

УДК 691.57:697.941

Рекуперация ЛВЖ из отходящих газов лакокрасочных производств

Никишкина Анастасия Алексеевна

n.nikishkina42@gmail.com

Анфилов Константин Львович

kanfilov@yandex.ru

КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Калуга, Россия

Рассмотрена проблема загрязнения окружающей среды отходящими газами лакокрасочных производств, рассмотрено негативное влияние загрязненного воздуха на окружающую среду, а также проанализированы методы рекуперации летучих органических веществ. Цель работы — изучение проблемы загрязнения окружающей среды отходящими газами лакокрасочного производства и методов рекуперации летучих органических веществ, анализ процесса работы, преимуществ и недостатков основных методов рекуперации.

Ключевые слова: загрязненный воздух, лакокрасочное производство, рекуперация, летучие органические вещества (ЛВЖ)

Лакокрасочная промышленность является важной частью современного производства, обеспечивая защиту и декоративные свойства различных материалов. Однако процесс нанесения лакокрасочных материалов сопровождается образованием значительных объемов отходящих газов, содержащих летучие органические вещества (ЛВЖ). Эти вещества представляют собой серьезную экологическую опасность, поэтому рекуперация ЛВЖ из отходящих газов становится актуальной задачей для предприятий, стремящихся снизить негативное влияние на окружающую среду и повысить экономическую эффективность.

Процессы, связанные с нанесением красок и лаков, приводят к выделению ЛВЖ в атмосферу, что может вызывать загрязнение воздуха и негативно сказываться на здоровье человека. Эти вещества могут быть токсичными и канцерогенными, что требует от производителей внедрения технологий, направленных на их утилизацию и рекуперацию. Согласно исследованиям, до 80 % ЛВЖ может быть потеряно в процессе нанесения покрытий, что не только вредит экологии, но и приводит к значительным экономическим потерям [1].

Рекуперация ЛВЖ — это процесс улавливания и повторного использования летучих веществ жидкости, содержащихся в отходящих газах производств, таких как лакокрасочная и химическая промышленности. Этот метод направлен на извлечение ценных органических веществ из выбросов, которые в противном случае были бы выброшены в атмосферу. Процесс рекуперации не только снижает загрязнение воздуха, но и позволяет вернуть в производственный цикл вещества, что снижает затраты на сырье.

Рекуперация ЛВЖ из отходящих газов может быть осуществлена с использованием различных технологий, каждая из которых имеет свои особенности и преимущества.

Адсорбция — это процесс улавливания молекул ЛВЖ на поверхности твердых пористых материалов, называемых адсорбентами. Среди наиболее популярных адсорбентов — активированный уголь и цеолиты, которые эффективно удерживают молекулы ЛВЖ на своей поверхности. Отходящие газы, содержащие ЛВЖ, проходят через слой адсорбента. Молекулы ЛВЖ оседают на поверхности адсорбента, и очищенный воздух выводится наружу. Когда адсорбент насыщается, его регенерируют (нагревом или вакуумной обработкой), чтобы освободить ЛВЖ. Преимуществами метода адсорбции является высокая эффективность улавливания при низких концентрациях ЛВЖ и возможность повторного использования адсорбента после регенерации. К недостаткам процесса адсорбции можно отнести ограниченный срок службы адсорбентов из-за их постепенного загрязнения и потери эффективности, а также затраты на регенерацию и поддержание адсорбентов в рабочем состоянии [2].

Конденсация основана на снижении температуры отходящих газов до точки, при которой ЛВЖ переходят из газообразного состояния в жидкое. Это позволяет собрать ЛВЖ в концентрированном виде. Отходящие газы охлаждаются (посредством теплообменников или специальных холодильных установок) до температуры ниже температуры конденсации ЛВЖ. ЛВЖ оседают в виде жидкости и собираются для дальнейшего использования или переработки. Очищенные газы выводятся наружу или подвергаются дальнейшей очистке. Преимуществами метода конденсации является возможность получения концентрированных ЛВЖ, пригодных для повторного использования и высокая эффективность при обработке газов с высокой концентрацией ЛВЖ. Недостатками являются высокие энергетические затраты на охлаждение и неэффективность для газов с низкой концентрацией ЛВЖ, так как затраты на охлаждение становятся неоправданными.

