

ваются, одновременно снижаются и остаточные растягивающие напряжения, образующиеся наиболее часто при обычном резании.

Следовательно, циклический характер взаимодействия задней поверхности инструмента с поверхностью резания при вибрациях, существенно повышая упрочнение поверхностного слоя, одновременно приводит к росту остаточных напряжений сжатия, которые увеличиваются с повышением амплитуды и частоты.

Таким образом, путем управления интенсивностью автоколебаний или рационального использования вынужденных колебаний можно изменить в нужном направлении эксплуатационные характеристики изделий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметшин Н.И., Гоц Э.М., Родинов Н.Ф. Вибрационное резание металлов. — Л.: Машиностроение, 1987. — 80с.
2. Подураев В.Н. Обработка резанием с вибрациями. — М.: Машиностроение, 1970. — 350с.
3. Жарков И.Г. Вибрации при обработке лезвийным инструментом. — Л.: Машиностроение, 1986. — 184с.

УДК 621.9.048

В.Г. Куптель

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ СТРУЖКОДРОБЛЕНИЕМ ПРИ ВВЕДЕНИИ В ЗОНУ РЕЗАНИЯ ОДИНОЧНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Проблема управления характером стружкообразования, т.е. формирования заданного вида и формы стружки, относится к числу трудноразрешимых проблем механообработки. Возможность получения стружки, которая легко удаляется из зоны обработки, часто является решающим фактором при автоматизации процесса резания. Образование сливной стружки существенно усложняет управление процессами механообработки как при диагностике выходных параметров, так и при адаптивном управлении. Поэтому стабильное формирование дробленой стружки следует рассматривать как фактор надежности технологических систем.

Одним из эффективных методов, направленных на решение данной задачи, является вибрационное дискретное резание, т.е. задание инструменту закона движения, обеспечивающего кратковременный импульс для дробления стружки с последующим выстоем инструмента, определяющим длину элемента стружки. С этой целью разработана система инст-

румент-акустический преобразователь, предназначенная для управления формой и размерами стружки при обработке деталей из различных материалов. Импульсное возбуждение акустических колебаний в разработанной системе осуществлялось следующим образом (рис. 1): генератор 1 формирует одиночные импульсы, период следования и скважность которых изменяются элементами регулировки, предусмотренными в электрической схеме генератора. При прохождении электрического импульса через акустический преобразователь 3 происходит изменение линейных размеров размещенных в нем пьезокерамических элементов. Так как амплитуда, связанная с такими изменениями, составляет несколько микрометров, то в качестве усилителя механических колебаний используется составной экспоненциальный концентратор 4. Конструкция концентратора обеспечивает условия, при которых акустическая энергия концентрируется в его сужающейся части и тем самым увеличивает амплитуду колебаний. Сжатие частиц среды экспоненциального концентратора 4 передается частицам среды режущего инструмента 2, жестко соединенного с обеспечением требуемого акустического контакта, по которому начинает распространяться изгибная ударная волна с максимальной амплитудой, достигаемой на вершине режущего инструмента. Режущий инструмент 2 закрепляется в резцедержателе токарного станка в сечениях I-I и II-II, в которых амплитуда колебаний равна нулю. Изменение амплитуды подводимых импульсов осуществлялось посредством замены экспоненциального концентратора 4.

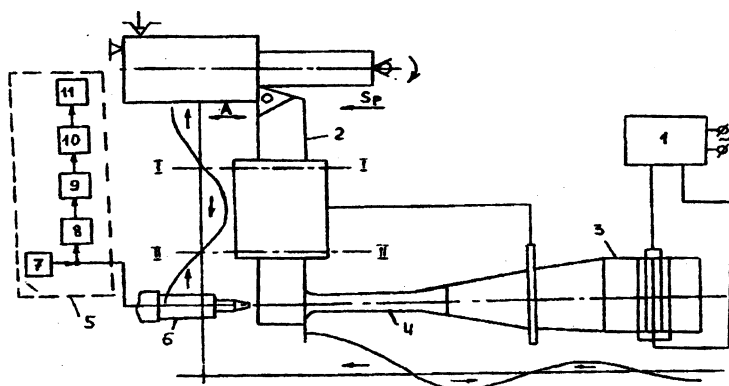


Рис. 1. Схема возбуждения одиночных акустических импульсов в системе инструмент-акустический преобразователь

