

УДК 621.928.9+656.614

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ ГРЕЙФЕРНЫМИ КРАНАМИ

Адамов Евгений Иванович¹, кандидат технических наук, доцент кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта
e-mail: studvgu.sp@gmail.com

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются причины и последствия пылеобразования при перегрузке сыпучих грузов с использованием грейферных кранов. Подробно анализируются современные инженерные подходы, направленные на уменьшение уровня запылённости воздуха в портах, приводится их сравнительная эффективность и обосновывается необходимость комплексного подхода в решении данной проблемы.

Ключевые слова: грейферный кран, пылеобразование, сыпучие грузы, пылеподавление, аспирация, герметизация, портовые операции.

ENGINEERING SOLUTIONS FOR REDUCING DUST EMISSIONS DURING THE HANDLING OF BULK MATERIALS BY GRAB CRANES

Evgeniy I. Adamov¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Lifting and Transport Machinery and Equipment Maintenance
e-mail: studvgu.sp@gmail.com

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article examines the causes and consequences of dust emissions during the handling of bulk materials using grab cranes. It provides a detailed analysis of modern engineering approaches aimed at reducing air dust levels in ports, presents a comparative assessment of their effectiveness, and substantiates the need for an integrated approach to solving this issue.

Keywords: grab crane, dust formation, bulk materials, dust suppression, aspiration, sealing, port operations.

Перегрузка сыпучих грузов в портах традиционно связана с проблемой интенсивного пылеобразования. В условиях современных портовых комплексов наиболее распространённым техническим средством перегрузки являются грейферные краны, характеризующиеся высокой производительностью, но и значительными потерями грузов в виде пыли. Данный фактор негативно влияет как на здоровье работников, так и на экологическую ситуацию в портовых зонах, вызывая респираторные заболевания и загрязнение окружающей среды [1].

Исследования показывают, что в портовых зонах концентрация пыли часто превышает допустимые санитарные нормы в десятки раз, что приводит к хроническим заболеваниям дыхательной системы и росту экологических штрафов [2].

Целью данной статьи является систематизация и оценка современных инженерных решений, направленных на подавление пылеобразования при перегрузке грузов грейферными кранами.

Основная часть

Пылеобразование в процессе перегрузки сыпучих грузов обусловлено несколькими факторами. Основными являются:

падение материала с большой высоты при разгрузке грейфера в бункер или на открытую поверхность;

негерметичность элементов грейфера, что ведёт к просыпям груза;

воздействие внешних факторов (например, ветровых нагрузок), способствующих распространению пыли;

износ и несовершенство конструкций перегрузочного оборудования [3].

Изучение механизмов пылеобразования показывает, что около 80% всей пыли образуется именно на этапе разгрузки грейфера, что обусловлено механическими и аэродинамическими процессами, возникающими при падении груза [4].

Инженерные решения по подавлению пылеобразования

На сегодняшний день существует несколько эффективных инженерных методов борьбы с пылью, образующейся при работе грейферных кранов. Их можно разделить на четыре основные группы:

1. Герметизация грейферов и конструктивные улучшения

Использование герметичных грейферов позволяет существенно снизить потери грузов и уровень запылённости. Улучшение герметичности достигается за счёт специальных уплотнений и уменьшения зазоров в конструкции. Согласно исследованиям, применение герметичных грейферов способно снизить уровень пыления на 30–40%.

2. Применение систем водяного орошения и туманообразования

Одним из наиболее распространённых методов борьбы с пылью является использование водяного тумана. Мелкодисперсный туман эффективно связывает пылевые частицы в воздухе и препятствует их распространению. Системы туманообразования, установленные непосредственно в зоне перегрузки, позволяют снизить уровень пыления на 60–70%.

Эффективность водяного тумана доказана на практике в портах Китая, Австралии и США, где применяется высоконапорное распыление воды в точках перегрузки угля и цемента [5].

3. Системы аспирации и очистки воздуха

Системы аспирации представляют собой специальные вытяжные устройства, которые удаляют запылённый воздух непосредственно из зоны разгрузки, после чего очищают его с помощью фильтров. Современные аспирационные установки обеспечивают до 80–90% очистки воздуха от пыли. Такие системы успешно эксплуатируются в европейских портах и доказали свою высокую эффективность, особенно в закрытых и полужакрытых перегрузочных помещениях.

4. Организационные и технологические решения

К организационным методам относят снижение высоты падения груза, регулирование скорости разгрузки, а также грамотное планирование операций с учетом погодных условий. Технологическое сопровождение процесса перегрузки позволяет снизить общий уровень пыления примерно на 20–30%.

Сравнивая перечисленные методы, стоит отметить, что максимальный эффект достигается при комплексном подходе. Например, комбинирование герметичных



грейферов и систем аспирации обеспечивает снижение уровня пылеобразования до 90%. В таблице 1 приведены сравнительные показатели эффективности различных методов борьбы с пылью.

Таблица 1. Сравнительные показатели эффективности различных методов борьбы с пылью

Метод борьбы с пылением	Эффективность, %
Герметичные грейферы	30–40
Водяной туман и орошение	60–70
Аспирация и фильтрация	80–90
Организационные мероприятия	20–30
Комбинированные методы	до 90

Из таблицы очевидно, что использование единого метода редко дает максимальную эффективность. Современные порты внедряют именно комбинированные технологии, что позволяет достичь высокого уровня экологической безопасности и защиты здоровья персонала.

Пылеобразование при перегрузке сыпучих грузов грейферными кранами – это комплексная инженерная проблема, решение которой требует интегрированного подхода. Использование современных методов подавления пыли позволяет значительно снизить её негативное воздействие на экологию и здоровье человека. Опыт портов, активно внедряющих такие технологии, показывает, что инвестиции в инженерные решения окупаются за счет сокращения потерь грузов, снижения расходов на экологические штрафы и улучшения условий труда персонала.

Список литературы:

1. Зуб, И. В. Влияние технического состояния элементов перегрузочного оборудования на экологическую безопасность и пропускную способность угольного терминала / И. В. Зуб, Ю. Е. Ежов, О. В. Шульга // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2019. – Т. 11, № 3. – С. 474–484.
2. Семенов, С. П. Пылящий вопрос / С. П. Семенов // Морские вести России. – 2014. – № 3. – С. 18–21.
3. Отделкин, Н. С. Теоретические основы оценки потерь сыпучих грузов и защиты окружающей среды от пылеобразования при перегрузке и хранении в портах : дис. ... д-ра техн. наук / Н. С. Отделкин. – Н. Новгород, 2009. – 320 с.
4. Адамов, Е. И. Совершенствование методов определения и снижения потерь от пылеобразования при перегрузке сыпучих грузов грейферными кранами и перегружателями : дис. ... канд. техн. наук / Е. И. Адамов. – Н. Новгород, 2010. – 148 с.
5. Krause, U. Dust Explosions in the Process Industries: Identification, Assessment and Control of Dust Hazards / U. Krause. – Weinheim : Wiley-VCH, 2010. – 252 p.

