

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ: СРАВНЕНИЕ РЕШЕНИЙ ДЛЯ РАСТАЧИВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ

Наплавкова К.С., Александрова Е.П.

*Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II,
Санкт-Петербург*

Ключевые слова: ультразвуковая обработка отверстий, износ, качество обработки поверхности, направленное ультразвуковое воздействие, охлаждение, трение, повышение точности.

Аннотация. Статья посвящена сравнительному анализу двух подходов к ультразвуковой обработке отверстий, ориентированных на улучшение стойкости инструмента и качества поверхности. Патент RU2787289C1 предлагает метод с направленным ультразвуковым воздействием, уменьшающим трение и износ. Патент RU2343064C1 использует автономную систему охлаждения для стабилизации температуры при обработке вращающихся деталей. Оба метода способствуют повышению точности и надежности в металлообработке, расширяя возможности применения ультразвуковых технологий в промышленности.

TECHNOLOGICAL CAPABILITIES OF ULTRASONIC PROCESSING: COMPARISON OF SOLUTIONS FOR BORING HOLES

Naplavkova K.S., Aleksandrova E.P.

Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, Saint-Petersburg

Keywords: ultrasonic hole treatment, wear, surface treatment quality, directional ultrasonic action, cooling, friction, precision improvement.

Abstract. The article is devoted to a comparative analysis of two approaches to ultrasonic hole processing aimed at improving tool durability and surface quality. Patent RU2787289C1 offers a method with directional ultrasonic action that reduces friction and wear. Patent RU2343064C1 uses an autonomous cooling system to stabilize the temperature when processing rotating parts. Both methods contribute to improving accuracy and reliability in metalworking, expanding the possibilities of using ultrasonic technologies in industry.

Введение

Ультразвуковые технологии находят все более широкое применение в металлообработке, благодаря способности улучшать качество поверхности и снижать износ режущего инструмента. В данной статье проведен сравнительный анализ двух патентов, направленных на улучшение технологии растачивания отверстий при помощи направленного воздействия ультразвуковых колебаний на инструмент. Патент RU2787289C1 использует ультразвуковое воздействие, направленное противоположно вектору схода стружки, чтобы снизить износ инструмента и предотвратить налипание материала на режущую кромку, тогда как в RU2343064C1 ультразвук направляют через автономную систему охлаждения, что позволяет применять его для обработки вращающихся заготовок и эффективно снижать тепловую нагрузку.

Теоретические основы ультразвуковой обработки металлов

Ультразвуковые колебания при обработке металлов позволяют создать условия, при которых напряжения и трение между инструментом и материалом снижаются, а сама поверхность получается более качественной. Упругие колебания сверхзвуковой частоты образуются при помощи устройств-излучателей и передаются на инструмент, заготовку или в обрабатываемую среду (например, СОЖ). Каждый метод передачи колебаний используется в зависимости от условий и требований обработки. Обобщая результат воздействия: ультразвук позволяет уменьшить силу трения, оптимизировать процесс стружкообразования и, как следствие, повышает точность и долговечность обработанных изделий. Ультразвук, введенный в зону резания, действует на молекулярном уровне, облегчая процесс стружкообразования и устраняя возможность образования нароста на режущем инструменте. Наибольший эффект достигается при направлении волн, оптимально совпадающем или противоположном вектору удаления стружки.

Обзор патентов на методы ультразвуковой обработки отверстий и сравнение их технологических возможностей

Патент RU2787289C1 описывает метод растачивания отверстий, в котором используется направленное ультразвуковое воздействие, ориентированное противоположно вектору схода стружки. Это обеспечивает «формирование энергии бегущих волн от точки контакта с резцом» [1], что позволяет предотвратить образование нароста на инструменте и уменьшить его износ. Система охлаждения не предусмотрена, этот метод не требует дополнительного охлаждения, поскольку направленные ультразвуковые волны эффективно снижают трение и температуру на режущей кромке инструмента, минимизируя риск перегрева. Применение такого подхода улучшает качество поверхности, так как энергия волн препятствует налипанию материала на инструмент и обеспечивает равномерное удаление стружки. Схема установки представлена на рисунке 1.

Повышение требований к машиностроительной продукции вызывает

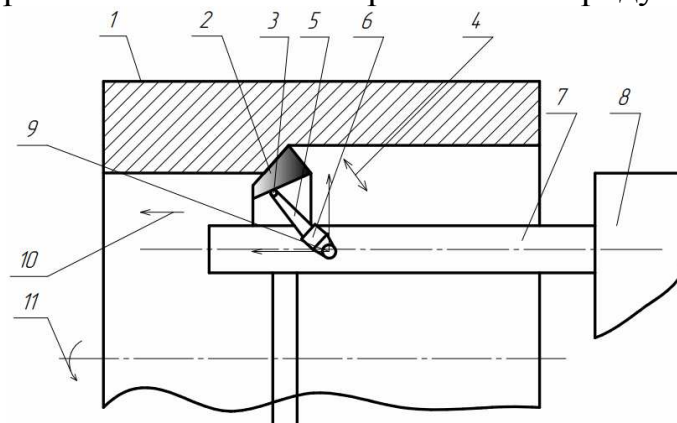


Рис. 1. Устройство для растачивания отверстий в изделиях из коррозионностойких алюминиевых сплавов: 1 – заготовка; 2 – расточной резец; 3 – ультразвуковая головка; 4 – двойная амплитуда; 5 – концентратор с излучателем ультразвука; 6 – магнитострикционный преобразователь; 7 – расточная оправка; 8 – резцедержатель; 9 – осевой элемент расточной оправки; 10 – направление подачи инструмента; 11 – направление вращения заготовки

Патент RU2343064C1 фокусируется на разработке автономной системы охлаждения для обработки внутренних поверхностей изделий с использованием ультразвука. В этом методе применяется «автономная система подачи охлаждающего вещества» [2], которая поддерживает стабильность температуры и снижает риск перегрева. Это позволяет использовать технологию на вращающихся штангах, что значительно расширяет область применения устройства. Система охлаждения также снижает износ инструмента и способствует более эффективному тепловому отводу в процессе обработки. Один из вариантов устройства для точения и финишной обработки внутренних поверхностей деталей ультразвуком представлен на рисунке 2.