Экспериментальные исследования возможности обеспечения дробления стружки при введении в зону резания одиночных акустических импульсов проводились при продольном точении заготовок диаметром 40-80 мм и длиной 400-600 мм из сталей

марок 45; 18ХГТ. Обработка велась на токарно-винторезном станке модели 16К20. Способ закрепления заготовки: левый конец зажат в патроне, правый оперт на центре задней бабки. В качестве инструмента использовался проходной токарный резец с неперетачиваемыми трехгранными пластинами твердого сплава с лунками для дробления стружки. Материал пластин - Т15К6. Установка пластин в корпус резца обеспечивала следующие геометрические параметры: задний угол  $\alpha=5^\circ$ ; передний угол  $\gamma=5^\circ$ ; главный угол в плане  $\varphi=90^\circ$ ; радиус закругления режущей кромки  $r=0,8$  мм. В зону резания вводились одиночные акустические импульсы с амплитудами  $A=0,03; 0,05; 0,07$  и  $0,1$  мм. Обработка проводилась на режимах резания: глубина резания  $t=0,5-2,5$  мм, подача  $S_p=0,05-0,25$  мм/об, скорость резания  $V_p=80-120$  м/мин без применения СОТС.

Контроль амплитуды задаваемых одиночных акустических импульсов осуществлялся на участке резца, амплитуда колебаний которого функционально связана с амплитудой колебаний вершины режущей кромки. С этой целью была разработана измерительная система (рис.1), состоящая из бесконтактного индуктивного трансформаторного преобразователя (БИТП) 6, соединенного с измерительной схемой 5. БИТП 6 устанавливается полусферой над режущей кромкой резца с зазором 100 мкм. При вводе одиночных импульсов зазор между поверхностью резца 2 и преобразователем 6 изменяется с частотой волны распространяющейся вдоль резца. На выходе преобразователя получаем модулированное ультразвуковыми колебаниями от генератора 7 напряжение несущей частоты 200 кГц. Это напряжение усиливается усилителем переменного тока 8, далее выпрямляется демодулятором 9. На фильтре 10 отфильтровывается несущая частота, и сигнал пропорциональный амплитуде колебаний регистрируется на экране электронно-лучевого осциллографа 11.

Известно [1], что в зависимости от режимов резания и параметров задаваемых гармонических вибраций или одиночных импульсов кинематика процесса может обеспечивать непрерывный или прерывистый процесс резания. В последнем случае вне зависимости от физических условий резания получается дробленая форма стружки. Условие надежного дробления стружки при обработке любого материала и при любых параметрах технологического процесса выглядит следующим образом [2]:

$$A = \frac{S_p}{2 \sin \frac{\tau_0}{\tau}} \quad (1)$$

Как следует из (1) наибольшее влияние на минимальную амплитуду  $A_{\min}$ , гарантирующую устойчивое стружкодробление оказывает подача  $S_p$ .

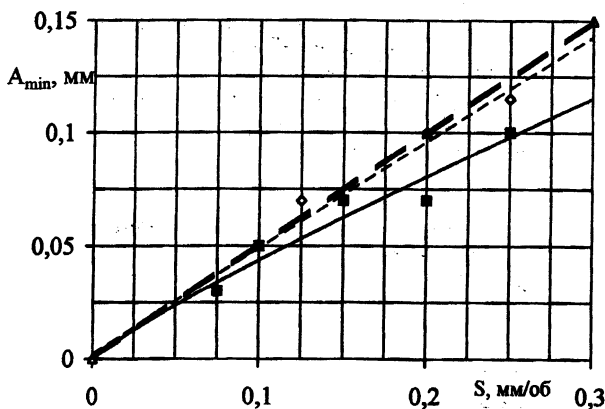


Рис.2. Зависимость минимальной амплитуды  $A_{\min}$  от подачи  $S_p$  при  $V_p=90$  м/мин,  $t=1,5$  мм:  
1 - 18ХГТ; 2 - Ст. 45.

