

Научная статья
УДК 62-784.431:331.45

О СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

Илья Александрович Валенцев¹, Георгий Владиславович Чумарный²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

¹ iavalencev@gmail.com

² g09t@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается проблема загрязнения воздушной среды на деревообрабатывающих предприятиях. Проведен обзор технологий очистки воздуха. Обоснована необходимость комбинированных систем очистки. Приведены ключевые этапы проектирования очистных комплексов.

Ключевые слова: деревообрабатывающее производство, очистка воздуха, древесная пыль, летучие органические соединения, фильтрация

Для цитирования: Валенцев И. А., Чумарный Г. В. О современных технологиях очистки воздуха на предприятиях деревообработки // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 414–417.

Original article

ABOUT MODERN AIR PURIFICATION TECHNOLOGIES AT WOODWORKING ENTERPRISES

Ilya A. Valentsev¹, Georgy V. Chumarny²

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ iavalencev@gmail.com

² g09t@yandex.ru

Abstract. This article examines the problem of air pollution at woodworking enterprises. A review of air purification technologies is provided. The need for combined purification systems is substantiated. Key stages in the design of purification systems are presented.

Keywords: woodworking industry, air purification, wood dust, volatile organic compounds, filtration

For citation: Valencstev I. A., Chumarny G. V. (2026) O sovremenny`x texnologiyax ochistki vozduxa na predpriyatiyax derevoobrabotki [About modern air purification technologies at woodworking enterprises]. Nauchnoe

tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 414–417. (In Russ).

Деревообрабатывающая промышленность является значимым сектором экономики, однако ее производственные процессы сопряжены с образованием большого количества вредных выбросов в воздушную среду.

Древесная пыль и летучие органические соединения создают прямую угрозу здоровью работников, повышают риск возникновения профессиональных заболеваний, пожаров и взрывов, а также оказывают негативное воздействие на экологию прилегающих территорий. Ужесточение нормативных требований в области охраны труда и окружающей среды, а также экономическая целесообразность диктуют необходимость внедрения эффективных систем очистки воздуха. В связи с этим комплексный анализ современных технологий и методология проектирования очистных систем для деревообрабатывающих предприятий являются актуальной научной и практической задачей [1].

Основными источниками загрязнения воздуха в деревообработке являются технологические процессы: распиловка, строгание, фрезерование, шлифование, лущение шпона, измельчение в щепу и опилки. В результате этих операций в воздушную среду поступают:

– *древесная пыль* – основной загрязнитель. В зависимости от размера частиц подразделяется на взвешенные вещества и более крупную фракцию. Особую опасность представляет тонкодисперсная пыль, способная проникать глубоко в дыхательную систему. Характерные риски: хронические заболевания дыхательных путей, аллергии, канцерогенность (для отдельных древесных пород), взрыво- и пожароопасность (при концентрациях $> 20\text{--}50 \text{ г/м}^3$) [2];

– *летучие органические соединения* (ЛОС) выделяются из самой древесины, а также из используемых в производстве материалов: клеев, лаков, красок, смол, формальдегидов, фенолов и т. п. Воздействие на работников: раздражение слизистых, аллергенные и канцерогенные эффекты;

– *прочие загрязнители*: при сушке и термообработке древесины могут образовываться продукты пиролиза, а при работе котельных на древесных отходах оксиды углерода, азота и серы.

Кроме того, попадание древесной пыли в атмосферу приводит к загрязнению прилегающих территорий, а ее накопление в помещениях повышает вероятность пожара и взрыва.

Деятельность предприятий в данной сфере регламентируется рядом нормативных документов:

– Санитарные нормы и правила (СанПиН), Гигиенические нормативы (ГН) устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;

– Трудовой кодекс устанавливает базовые требования по обеспечению безопасных условий труда;

– Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» регулирует выбросы вредных веществ в атмосферу, устанавливая нормативы ПДВ;

– Международные стандарты: предъявляют требования к системам экологического менеджмента и охраны труда.

