливание.

На предприятие можно внедрить в эксплуатацию систему пылеподавления, включающую в себя стационарные установки пылеподавления типа «Super Polecat» (4 ед.). Установки работают круглосуточно. Дальность распыла струи до 70 м. Потребность в дополнительном количестве воды при максимальной (круглосуточной) работе пушек – 792 куб.м/сут. На каждой пушке смонтировано по 5 контуров форсунок подключения воды (0,1, 2, 3, 4), с разными расходами по контурам, которые можно подключать выборочно в зависимости от количества выделяемой пыли в каждом конкретном случае.

Минимальный расход на каждой пушке, который соответствует открытию контура 0, около 4куб.м/час.

Максимальный, который соответствует полному подключению всех контуров, – около 10 куб.м/час (на 1 пушку).

Количество работающих пушек также определяется необходимостью их подключения в каждом конкретном случае и зависит от загруженности комплекса и погодных условий. Поэтому рабочий диапазон системы по расходу воды варьируется от 4 до 33 куб.м/час (когда работают все 4 пушки на всех контурах). Максимальная потребность в воде рассчитана исходя из непрерывной загрузки всех пушек в течение суток. Так как система пылеподавления рассчитана на орошение при погрузо-разгрузочных работах, в реальных условиях расход воды будет меньше.

Так как технической документацией определены требования к качеству используемой воды, водоснабжение стационарной системы пылеподавления предусматривается из централизованного водопровода. Для резервирования запаса воды и создания необходимого напора предусмотрен подземный резервуар объемом 500 куб.м.

Установки пылеподавления могут работать и в зимнее время года, в период отрицательных температур.

Мобильные установки пылеподавления в количестве 4 ед: Samangan SD-50 (2 ед), дальность распыла струи до 50 м; spraystream (1 ед.), дальность распыла струи до 50 м; несамоходная мобильная система пылеподавления с емкостью для воды 8 куб.м – 1 ед, дальность распыла струи до 60 м.

Запасы воды для орошения штабелей угля предусмотрен в резервуаре повторного водоснабжения объемом 100 куб.м. Наполнение резервуара происходит во время выпадения осадков. Отстоявшаяся вода закачивается в емкость мобильной системы пылеподавления.

Пушки рейсируют в течение дня по технологическим проездам между складов угля.

Согласно «Каталога шахтопластов СССР по пылевому фактору» [4], перегружаемые угли относятся к умеренно пыльным. При перегрузках эти угли выделяют пыль с размерами частиц от 30 до 100 мкм, поэтому для эффективной

работы системы пылеподавления размеры капель, создаваемых пушками пылеподавления, должны быть не более 30–50 мкм. Для создания капель такого размера требуются форсунки с уменьшенными диаметрами сопла, что также будет способствовать пониженному расходу.

Расчётное размещение установок пылеподавления представлено на рисунке 1.

Местоположение стационарных и мобильных пушек, радиус струи и угол вращения позволяют орошать 100% площади складов «неочищенного угля» (коэффициент снижения выбросов принят 0,7), и 55% площади складов «очищенного угля» (коэффициент снижения выбросов принят 0,385)