Из приведенного графика (рис.2) видно, что фактические амплитуды, обеспечивающие стабильное дробление стружки, меньше амплитуд, необходимых для прерывания процесса резания (штрих-пунктирная линия).

При точении вязкой легированной стали 18ХГТ  $A_{\min}$  пропорциональна подаче  $S_p$ , а при обработке стали 45 (при  $S_p \geq 0,2$  мм/об) закон пропорциональности не соблюдается, что объясняется отламыванием стружки в утонченных местах. Поэтому, в данном случае для осуществления устойчивого стружкодробления не обязательно доводить до нуля подачу резца, а следовательно, и толщину срезаемого слоя.

Как видно из графика (рис.3) с увеличением глубины резания  $t$  увеличивается  $A_{\min}$ , что обусловлено изменением площади сечения срезаемого слоя. Как для стали 45, так и для стали 18ХГТ повышение скорости резания  $V_p$  в исследуемом диапазоне незначительно влияет на  $A_{\min}$ . Это объясняется увеличением сил резания, а также повышением температуры в зоне резания, что приводит к увеличению пластической вязкости деформируемого материала.

Кроме того, при глубинах резания  $t_p \geq 2$  мм с повышением скорости резания  $V_p$  наблюдалось заметное снижение задаваемой амплитуды  $A$  одиночных акустических импульсов из-за возрастающей нагрузки на режущую кромку инструмента. Поэтому для достижения и поддержания требуемой  $A_{\min}$  необходимо было увеличивать мощность подводимых импульсов.

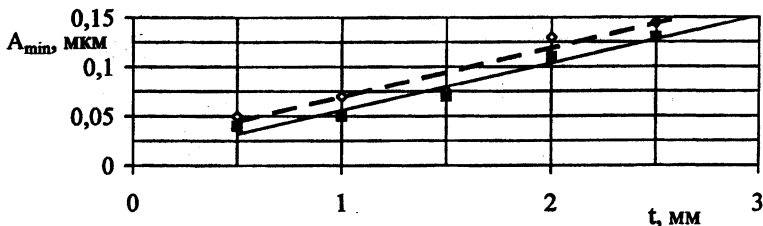


Рис. 3. Зависимость минимальной амплитуды  $A_{min}$  от глубины резания при  $V_p=90$  м/мин,  $S_p=0,15$  мм/об:  
1 - 18ХГТ; 2 - Ст.45

На основании проведенных экспериментальных исследований установлено, что при введении одиночных акустических импульсов с амплитудами  $A_{min}=0,03-0,1$  мм дробление стружки достигается без прерывания процесса резания. Наибольшее влияние из режимов резания на выбор задаваемой амплитуды  $A$  оказывает подача  $S_p$ , а влияние скорости резания  $V_p$  и глубины резания  $t_p$  на поддержание заданной амплитуды необходимо компенсировать изменением мощности подводимых импульсов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Подураев В.Н. Обработка резанием с вибрациями. — М.: Машиностроение, 1970. — 350с.
2. Ахметшин Н.И., Гоц Э.М., Родиков Н.Ф. Вибрационное резание металлов. — Л.: Машиностроение, 1987. - 80с.

УДК 621.83.06

М.Ф. Пашкевич, А.А. Жолобов, А.В. Капитонов

### ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ДОРОЖЕК И КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ПЛАНЕТАРНЫХ РОЛИКОВЫХ ПЕРЕДАЧ

Могилевский государственный технический университет  
Могилев, Беларусь

Кинематическая точность планетарной роликовой передачи зависит от точности изготовления ее деталей, и в первую очередь, от точности периодических дорожек, которые образованы фрезой, перемещающейся по периодической кривой, описываемой уравнением [1, 2]