На основе обзора современных технологий очистки воздуха можно отметить следующие технологии очистки воздуха рабочей зоны:

1. Применение систем фильтрации и пылеулавливания, использующих:

- циклоны. Применяются для грубой очистки и улавливания крупной стружки и опилок. Обладают низкой эффективностью против мелкодисперсной пыли;

- рукавные фильтры. Являются «золотым стандартом» для тонкой очистки. Эффективность улавливания древесной пыли достигает 99,99 %. Современные синтетические и мембранные материалы обеспечивают длительный срок службы и регенерацию;

- картридж-фильтры с HEPA-элементами. Используются для улавливания тончайшей пыли PM2.5 в зонах шлифования и полировки.

2. Ионно-электронная технология:

- электростатические фильтры precipitators (ЭСП). Эффективны для улавливания смолистых аэрозолей и масляного тумана. Частицы загрязнений заряжаются в коронном разряде и осаждаются на электродах;

- биполярная ионизация. Генерирует активные ионы, которые окисляют молекулы ЛОС и нейтрализуют запахи. Применяется для доочистки воздуха в административно-бытовых помещениях и цехах.

3. Другие инновационные методы

- фотокаталитическое окисление (ФКО). Под действием УФ-излучения на поверхности катализатора (TiO_2) образуются сильные окислители, разлагающие ЛОС до безвредных CO_2 и H_2O . Эффективно применять в окрасочных и сушильных камерах;

- биологическая очистка (биофильтры). Загрязненный воздух пропускается через слой, заселенный микроорганизмами, которые разлагают ЛОС. Экологически безопасный метод для очистки от органических соединений слабой концентрации.

Для разработки комплексной системы очистки воздуха деревообрабатывающего предприятия можно выделить три основных этапа:

1. Выбор технологий с учетом специфики производства. На этом этапе проводится анализ источников выбросов, идентификация и количественная оценка загрязнителей и формируется технологическая схема. Например: «Циклоны (крупная фракция) – рукавные фильтры (мелкодисперсная пыль) – угольные адсорберы ФКО (ЛОС)».

2. Проектирование системы с учетом нормативных требований. Здесь рассчитывается производительность системы, аэродинамическое сопротивление, подбирается оборудование, обеспечивающее соблюдение ПДК в рабочей зоне и ПДВ в атмосфере.

3. Расчет экономической эффективности. Как правило, определяются капитальные и операционные затраты, прогнозируемый экономический эффект от внедрения (снижение штрафов, доход от утилизации отходов, снижение потерь от профзаболеваний) и срок окупаемости проекта.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1) ни одна технология в одиночку не может обеспечить полного решения задачи очистки воздуха. Оптимальная система очистки – комбинированная. Эффективные схемы обычно включают несколько ступеней: первичную очистку (циклоны) для удаления крупной фракции; тонкую фильтрацию (рукавные/ картридж-фильтры) для мелкодисперсной пыли; специализированные модули (ФКО, ЭСП, биофильтры) для ЛОС и специфических загрязнителей;

2) при выборе технологии очистки необходимо проведение детального анализа, т. е. следует учитывать: фракционный состав и концентрацию загрязнителей; производительность системы очистки по воздуху; особенности производственного процесса (влажность, температура, наличие липких частиц); действующие нормативные требования (ПДК, ПДВ); экономические показатели (капитальные затраты, эксплуатационные расходы, срок окупаемости).

3) эффективная очистка воздуха это не только оборудование, но и регулярный аудит выбросов; обучение персонала правилам эксплуатации; система планового технического обслуживания; интеграция с общей стратегией устойчивого развития предприятия.

Список источников

1. Тарицына Л. С., Чумарный Г. В. О средствах обеспечения безопасных условий труда на деревообрабатывающих предприятиях // Материалы X Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы конкурса по программе «Умник» – УГЛТУ, 2015. С. 182–183.

2. Древесная пыль: источники, описание, фильтры, взрывоопасность и меры безопасности // Интернет-портал завода «Факел» : [сайт]. URL: <https://fakel-f.ru/blog/drevesnaia-pyl> (дата обращения: 27.11.2024).