

рассматриваемого учебно-методического пособия. РГР желательно выполнять на компьютере в виде лабораторной работы. В этом случае имеется возможность не только проконтролировать правильность построений, но и подключить анимацию и увидеть на экране монитора образование винтовой резьбовой поверхности в кинематике и динамике. Полученный навык построения реальной винтовой поверхности позволит осознанно изображать резьбы, пользуясь условными обозначениями.

Список литературы

1. **Геометрия резьбовых поверхностей:** учебно-методическое пособие / А. Ю. Лешкевич [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – 42 с.
2. Резьба метрическая. Диаметры и шаги: **ГОСТ 8724-2002**. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 14 с.
3. Резьба трубная цилиндрическая: **ГОСТ 6357-81**. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 8 с.
4. Резьба трапецеидальная однозаходная. Диаметры и шаги: **ГОСТ 24738-81**. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 4 с.
5. Резьба трапецеидальная многозаходная: **ГОСТ 24739-81**. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 13 с.
6. Резьба упорная. Профиль и основные размеры: **ГОСТ 10177-82**. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 13 с.
7. Изображение резьб: **ГОСТ 2.311-68**. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2002. – 6 с.

УДК 658.512.2

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ПРИМЕРЕ ОКРАСОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

А. Ю. Лешкевич, канд. техн. наук, доцент,
Д. В. Клоков, канд. техн. наук, доцент,
И. Д. Денисюк, магистрант

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь*

Ключевые слова: отходы, оборудование, минимизация отходов, лакокрасочное производство.

В статье рассмотрена необходимость и возможность создания автоматизированного оборудования по минимизации вредных отходов лакокрасочного производства.

Промышленное загрязнение окружающей среды конкретными предприятиями, расположенными в густонаселенных районах, принимает глобальные масштабы. Предприятия, относительно вредные для здоровья человека, поначалу строились и разрастались вдали от крупных городов, но

быстрый рост городской инфраструктуры вокруг заводов-работодателей создали ряд экологических проблем.

Экологические проблемы необходимо рассматривать в контексте конкретного вреда определенного вида производств, создающих угрозу здоровью человека. Аспектов здесь множество, поэтому логично рассматривать способы решения экологических проблем на примере лакокрасочного производства, применяемого для защиты металлов от коррозии и весьма распространенное, например, в автомобилестроении. Бурное развитие транспортных средств, без которых немислимо современное человеческое существование (автомобили, автобусы, трамваи, троллейбусы, вагоны и т. д.), а, следовательно, и рост их производства, постоянно модернизирующего лакокрасочные материалы (ЛКМ), не всегда согласуются с экологией. Можно остановиться на химическом составе долговечных антикоррозийных покрытий (нитроэмали, акриловые краски, краски – металлик, «водные краски»), можно исследовать долговечность покрытий, можно автоматизировать процесс нанесения покрытий проектированием современного соответствующего оборудования. Самым же актуальным был и остается вопрос автоматизации проектирования оборудования, перерабатывающего токсичные отходы при производстве и применении защитных антикоррозийных покрытий.

Лакокрасочные материалы являются одним из самых опасных видов токсичных промышленных отходов. Летучие органические соединения в растворителях, выделяющиеся при сушке, тяжелые металлы в аэрозолях при распылении покрытий представляют наибольшую опасность для здоровья человека. Уменьшить количество выбросов вредных веществ можно рациональным извлечением ценных компонентов из этих отходов, остальное подвергнуть утилизации современными безопасными методами:

- плазменное уничтожение;
- сжигание, в том числе и в виде топлива;
- рекуперация (конденсация, абсорбция, адсорбция);
- регенерация (ректификация и сжигание остатков);
- утилизация.

Значительное внимание уделяется утилизации как конечной стадии уничтожения отходов ЛКМ. Утилизация отходов – использование отходов для производства продукции, выполнения работ, оказание услуг с повторным применением отходов, в том числе и по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), а также извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация) [1]. Утилизационные работы проводятся в несколько этапов:

- подбор методов химической нейтрализации для полного обезвреживания (кальцинирование, ионный обмен, оксидоредукция);
- физическая обработка (сорбция на угле, диализ, электродиализ, испарение, фильтрование, флокуляция, отстаивание, отделение жидких фракций, их очистка и утилизация загрязненной этими фракциями воды;

- переработка твердых остатков (дробление, вторичное использование);
- термическая обработка (пиролиз, сжигание);
- биологическая обработка;
- захоронение обезвреженных остатков.

