

УДК 622.411.52
**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ ПРИ
ПРОВЕДЕНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК И НА
ПУНКТАХ ПЕРЕГРУЗКИ**

Шнайдер М.Е., студент гр. ГБб-221, IV курс, Букреев Д.Д. студент гр.
ГБб-221, IV курс

Научный руководитель: Плаксин М.С., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачева, г. Кемерово

Введение

Угольная промышленность России занимает важное место в топливно-энергетическом комплексе страны, обеспечивая значительную долю внутреннего потребления энергии и экспортные поставки. В условиях наращивания объемов добычи и интенсификации горных работ особое значение приобретает обеспечение безопасности труда на шахтах, особенно в свете угроз, связанных с пылевыми факторами. В данной статье рассматриваются основные аспекты проблем запыленности в угольной промышленности, современные методы контроля и борьбы с пылью, а также перспективные технические решения.

Одной из наиболее опасных составляющих производственной среды в угледобыче является угольная пыль. Она обладает взрывоопасностью: при концентрации 10–3000 г/м³ в воздухе и наличии источника воспламенения способна детонировать, что грозит тяжелыми авариями и человеческими жертвами. Присутствие метана значительно снижает порог взрываемости пылевоздушной смеси, что увеличивает риск возникновения взрыва [1]. Помимо опасности взрыва, систематическое воздействие угольной пыли на дыхательные пути горнорабочих приводит к развитию профессиональных заболеваний, таких как пневмокониозы и пылевые бронхиты, что подтверждается данными Роспотребнадзора.

Факторы пылеобразования и особенности пылевых фракций и методы борьбы с пылью

Пыль в шахтах подразделяется по фракциям по размеру частиц: респирабельная (менее 10 мкм, особенно менее 2,5 мкм) и торакальная (10–35 мкм). Респирабельные частицы наиболее опасны, так как проникают глубоко в альвеолы легких, вызывая разрушение клеток и нарушения в сердечно-сосудистой системе, включая риск развития рака легких. Торакальные частицы оседают в бронхах и способствуют развитию пылевого бронхита. В условиях интенсивной добычи и переработки угля концентрация пыли достигает весьма

высоких значений, что усугубляет риск профессиональных заболеваний.

Эффективное обеспыливание — ключевой аспект обеспечения безопасности труда. В качестве одного из наиболее эффективных методов применяется применение специализированных пылеуловителей, работающих по принципу всасывания и орошения, что позволяет локализовать зоны интенсивного пылеобразования и предотвращать распространение мелкодисперсных частиц по вентиляционной сети.

Современные технические решения включают использование мокрых систем (скрубберы, гидрофилтры), которые уменьшают концентрацию пыли за счет водяных пленок и фильтров, а также сухих систем (циклонные фильтры, картриджные фильтры), которые эффективно очищают воздух при ограниченных водных ресурсах. Автоматизация систем пылеуловления с помощью датчиков запыленности и алгоритмов управления позволяет регулировать работу оборудования в режиме реального времени, повышая его эффективность.

Интенсификация горных работ и нормативное регулирование

За последние десятилетия в российской угольной промышленности наблюдается рост производительности труда, что сопровождается увеличением запыленности. Среднесменная концентрация пыли на рабочих местах в шахтах варьируется в пределах 30–240 мг/м³, а в отдельных случаях превышает 450 мг/м³ — значительно выше установленных нормативов. В России ПДК для угольной пыли составляет 10 мг/м³, однако в зарубежных странах, например, в США, контроль осуществляется за респираторной фракцией, с допустимым уровнем 1,5 мг/м³, что свидетельствует о более строгих стандартах [2,3].

Практика США предусматривает использование персональных пылемеров непрерывного действия, что позволяет своевременно реагировать на превышение пределов, а в технологическом оснащении широко применяются встроенные системы скрубберов и пылеуловителей, работающие непосредственно в местах деструкции угля [3].

Проект «Чистая шахта» и перспективы развития систем пылеподавления

Для снижения уровня запыленности внедряются многоступенчатые системы очистки воздуха: мокрые и сухие системы, автоматизированное управление и мониторинг в режиме реального времени. В рамках проекта «Чистая шахта» применяются скрубберы, пенные фильтры, вихревые и картриджные фильтры с целью повышения эффективности очистки и снижения содержания опасных частиц. Предлагается к разработке и внедрению два технических решения по снижению запыленности угольных шахт.

Первое решение борьбы с пылью на конвейерных перегрузочных пунктах использовать пылеуловители типа «Тайра» в комплексе со специальными пылеограничивающими корпусами, представленные на

рисунке 1 [4].

