

УДК 504.06:621.9-529

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ЧПУ

Ли Д.О., студент гр. ЦСИби-222, 4 курс
Трусов А.Н., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Введение

В современном промышленном производстве все больше внимания уделяется не только экономической эффективности, но и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Промышленные предприятия являются одними из основных загрязнителей, поэтому поиск способов уменьшения экологического следа становится приоритетным [1]. Наиболее значимые результаты в этом направлении достигаются в сфере металлообработки, в частности при использовании станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Эти технологии позволяют не только наращивать объемы выпуска продукции, но и делать производство более экологичным, что соответствует принципам устойчивого развития [2].

Основные преимущества станков с ЧПУ с экологической точки зрения:**1. Экономия материалов и снижение количества отходов**

Высокая точность обработки, обеспечиваемая ЧПУ, позволяет минимизировать припуски на обработку, снизить образование стружки и брака. Это приводит к сокращению расхода сырья и уменьшению объема отходов [3]. Дополнительный эффект достигается за счет использования вторичных материалов (переработанные пластики, алюминий, сталь) вместо первичного сырья, что снижает выбросы CO₂ и сохраняет природные ресурсы. Применение принципов бережливого производства, работа по системе «точно вовремя», а также переход на замкнутый цикл использования материалов позволяют дополнительно сократить количество отходов и повысить эффективность использования ресурсов [4].

2. Точность обработки

Автоматизированное управление процессом резания обеспечивает стабильно высокую точность, благодаря чему:

- уменьшается количество снимаемого металла и, как следствие, объем отходов;
- снижается расход сырья за счет оптимального использования заготовок;
- минимизируется вероятность брака, что исключает необходимость переделки.

3. Энергетическая эффективность

Станки с ЧПУ обладают рядом конструктивных и программных решений, направленных на сокращение энергопотребления [5]:

- оптимизация траекторий движений и режимов резания позволяет уменьшить время обработки и минимизировать холостой ход;
- современные двигатели и приводы имеют высокий КПД, а регенеративные системы используют энергию торможения;
- герметичное исполнение рабочих зон предотвращает выделение пыли, паров и стружки в помещение, что улучшает условия труда и снижает нагрузку на среду.

4. Оптимизация применения смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ)

В станках с ЧПУ подача СОЖ осуществляется автоматизировано, что исключает перерасход жидкостей. Сокращение объема используемых СОЖ снижает риск загрязнения воздуха, почвы и воды [4]. Дополнительным экологическим преимуществом является применение биологически разлагаемых смазочно-охлаждающих составов, которые наносят минимальный вред окружающей среде [6].



Рисунок 1 – Схема автоматизированной системы приготовления и подачи СОЖ для станков с ЧПУ

5. Контроль качества и повторяемость

Автоматизированный контроль качества позволяет своевременно выявлять и устранять дефекты, что сводит к минимуму выпуск бракованной продукции. Стабильность процессов обработки снижает потребность в переработке и дополнительных материальных затратах.

6. Рециркуляция и фильтрация

Системы фильтрации и повторной циркуляции СОЖ дают возможность многократно использовать одни и те же жидкости, сокращая расходы на их приобретение и уменьшая количество отработанных отходов. Это также снижает объем выбросов и нагрузку на окружающую среду [6].

7. Снижение загрязнений и выбросов

Станки с ЧПУ оснащаются эффективными системами вытяжки и пылеулавливания, что предотвращает попадание мелкодисперсной пыли в воздух рабочей зоны. Кроме того, они работают с существенно более низким

уровнем шума по сравнению с традиционным оборудованием, что создает комфортные условия для персонала.

Утилизация отходов производства

Предприятия все чаще внедряют отдельный сбор отходов, включая металлическую стружку и использованные СОЖ. Организация вторичной переработки позволяет возвращать материалы в производственный цикл, снижая потребность в добыче новых ресурсов и уменьшая экологический ущерб [4].

Улучшение стабильности производства

Экологическая эффективность станков с ЧПУ достигается не только техническими решениями, но и комплексным подходом к управлению:

- грамотное ресурсопланирование позволяет рационально использовать сырье, энергию и трудовые ресурсы;
- переход к циклической экономике (повторное применение, переработка) способствует сокращению отходов и снижению углеродного следа.

Культура и обучение

Внедрение экологически безопасных методов обработки невозможно без участия персонала. Обучение сотрудников принципам устойчивого производства, формирование корпоративной культуры, основанной на экологической ответственности, является необходимым условием для долгосрочного снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Заключение

Применение станков с ЧПУ в металлообработке представляет собой эффективный инструмент снижения экологической нагрузки промышленного производства. Высокая точность, энергоэффективность, оптимизация расхода материалов и СОЖ, автоматизация контроля и возможность организации замкнутых циклов обеспечивают значительное сокращение отходов, выбросов и потребления ресурсов [2,3]

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 14955-1-2025 Станки. Оценка условий окружающей среды для станков. Часть 1. Методология проектирования энергосберегающих станков URL: <https://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=6&page=6&month=1&year=2026&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=259243&pageK=020982F9-01FF-40DF-85AF-1DC8C6FB04F9> (дата обращения: 28.03.2026).
2. Sustainable CNC machining operations // URL: https://www.researchgate.net/publication/377733027_Sustainable_CNC_Machining_Operations_A_Review (дата обращения: 28.03.2026).
3. Assessment of machine tool related environmental impacts for sustainable machining processes // URL: https://www.researchgate.net/publication/394673392_Assessment_of_machine_tool_related_environmental_impacts_for_sustainable_machining_processes (дата обращения: 28.03.2026).

4. Equipment-process-strategy integration for sustainable machining: a review // URL: https://www.researchgate.net/publication/373752717_Equipment-process-strategy_integration_for_sustainable_machining_a_review (дата обращения: 28.03.2026).
5. Минимизация энергозатрат при металлообработке: технологии будущего // Росстип URL: <https://rosstip.ru/news/5566-minimizatsiya-energozatrato-pri-metalloobrabotke-tehnologii-budushchego> (дата обращения: 28.03.2026).
6. Энергоэффективные решения для металлообрабатывающих станков // Росстип URL: <https://rosstip.ru/news/2461-energoeffektivnye-resheniya-dlya-metalloobrabatyvayushchikh-stankov> (дата обращения: 28.03.2026).