Обезвреживание отходов – уменьшение массы отходов, изменение их состава, физических и химических свойств, включая сжигание или обеззараживание на специализированных установках в целях снижения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду [1].

Наряду с разработкой нетоксичных ЛКМ значительное внимание начинает уделяться использованию высокоэффективного оборудования и методов очистки, обезвреживания и окончательной утилизации отходов. Уровень профессионализма в этом вопросе зависит от компетентности сотрудников самих предприятий.

Вместе с массовой утилизацией токсичных промышленных отходов (ТПО) защита окружающей среды от загрязнения должна решаться внедрением малоотходных технологий, а также созданием закрытых технологических систем с замкнутым циклом от подготовки изделия, его окраски, сушки, полировки и т. д. до полного или частичного уничтожения или минимизации вредного воздействия отходов ЛКМ [2].

При проектировании новых технологий лакокрасочных работ и соответствующего оборудования следует из цикла максимально возможно удалить человека, несмотря на то, что сегодня полностью отказаться от ручного труда не представляется возможным. Современный уровень развития производительных сил в промышленности создает предпосылки автоматизированного проектирования оборудования не только для процесса покраски, но и для обеззараживания и полного уничтожения токсичных отходов путем полного или частичного сжигания, как основного на сегодня надежного способа [3].

В качестве основных направлений экологизации лакокрасочной промышленности, как наиболее вредоносной, нужно все-таки выделить совершенствование растворителей на водной основе, полимеров, порошковых материалов, а техпроцессы совершенствования лакокрасочной промышленности направить на внедрение «чистых» технологий с точки зрения экологии. Это должно касаться не только разработки безвредных защитных покрытий, но и автоматизированного проектирования закрытых от применения ручного труда автоматических линий.

Разрабатываемые и реализуемые государственные экологические программы должны способствовать улучшению экологической обстановки, с учетом того, что применяемые составляющие ЛКМ все труднее нейтрализовать, если учитывать еще и значительный рост объемов работ.

Важность решения экологических проблем, особенно на химических предприятиях или предприятиях со значительным объемом лакокрасочных работ, требует знания причин образования вредных выбросов и умения их нейтрализации в промышленных масштабах. Применение сырья из

возобновляемых в процессе очистки ресурсов улучшит профиль экологической устойчивости ЛКМ и позволит упростить защиту проектируемого оборудования.

Список литературы

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям: Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов)) / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М. : Бюро НДТ, 2016. – 208 с.
2. **Белый, О. А.** Экология промышленного производства : учебное пособие для вузов по металлургическим специальностям / О. А. Белый, Б. М. Немененок ; Белорусский национальный технический университет, кафедра "Металлургия литейных сплавов". – Минск : БНТУ, 2016. – 345 с.
3. **Кузнецова, О. П.** Экологическое развитие в лакокрасочной промышленности О. П. Кузнецова // Вестник технологического университета. – 2013. – Т. 16, вып. 14. – С. 66–70.
4. **Пегов, И. Л.** Сравнительный анализ современных лакокрасочных материалов / И. Л. Пегов // Вестник НГИЭИ. – 2014. – № 10. – С. 98–103.

УДК 378.147

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ КАК СРЕДСТВО ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

В. В. Малаховская, старший преподаватель

*Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк,
Республика Беларусь*

Ключевые слова: инженерная графика, начертательная геометрия, рабочая тетрадь, учебный процесс.

В статье рассмотрены возможности использования рабочей тетради в учебном процессе по инженерной графике для оптимизации работы на лекционных и практических занятиях, организации управляемой самостоятельной работы студентов, а также при подготовке к текущему и итоговому контролю знаний.

Одним из важных предметно-знаковых средств обучения, получивших общее признание у преподавателей и обучающихся, является рабочая тетрадь как средство развития познавательной активности и организации самостоятельной работы студентов [1]. Цель рабочей тетради в обучении заключается в том, чтобы обеспечить последовательное формирование понятий и способствовать активизации учебно-познавательной деятельности студентов [2].

Важность использования рабочих тетрадей в том, что каждый студент получает возможность видеть весь подлежащий изучению учебный материал (причем концентрированно), представленный ключевыми задачами по каждой