

**ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА
ПРИ ТОЧЕНИИ С НАЛОЖЕНИЕМ НА ПРОЦЕСС
РЕЗАНИЯ АСИММЕТРИЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ**

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Данильчик С.С.

Вибрационное точение является эффективным способом стружкодробления в процессе обработки деталей, но снижается качество обработанной поверхности. При вибрационном точении средняя высота микронеровностей остается неизменной и равна высоте гребешков при обычном резании. Однако вследствие изменения подачи инструмента наблюдается значительная нерегулярность профиля обработанной поверхности из-за нестабильности высоты гребешков (рисунок 1). И эта нерегулярность может быть достаточно большой.

В отличие от обычного резания, где осевое расстояние между траекториями движения резца относительно детали на соседних витках Δ одинаково и равно подаче на оборот S_o , при вибрационном точении оно изменяется от нуля до $\Delta_{\max} \geq 2S_o$, в результате чего и происходит увеличение высоты гребешков, остающихся после обработки.

Уменьшение расстояния Δ_{\max} , а, следовательно, и высоты гребешков возможно при переходе от симметричного вибрационного точения к точению с наложением асимметричных колебаний инструмента. Такое точение характеризуется различными временными промежутками движения резца в течение цикла в направлении подачи и обратном направлении, т.е. коэффициентом асимметрии. Коэффициент асимметрии может быть представлен видом

$$\xi = \frac{a}{b},$$

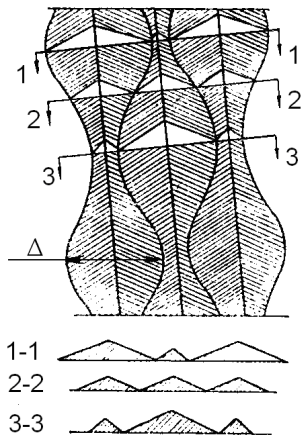


Рисунок 1 – Схема образования гребешков

где a и b – части оборота заготовки, соответствующие прямому (в направлении подачи) и обратному (против подачи) ходу инструмента (рисунок 2). Если $\xi > 1$, т.е. время на врезание превышает время отвода резца, то такое резание называется мягким или релаксационным (рис. 2, а). При жестком или силовом вибрационном точении происходит ускоренное врезание инструмента в заготовку и медленный выход из нее (рис. 2, б). При симметричном вибрационном точении $\xi = 1$.

При жестком или силовом вибрационном точении происходит ускоренное врезание инструмента в заготовку и медленный выход из нее (рис. 2, б). При симметричном вибрационном точении $\xi = 1$.

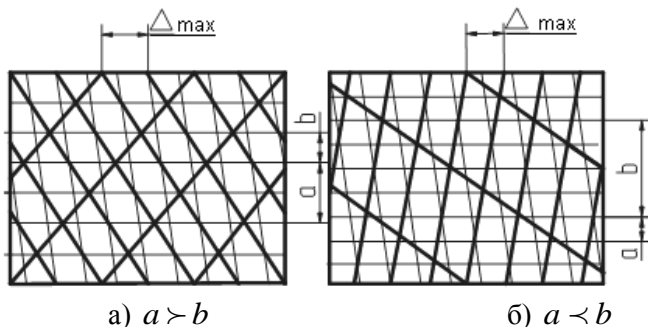


Рисунок 2 – Методы вибрационного точения с асимметричными колебаниями: а) мягкое, б) жесткое

Максимальное расстояние между соседними витками рассчитывается по формулам:

$$\Delta_{\max} = S_o \left(\frac{1}{\xi} + 1 \right) \text{ – для мягкого точения,}$$

$$\Delta_{\max} = S_o (\xi + 1) \text{ – для жесткого точения [1].}$$

Колебательное движение инструмента в используемом устройстве для точения с вибрациями обеспечивается кулачком, входящим в контакт со шпинделем станка. Каждому коэффициенту асимметрии соответствует определенный профиль кулачка. От вращающегося кулачка через гидравлический привод движение передается на резцедержатель. Траектория колебательного движения инструмента внутри цикла колебаний исследовалась с помощью тензометрических датчиков, наклеенных на пружинную балку равного сопротивления. Сигналы с тензодатчиков усиливались и фиксировались прибором «Spider 8» в комплекте с компьютером. Таким образом была произведена запись колебательного движения резца при симметричном вибрационном точении и асимметричном с коэффициентами асимметрии $1/3$, $1/2$, 2 и 3 . Обработка велась резцом, оснащаемым неперетачиваемыми многогранными пластинами из стали Т15К6. Обрабатывались заготовки из стали ШХ15. На рисунке 3 представлен график движения инструмента при точении с коэффициентом асимметрии $\xi=1/2$.