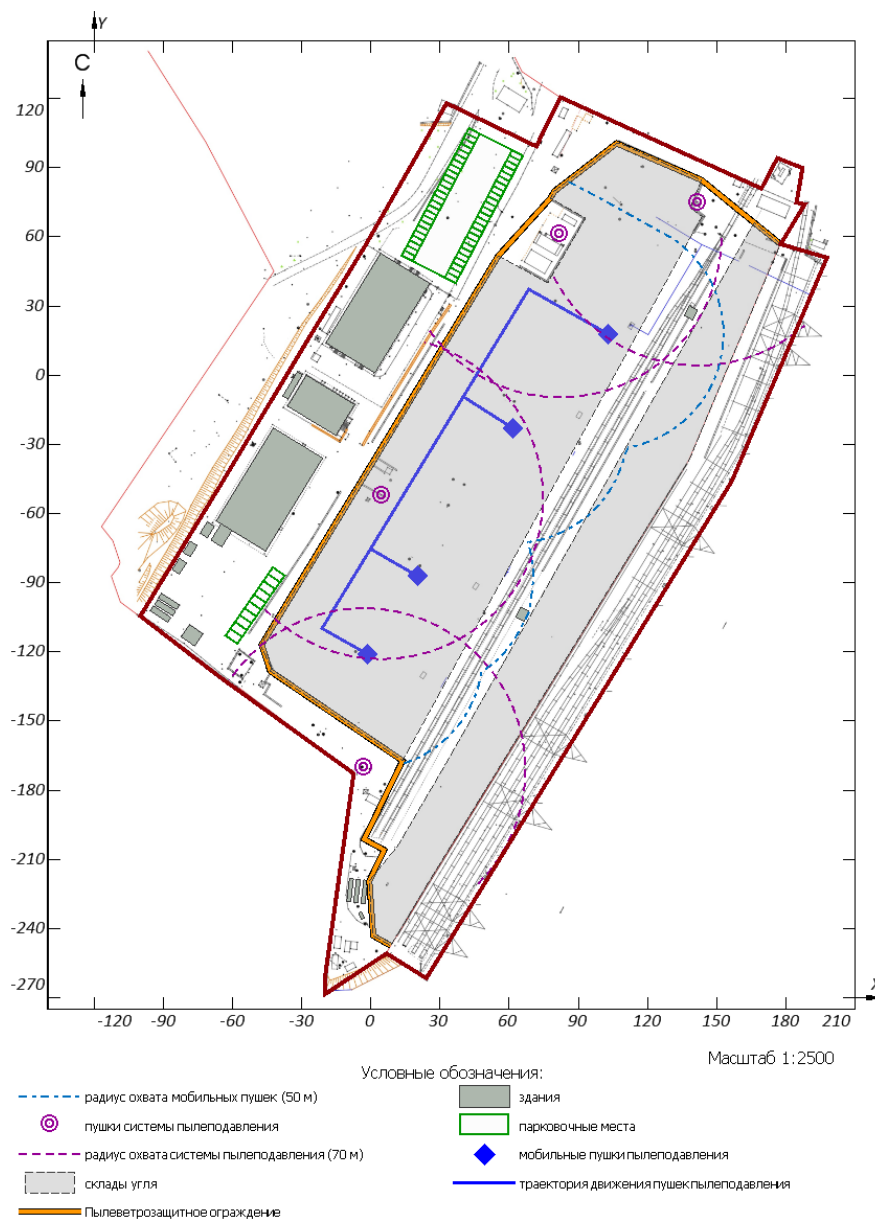


Рис. 1. Схема размещения установок пылеподавления



Во избежание выхода из строя техники орошение в районе погрузо-разгрузочных работ на суда не производится.

Пушки работают все время при хранении угля погрузочно-разгрузочных работах. Режим работы корректируется с учетом интенсивности производственного процесса и метеопараметров (направления и силы ветра). Каждая пушка на мачтах оснащена собственной метеостанцией с датчиками силы и направления ветра, температуры и осадков.

### ***Список литературы***

1. Артамонова В.Г. Профессиональные болезни / Артамонова В.Г., Мухин Н.А. – М.: Медицина, 2004.
2. ГОСТ 12.3.002–2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности. – М.: Стандартинформ, 2016. – 14–15 с. 7
3. Измеров Н.Ф. Профессиональные болезни: учебник / Н.Ф. Измеров. – Академия, 2011. – 464 с.
4. Каталог шахтопластов СССР по пылевому фактору [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/010069827106>
5. Методы пылеподавления на угольных разрезах крайнего севера М.Ю. Лискова, Н.А. Шаров, Р.Р. Дудаев, Д.И. Крищук // Вестник ПНИПУ. Геология, нефтегазовое и горное дело. – Т. 19. – №2. – 2019.
6. Национальное руководство по профпатологии / Под редакцией Н.Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2011. – 784 с.
7. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». <http://cgon.rospotrebnadzor.ru/content/sobytiya/s-01-marta-2021-goda-novyisanpin-123685-2113>
8. ФЗ РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» №116-ФЗ 2 с., 26 с. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_15234/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/) 8
9. ГОСТ 12.0.002–2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2016.

**Курган Евгений Олегович** – студент, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия.

**Чернышева Валентина Викторовна** – канд. техн. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия.

---