

УДК 621.91.01

**Применение вибраций для обработки деталей резанием**

**Данильчик С. С., к. т. н., доцент**

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация.

Рассматривается положительное действие вибраций, специально вводимых в процесс механической обработки деталей с целью увеличения обрабатываемости труднообрабатываемых материалов или дробления стружки. Приведены некоторые результаты реализации вибрационного резания на различных станках.

Традиционно принято считать вибрации в процессе обработки деталей резанием негативным фактором, влияние которого стремятся минимизировать. Действительно, вибрации, сопровождающие процесс резания, влияют на точность обработки детали и, главным образом, на шероховатость обработанных поверхностей.

Для обеспечения требуемой виброустойчивости станков увеличивают точность изготовления вращающихся деталей, что снижает их дисбаланс, повышают жесткость, демпфирующие свойства деталей и узлов станка и т. д.

Однако в ряде случаев в процесс обработки деталей целенаправленно вводят дополнительные вибрации. Область применения этих вибраций достаточно широка. Обработка с использованием вибраций заключается в том, что на принятую кинематическую схему резания накладываются дополнительные направленные гармонические или негармонические колебания инструмента или заготовки. Причем методы и способы создания таких вибраций очень разнообразны. Процесс резания с вибрациями можно объединить одним термином «вибрационное резание».

Вибрации в механической обработке применяются для повышения обрабатываемости труднообрабатываемых материалов, например, жаропрочных и коррозионностойких сплавов. Более широко вибрационное резание применяется для дробления сливной стружки,

которая, наматываясь на инструмент и обрабатываемую заготовку, затрудняет ее удаление из зоны резания, автоматизацию и контроль процесса обработки. Она является потенциальным источником травматизма рабочих.

Наряду с режимами резания основными управляемыми параметрами при вибрационном резании являются частота и амплитуда колебаний. Применяются вибрации разной частоты: низкочастотные, высокочастотные и ультразвуковые. Вибрации могут быть осевыми, радиальными, тангенциальными и угловыми (круговые колебания вокруг осей). Для вибрационного резания используются как вынужденные колебания инструмента или заготовки, так и автоколебания, возникающие в процессе резания.

В области вибрационного резания проведены многочисленные исследования и разработаны разнообразные вибрационные устройства. Вибрационное сверление основано на осевых колебаниях инструмента и применяется для сверления отверстий в труднообрабатываемых материалах или глубокого сверления. Исследования вибрационного сверления показывают рост производительности обработки и стойкости режущего инструмента. При сверлении деталей из титанового сплава ВТ-5 спиральными сверлами из стали Р6М5К5 диаметром 2–5 мм в диапазоне частот вращения  $50 \div 320 \text{ мин}^{-1}$  стойкость инструмента повышается до 25 % и производительность до 94 % [1].

Для увеличения производительности обработки и снижения шероховатости обработанной поверхности при шлифовании на принятую схему обработки накладывают дополнительные колебательные (осциллирующие) движения инструмента или заготовки. Так осцилляция заготовки низкой частоты в поперечном направлении при плоском шлифовании периферией круга деталей из сталей 45 и 40ХН обеспечивает снижение шероховатости обработанной поверхности в 1,4 раза и повышение производительности обработки в 1,7 раза [2].

Для вибрационного резания на токарных станках применяются в основном низкочастотные и ультразвуковые гармонические колебания. Ультразвуковые колебания сообщаются инструменту или заготовке с целью увеличения обрабатываемости материалов. Например, при точении титанового сплава ВТ-22 и никелевого сплава ХН77ТЮР с тангенциальными колебаниями твердосплавного реза

из сплава ВК8 частотой 30 кГц и амплитудой 2 мкм совместно с подачей в зону резания сжатого воздуха давлением 0,35–0,4 МПа происходит повышение производительности обработки до 5–6 раз. Шероховатость обработанной поверхности при этом снижается на 20–30 %, а стойкость инструмента увеличивается в 3–5 раз по сравнению с традиционным резанием [3].

Низкочастотные колебания в токарной обработке применяются для дробления стружки. Наряду с гармоническими могут использоваться негармонические колебания, например асимметричные. При точении с асимметричными колебаниями режущего инструмента можно изменять не только частотно-амплитудную характеристику, но и коэффициент асимметрии цикла колебаний, т. е. соотношение между временными промежутками, соответствующими прямому (врезание) и обратному (отвод) ходу инструмента в течение цикла [4]. Исследования процесса точения с асимметричными колебаниями инструмента подтвердили устойчивость стружкодробления. Периодический характер процесса резания способствует отдыху инструмента в конце циклов колебания, что приводит к увеличению стойкости инструмента на 10–15 % по отношению к традиционному резанию [5]. Получены рекомендации использования вибраций с различными коэффициентами асимметрии цикла колебаний в зависимости от требований к шероховатости обработанной поверхности, вплоть до параметров, характерных для чистовой обработки ( $Ra$  2,5–3,2 мкм). При этом отмечено снижение шероховатости на 25–30 % в сравнении с гармоническими колебаниями.

Несмотря на большой объем работ, проведенных в области вибрационного резания, полученные положительные результаты использования вибраций для повышения обрабатываемости материалов, дробления стружки, повышения износостойкости инструмента вопрос широкого его применения в производстве остается открытым. Это связано, прежде всего, со сложностью механизмов и устройств для создания вибраций, регулирования их параметров, невысокой надежностью работы некоторых вибрационных устройств, необходимостью вносить изменения в конструкцию станка, снижением при использовании низкочастотных колебаний качества обработанной поверхности и т. п. Но работа в этом направлении продолжается. По мере совершенствования конструкции источников вибраций, механизмов передачи их на режущий инструмент или заготовку,

наработки практического опыта процесс вибрационного резания может получить более широкое применение.

### **Список использованных источников**

1. Сидорова, В. В. Разработка метода дробления стружки для повышения стойкости инструмента при сверлении глубоких отверстий в титановых сплавах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.07 / В. В. Сидорова, Юго-Западный государственный университет. – Курск, 2017. – 20 с.

2. Воронков, А. В. Повышение эффективности плоского шлифования периферией круга путем поперечной осцилляции обрабатываемой заготовки: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / А. В. Воронков, Госуниверситет – УНПК. – Орел, 2011. – 18 с.

3. Дерябин, М. Н. Интенсификация процессов механической обработки жаропрочных сплавов на основе совместного использования ультразвуковых тангенциальных колебаний режущего инструмента и обдува зоны резания сжатым воздухом: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.07 / М. Н. Дерябин; Российский университет дружбы народов. – Москва, 2011. – 18 с.

4. Данильчик, С. С. Кинематика точения с наложением асимметричных колебаний инструмента / С. С. Данильчик, В. К. Шелег // Наука и техника. 2013. – № 4. – С. 16–21.

5. Шелег, В. К. Условия устойчивого стружкодробления и обеспечения качества обработанных поверхностей при точении с асимметричными колебаниями инструмента / В. К. Шелег, В. И. Молочко, С. С. Данильчик // Наука и техника. Серия 1. Машиностроение. – 2015. – № 3. – С. 19–24.