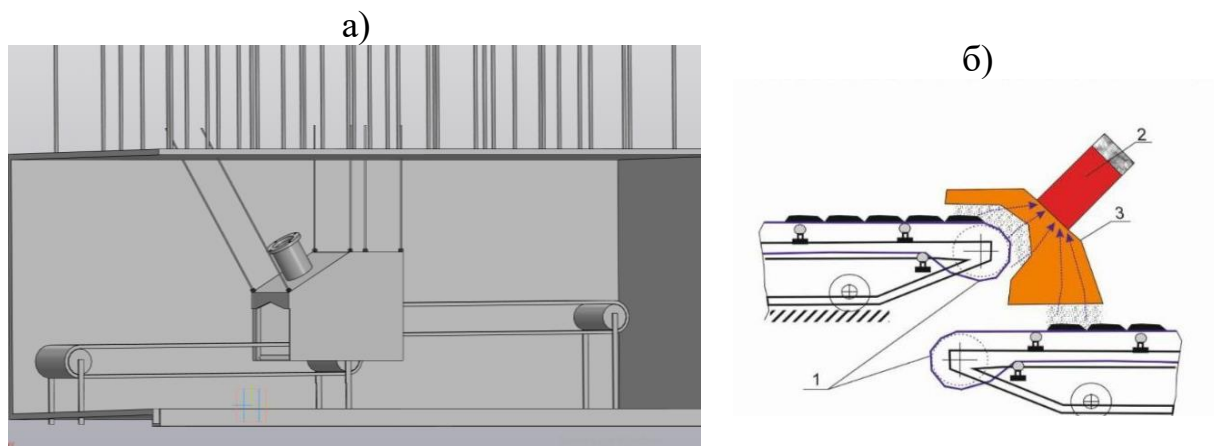


Рисунок 1 – Устройство для обеспыливания пунктов перегрузки транспортируемой горной массы: а) уточненная схема; б) общая схема: 1- приводной вал конвейера; 2 – пылеуловитель; 3 – пылеограничивающий корпус

Второе решение борьбы с пылью использовать комплексное устройство, включающее в себя различные виды пылеулавителей, представленное на рисунке 2 [5].

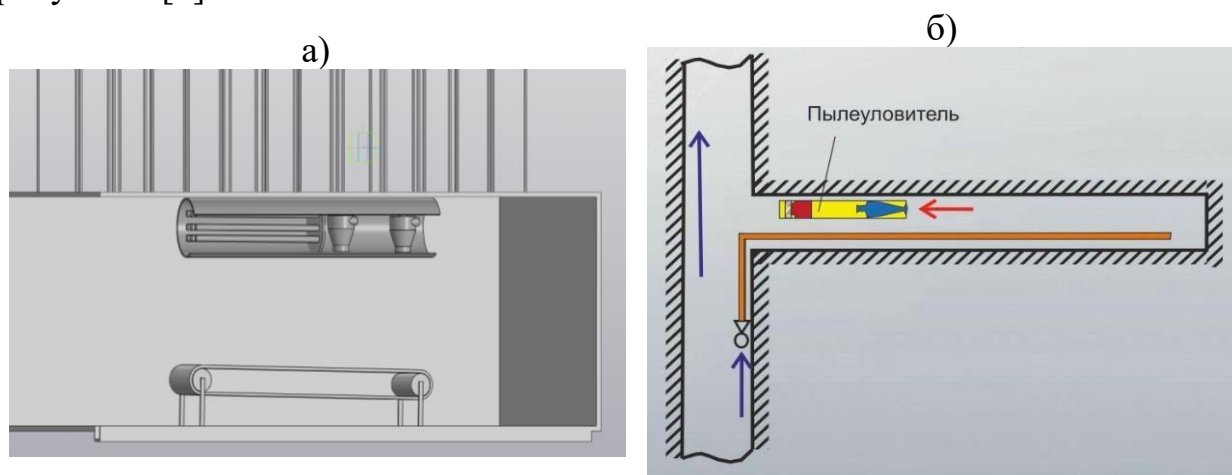


Рисунок 2 – Устройство для обеспыливания метановоздушной смеси подготовительных выработок: а) уточненная схема; б) схема размещения

Заключение

Исследования и практический опыт показывают, что существующие мероприятия по пылеулавлению в российских угольных шахтах требуют усиления и модернизации. Особенно важно уделять внимание локализации источников пылеобразования, автоматизации систем очистки и строгому соблюдению нормативных требований. Внедрение современных технологий и подходов, аналогичных зарубежным стандартам, позволит снизить риск аварийных ситуаций и профессиональных заболеваний, связанных с пылью, а также повысить безопасность труда в отрасли.

Список литературы:

1. Корнев А. В., Коршунов Г. И., Корнева М. В. Исследование дисперсного состава витающей углепородной пыли в очистных забоях угольных шахт Кузбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – № S6. – С. 120-130. – DOI 10.25018/0236-1493-2019-4-6-120-130. – EDN NUZGUG.
2. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ: принят Государственной Думой 12 марта 1999 года: одобрен Советом Федерации 17 марта 1999 года: [в редакции от 13 июля 2020 года]. — Текст: электронный // КонсультантПлюс: [сайт]. — URL: www.consultant.ru (дата обращения: 28.03.2026).
3. Lowering Miners' Exposure to Respirable Crystalline Silica and Improving Respiratory Protection: Proposed Rule: 30 CFR Parts 56, 57, 60, 70, 71, 72, 75, and 90 / Mine Safety and Health Administration. — Текст: электронный // Federal Register. — 2023. — Vol. 88, No. 133 (July 13). — P. 44852–44988. — URL: www.federalregister.gov (дата обращения: 28.03.2026).
4. Родин Р. И., Плаксин М. С., Букреев Д. Д., Шнайдер М. Е. Подход к решению проблемы повышенного пылевыведения при транспортировании угля по горным выработкам шахты // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2025. – № 6(172). – С. 94-103. – DOI 10.26730/1999-4125-2025-6-94-103. – EDN FCIZKI.
5. Плаксин М. С., Родин Р. И., Тациенко А. Л. [и др.] Обоснование системы эффективного пылеподавления при проведении подготовительных выработок // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. – 2025. – № 3. – С. 42-48. – DOI 10.25558/VOSTNII.2025.13.50.005. – EDN HJDLVQ.