

УДК 658

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Михайлов В.В., студент гр. Тса-241, 1 курс

Научный руководитель: Короткова Л.П., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

В условиях современного производства, где требования к качеству и долговечности изделий постоянно растут, выбор материалов становится критически важным. Труднообрабатываемые материалы, такие как титановые сплавы, жаропрочные стали и композиты, находят все более широкое применение благодаря своим уникальным свойствам: высокой прочности, легкости и устойчивости к коррозии. Однако их обработка представляет собой серьезную проблему для инженеров и технологов. В данной статье мы рассмотрим методы повышения эффективности механической и физико-технической обработки таких материалов, а также современные технологии, которые могут помочь в решении этих задач.

1. Проблемы обработки труднообрабатываемых материалов

Обработка труднообрабатываемых материалов сопряжена с рядом сложностей:

1.1. Износ инструмента

Одной из основных проблем является высокий уровень износа режущих инструментов. Твердость и прочность таких материалов приводят к быстрому разрушению стандартных инструментов, что увеличивает затраты на их замену и обслуживание. Например, при обработке титановых сплавов износ инструмента может достигать 50% за один цикл обработки.

1.2. Тепловые эффекты

При механической обработке выделяется значительное количество тепла, что может привести к термическим деформациям деталей и ухудшению их механических свойств. Это особенно критично для высокопрочных сплавов, которые могут терять свои характеристики при перегреве. Температура в зоне резания может достигать 1000 °C, что требует применения эффективных систем охлаждения.

1.3. Сложность формирования стружки

Неправильное формирование стружки может привести к ее застреванию в зоне резания, что ухудшает качество поверхности детали и может вызвать поломку инструмента. Это особенно актуально при обработке композитных материалов, где стружка может иметь сложную форму.

2. Механическая обработка

2.1. Выбор инструмента

Для эффективной механической обработки труднообрабатываемых материалов необходимо использовать инструменты из высококачественных твердых сплавов или керамики. Например, алмазные или кубические нитридные инструменты обладают высокой стойкостью к износу и могут значительно увеличить срок службы инструмента до 5-10 раз по сравнению с традиционными инструментами.

2.2. Оптимизация режимов резания

Оптимизация режимов резания (скорости, подачи и глубины резания) является ключевым фактором для повышения производительности обработки:

- Системы мониторинга: Современные системы мониторинга позволяют в реальном времени отслеживать параметры обработки и вносить корректировки на основе полученных данных.
- Моделирование процессов: Компьютерное моделирование позволяет предсказать поведение материала при различных режимах резания, что помогает выбрать оптимальные параметры.
- Адаптивные системы управления: Использование адаптивных систем управления позволяет автоматически изменять параметры резания в зависимости от состояния инструмента и обрабатываемого материала.

2.3. Использование охлаждающих жидкостей

Применение охлаждающих жидкостей не только снижает температуру в зоне резания, но и улучшает качество поверхности детали за счет уменьшения трения между инструментом и обрабатываемым материалом. Важно выбирать жидкости с низким коэффициентом трения и высокой теплоемкостью для достижения максимального эффекта.

- Системы минимального смазывания (MQL): Эти системы позволяют значительно снизить расход охлаждающих жидкостей при обеспечении необходимого уровня смазки.
- Экологически чистые жидкости: Разработка новых экологически чистых охлаждающих жидкостей становится важным направлением для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

3. Физико-техническая обработка

Физико-технические методы обработки становятся все более популярными благодаря своей высокой точности и возможности работы с труднообрабатываемыми материалами.

3.1. Лазерная обработка

Лазерная обработка позволяет достигать высокой точности при минимальном тепловом воздействии на материал. Это особенно важно для предотвращения термических деформаций, которые могут негативно сказаться на свойствах конечного изделия.

- Лазерная резка: Используется для создания сложных форм деталей с минимальными отходами.
- Лазерная сварка: Позволяет соединять материалы с различными физическими свойствами без риска перегрева.