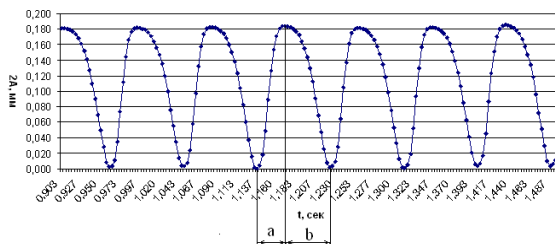


Рисунок 3 – График колебательного движения инструмента

Разбивая полученные графики на участки, соответствующие одному обороту заготовки, и учитывая движение инструмента с заданной подачей на оборот заготовки, разработаны схемы движения инструмента при вибрационном точении на скорости 94 м/мин с подачей $0,15$ мм/об и глубиной резания $1,5$ мм (рисунок 4).

По полученным схемам определены величины максимального расстояния Δ_{\max} , которые занесены в таблицу 1.

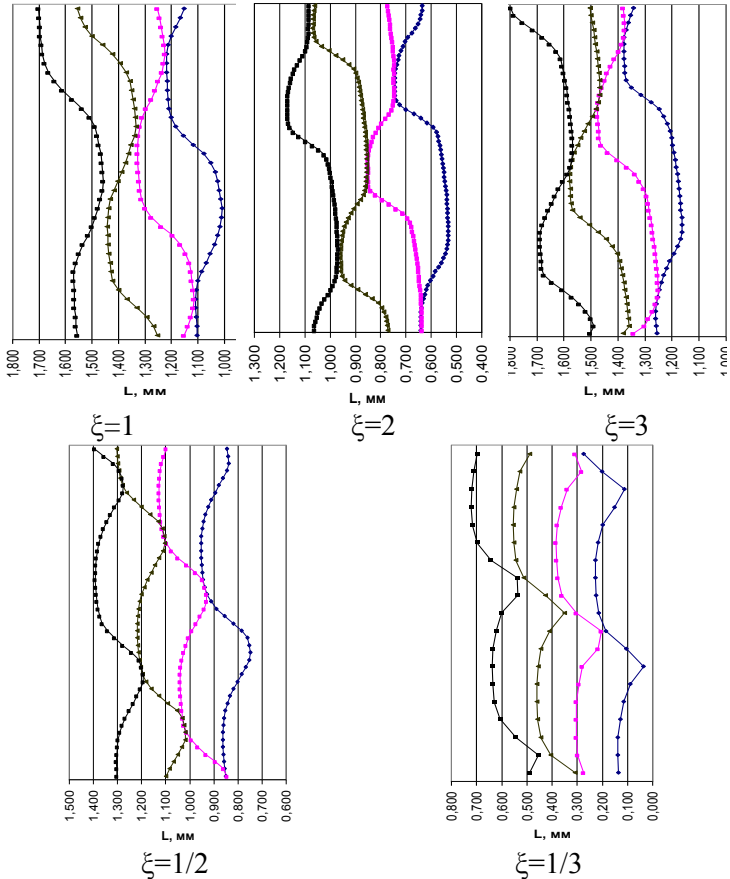


Рисунок 4 – Схемы движения инструмента при вибрационном точении

Результаты эксперимента показывают, что траектория движения инструмента при вибрационном точении (рисунок 4) близка к теоретически построенной модели (рисунок 2). Максимальное расстояние между траекториями движения резца на соседних витках уменьшается с увеличением асимметрии цикла колебания инструмента. От-

клонение экспериментально полученного значения Δ_{\max} от расчетного объясняется инерционностью гидравлической системы для вибрационного точения. На схемах это подтверждается наличием участков, на которых происходит движение инструмента с подачей близкой к заданной подаче на оборот. Длина этих участков больше на схемах мягкого вибрационного. Следовательно, можно сделать предположение, что шероховатость обработанных поверхностей будет ниже после жесткого вибрационного точения с коэффициентом асимметрии 1/3.

Таблица 1 – Максимальное расстояние между траекториями движения инструмента на соседних витках Δ_{\max} .

Коэффициент асимметрии	Амплитуда, мм	Расстояние Δ_{\max} , мм	
		расчетное	экспериментальное
3	0,077	0,201	0,267
2	0,079	0,229	0,282
1	0,077	0,303	0,324
1/2	0,079	0,229	0,278
1/3	0,075	0,2	0,235

При проектировании устройств для точения с наложением асимметричных колебаний инструмента следует стремиться к тому, чтобы действительная траектория движения инструмента относительно заготовки была по возможности ближе к теоретической. Это приводит к уменьшению расстояния между соседними витками траектории движения инструмента относительно заготовки и, следовательно, к уменьшению шероховатости обработанных поверхностей.

УДК 621.762

Евтухов К.С.

АНАЛИЗ ЗАДАЧ ИДЕАЛЬНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ДЛЯ СЛУЧАЯ ВДАВЛИВАНИЯ

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Петюшик Е.Е.

Проведен анализ условий течения материала при вдавливании плоского пуансона в полупространство. Выделены некоторые