Мембранная фильтрация — это метод, при котором ЛВЖ разделяются с помощью мембран, способных пропускать только определенные молекулы, удерживая другие. Отходящие газы подаются на мембрану, которая разделяет смесь на очищенный газ и газ, обогащенный ЛВЖ. ЛВЖ проходят через мембрану, после чего могут быть собраны для последующего использования. Мембраны можно комбинировать с другими методами, чтобы повысить эффективность процесса. Преимуществами метода мембранной фильтрации являются низкие эксплуатационные затраты, так как мембраны не требуют особого обслуживания и высокая селективность, что позволяет получать более чистые ЛВЖ. К недостаткам этого метода относится ограниченная эффективность для широкого спектра органических веществ [3].

Абсорбция подразумевает поглощение ЛВЖ жидкими поглотителями. Применяемые абсорбенты могут быть как водные растворы, так и органические жидкости, способные эффективно поглощать определенные ЛВЖ. Газовая смесь с ЛВЖ проходит через слой абсорбента. ЛВЖ растворяются в абсорбенте, а очищенные газы выводятся наружу. После насыщения абсорбент регенерируется или заменяется. Преимущества метода абсорбции: хорошая

эффективность для газов с высокой концентрацией ЛВЖ и возможность настройки состава абсорбента для улавливания конкретных ЛВЖ. К недостаткам метода относятся затраты на регенерацию или замену абсорбента и потенциальное образование жидких отходов, требующих дальнейшей обработки.

Криогенная рекуперация — метод, являющийся подтипом конденсации, но основанный на экстремально низких температурах (криогенных). Криогенная рекуперация позволяет максимально эффективно конденсировать и собирать ЛВЖ, даже при очень низких их концентрациях в отходящих газах. Газы охлаждаются до криогенных температур, при которых ЛВЖ переходит в жидкость или даже в твердое состояние. Собранные ЛВЖ можно либо использовать повторно, либо безопасно утилизировать. Преимуществами этого метода является максимальная эффективность для газов с низкими концентрациями ЛВЖ и возможность получения практически чистого ЛВЖ для дальнейшего использования. Недостатки: высокие энергетические затраты и необходимость применения специального оборудования для работы с криогенными температурами [4].

Рекуперация ЛВЖ из отходящих газов лакокрасочных производств представляет собой важное направление для повышения устойчивости и конкурентоспособности предприятий. Внедрение современных технологий позволит не только снизить негативное воздействие на окружающую среду, но и повысить экономическую эффективность производства.

Литература

- [1] Васюкова А.Т., Славянский А.А., Ярошева А.И. *Экология*. Санкт-Петербург, Лань, 2021, 180 с.
- [2] Дмитренко В.П., Мессинева Е.М., Фетисов А.Г. *Управление экологической безопасностью в техносфере*. Санкт-Петербург, Лань, 2023, 428 с.
- [3] Грушко М.П., Мелякина Э.И., Волкова И.В., Зайцев В.Ф. *Прикладная экология*. Санкт-Петербург, Лань, 2023, 268 с.
- [4] Силкин А.А. *Методы очистки воздуха от газообразных примесей*. Нижний Новгород, ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2019, 18 с.

Recovery of flammable liquids from waste gases of paint and varnish production

Nikishkina A.A.

n.nikishkina42@gmail.com

Anfilov K.L.

kanfilov@yandex.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The problem of environmental pollution by exhaust gases of paint and varnish production is considered, the negative impact of polluted air on the environment is considered, and methods of recovery of volatile organic substances are analyzed. The purpose of the report is to consider the problem of environmental pollution by exhaust gases of paint and varnish production and methods of recovery of volatile organic substances, analysis of the work process, advantages and disadvantages of the main methods of recovery.

Keywords: polluted air, paint and varnish production, recovery, volatile organic substances (VOS)