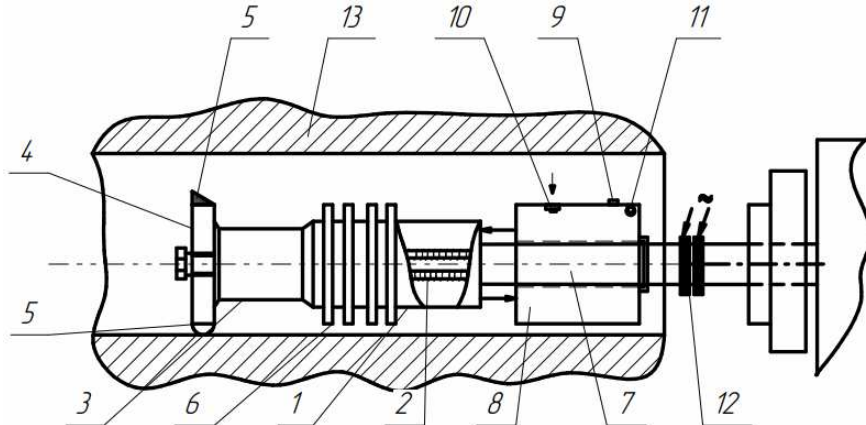


Рис. 2. Вариант устройства для точения и финишной обработки внутренних поверхностей деталей ультразвуком: 1 – корпус; 2 – магнитострикционный преобразователь; 3 – концентратор; 4 – съемный излучатель ультразвука; 5 – рабочий наконечник; 6 – ребра корпуса; 7 – борштанга; 8 – съемная емкость; 9 – штуцер для наполнения съемной емкости охлаждающим веществом; 10 – штуцер для слива охлаждающего вещества; 11 – насос; 12 – токосъемные кольца; 13 – деталь

Каждый из рассмотренных патентов представляет уникальный подход к ультразвуковой обработке. Первый патент делает акцент на направлении волн. Второй патент использует систему охлаждения для снижения температуры инструмента и создания условий для работы на вращающихся поверхностях. Сравнительная таблица (таблица 1) ниже иллюстрирует ключевые различия в технологиях.

Табл. 1. Ключевые различия в технологиях патентов

Характеристика	Патент RU2787289C1	Патент RU2343064C1
Направление ультразвуковых волн	Противоположное направлению схода стружки	Вдоль оси инструмента
Система охлаждения	Отсутствует	Автономная система охлаждения
Тип обрабатываемых поверхностей	Внутренние отверстия	Внутренние поверхности на вращающихся деталях
Основной эффект	Снижение налипания, уменьшение износа	Уменьшение перегрева, повышение стабильности

Практическое значение и перспективы применения

В условиях промышленного производства выбор подхода к ультразвуковой обработке зависит от характеристик обрабатываемых материалов и требований к конечному качеству поверхности. Патент RU2787289C1 может быть рекомендован для операций, где критична чистота поверхности и минимальный износ инструмента, тогда как патент RU2343064C1 лучше подходит для обработки на высоких оборотах, требующих усиленного охлаждения.

Заключение

Таким образом, оба патента предлагают эффективные методы повышения точности и качества обработки. Направленное ультразвуковое воздействие эффективно для повышения качества поверхности, а автономная система охлаждения улучшает стабильность обработки при высоких нагрузках. Эти технологии в перспективе могут быть адаптированы для расширения применения ультразвука в сложных производственных условиях.

Список литературы

1. Патент №2787289 РФ. Способ растачивания отверстий в изделиях из коррозионностойких алюминиевых сплавов / В.В. Максаров, А.Е. Ефимов, А.О. Минин. – Заявка №2787289 от 14.06.2022; опубл. 09.01.2023, Бюл. №1.
2. Патент №2343064 РФ. Устройство для точения и финишной обработки внутренних поверхностей деталей ультразвуком (варианты) / Ю.В. Холопов. – Заявка №2343064 от 26.03.2007; опубл. 10.01.2007, Бюл. №1.
3. Рожков А.С., Леликов К.И., Самсонова Е.А. Ультразвуковая обработка металлов // Контентус. – 2015. – №10 (39). – С. 50-52.
4. Maksarov V.V., Minin A.O., Zakharova V.P. Ensuring surface quality in aluminum alloy items during high-frequency wave impact boring // Tsvetnye Metally. 2023, no.4, pp. 90-95.
5. Максаров В.В., Минин А.О., Романов П.И., Никифоров И.П. Влияние высокочастотного волнового воздействия в системе инструментального оснащения на качество обработки коррозионностойких алюминиевых сплавов // Металлообработка. – 2022. – №5. – С. 32-40.

Сведения об авторах:

Наплавкова Ксения Сергеевна – студентка;

Александрова Елизавета Петровна – студентка.