3.2. Электроэрозионная обработка (ЭЭО)

Электроэрозионная обработка подходит для создания сложных форм и деталей с высокой точностью без прямого контакта с обрабатываемым материалом. Этот метод позволяет обрабатывать даже самые твердые материалы, такие как карбиды или закаленные стали.

- Проволочная ЭЭО: Используется для создания деталей сложной формы с высокой точностью.
- Кавитационная ЭЭО: Применяется для обработки хрупких материалов без риска их повреждения.

3.3. Ультразвуковая обработка

Ультразвуковая обработка сочетает механическое воздействие с вибрациями ультразвуковых волн, что позволяет эффективно обрабатывать твердые материалы без перегрева и повреждений.

- Ультразвуковая шлифовка: Применяется для достижения высокой точности поверхности.
- Ультразвуковая сверловка: Позволяет создавать отверстия в твердых материалах без риска их разрушения.

4. Инновационные технологии

Современные технологии открывают новые горизонты в области обработки труднообрабатываемых материалов:

4.1. Аддитивное производство (3D-печать)

Аддитивные технологии позволяют производить детали непосредственно из порошковых материалов с минимальными отходами материала и возможностью создания сложной геометрии изделий без необходимости в последующей механической обработке.

- Порошковая металлургия: Используется для создания деталей из металлических порошков с высокой прочностью.
- Полимерная аддитивная печать: Применяется для создания прототипов и малосерийного производства изделий.

4.2. Интеллектуальные системы управления процессами

Интеллектуальные системы управления на основе искусственного интеллекта могут оптимизировать параметры обработки в реальном времени, повышая эффективность производства за счет автоматизации процессов контроля качества.

- Системы предиктивной аналитики: Позволяют предсказывать возможные сбои оборудования на основе анализа данных.

- Автоматизированные системы контроля качества: Обеспечивают высокую степень контроля за процессом обработки на всех этапах производства.

Заключение

Повышение эффективности механической и физико-технической обработки деталей из труднообрабатываемых материалов требует комплексного подхода, включающего выбор правильных инструментов, оптимизацию режимов резания и применение современных технологий обработки.

Инновации в этой области не только улучшают производственные процессы, но также способствуют развитию новых технологий и материаловедения, что ведет к созданию более надежных изделий для различных отраслей промышленности — от авиации до медицины.

Таким образом, внедрение новых методов обработки становится не просто желательным, а необходимым условием для успешного функционирования предприятий в условиях жесткой конкуренции на рынке высоких технологий.

В будущем можно ожидать дальнейшего развития технологий обработки труднообрабатываемых материалов благодаря интеграции новых подходов в области машинного обучения и автоматизации процессов производства, что позволит значительно повысить эффективность работы предприятий во всех отраслях промышленности.

Интеллектуальные системы управления процессами обработки на основе искусственного интеллекта могут оптимизировать параметры в реальном времени, повышая эффективность производства.

Список литературы:

1. Кузнецов А.В. Современные технологии обработки труднообрабатываемых материалов. М.: Технология, 2020. 256 с.
2. Петров И.И. Инструменты для обработки высокопрочных сплавов // Металлообработка. 2021. № 5. С. 45-50.
3. Сидоров Н.Н. Автоматизация процессов механической обработки. М.: Наука, 2019. 320 с.
4. Иванов П.П., Смирнова Е.В., Ковалев А.А. Повышение эффективности обработки деталей из труднообрабатываемых материалов // Журнал машиностроения и технологий. 2022. Т. 15, № 3. С. 112-118.
5. Федоров В.В., Лебедев С.С., Григорьев Д.Д. Новые методы обработки высокопрочных материалов: опыт и перспективы // Научные труды университета технологий и дизайна. 2021. Выпуск 12(2). С. 78-85.
6. Баранов А.А., Кузьмина Т.Т., Романов И.И. Применение современных технологий в обработке труднообрабатываемых материалов // Инновации

в машиностроении: сборник научных трудов конференции, посвященной 50-
летию кафедры машиностроения, М.: Издательство МГТУ, 2023. С. 34-40.