

©Холод А.В., Тарасюк А.П.

## **ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВИБРАЦИОННОГО РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ**

### **1. Постановка проблемы**

Первые работы, связанные с исследованиями по вибрационному резанию, относятся к периоду 1954-1965г. Однако большинство исследований по вибрационному резанию посвящены обработке металлов и не содержат физического обоснования его применения для полимерных композиционных материалов, в том числе и волокнистых, которые в свою очередь, находят в последнее время все более широкое применение в промышленности.

### **2. Цель исследования**

Целью исследования было восполнить этот пробел и дать физическое обоснование применения вибрационного резания для обработки волокнистых композитов и на его основе разработать практические рекомендации его применения для процесса точения.

### **3. Основное содержание**

Недостатком токарной обработки волокнистых полимерных композитов (ВПК), является непрерывность контакта инструмента с заготовкой, что обуславливает высокую теплонапряженность процесса резания. Очевидно, повышать эффективность упомянутого вида обработки можно, если каким-то образом обеспечить прерывистость контакта.

Многочисленные исследования [3] показали, что между ударной вязкостью, сопротивлением резанию и шероховатостью обработанной

поверхности существует тесная взаимосвязь. Режущие кромки инструмента совершают нерегулярные колебания довольно сложной формы, которая соответствует ударные нагрузки, действующие в направлении резания. Вероятно, была бы идеальной организация такого процесса резания, при котором ударные нагрузки, создаваемые резцом, имели бы регулярный характер. В таком случае вместо непрерывной синусоиды следовало бы использовать силу резания регулярного импульсного характера. Для этой цели используется установленный отдельно колебательный привод, обеспечивающий синусоидальные вынужденные колебания инструмента в направлении резания с частотой  $f$  и амплитудой  $a$ .

Вибрационные силы резания в колебательной технологической системе могут действовать и в области переходимых процессов. Чем больше ширина импульсов, тем эффективнее будут использованы эти процессы. Способ резания, при котором учтены динамические характеристики в области переходного процесса колебательной системы и эти характеристики специально использовали для получения импульсных сил резания был назван вибрационным резанием.

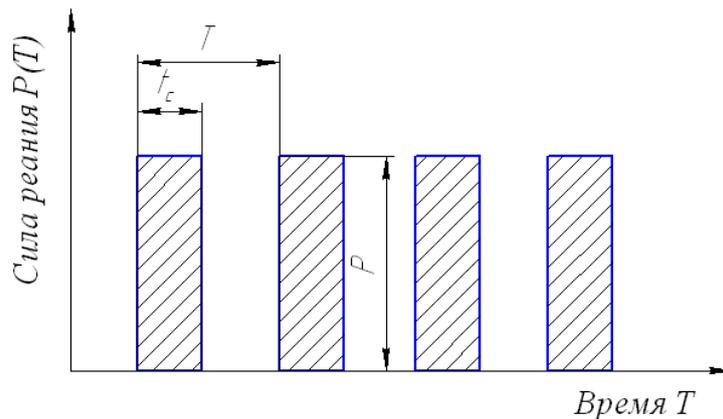
При этом весь период колебаний резца не используется, и создаются так же условия, при которых действие силы очень кратковременно и с каждым циклом колебаний положение точек взаимодействия режущей кромки инструмента с обрабатываемым материалом не используются.

К основным параметрам, определяющим эффективность вибрационного резания относятся:  $f$  – частота колебаний режущего инструмента;  $a$  – амплитуда колебаний режущего инструмента;  $V_a$  – переменная скорость главного колебательного инструмента;  $V_o$  – составляющая скорость главного движения резания, которое определяется прямолинейным поступательным или вращательным движением заготовки или режущего инструмента;  $V$  – мгновенная скорость главного движения резания;  $V_k$  – критическая скорость – скорость  $V_o$  при которой и выше которой режущий инструмент находится в непрерывном контакте с заготовкой, ниже которой происходит прерывистое

резание;  $\tau_c$  – время (продолжительность) резания в одном цикле колебаний режущего инструмента;  $l_m$  – длина пути резания в направлении  $V_o$  в одном цикле колебаний режущего инструмента.

При выборе параметров вибрационного резания необходимо прежде всего обеспечить реализацию факторов, определяющих эффективность обработки волокнистых полимерных композитов.

Для анализа такой возможности рассмотрим графическую интерпретацию механизма вибрационного резания рис. 1.



**Рис. 1** – Колебания силы при вибрационном резании

По рассматриваемой схеме режущий инструмент в определенных местах многократно и регулярно вступает в контакт с заготовкой или отделяется от нее, таким образом, реализуется прерывистое резание. Необходимо отметить, что прерывистое резание реализуется только в том случае, если скорость резания будет удовлетворять неравенству  $V < 2\pi af$ . Если скорость резания оказывается равной  $2\pi af$  или больше, то передняя поверхность режущего инструмента постоянно контактирует с обрабатываемой заготовкой. При этом механизм, характерный для вибрационного резания, полностью исчезает, и действует механизм обычного резания. Скорость  $V = 2\pi af$  называется критической. Время контактирования режущего инструмента с заготовкой в одном цикле колебаний определяется:

$$\tau_c = \frac{V}{V_k} \cdot T = \frac{V \cdot T}{2\pi af} = \frac{V}{2\pi af^2} \quad (1)$$

Таким образом – возможность обеспечения прерывистости резания (прерывистости контактирования инструмента с заготовкой) является тем фактором, который обосновывает необходимость применения вибрационного резания при обработке полимерных композитов.

На практике энергозатраты на вибрационное резание в 3÷10 раз меньше энергозатрат на традиционное резание.

Для того чтобы обеспечить эффективность процесса вибрационного резания необходимо правильно и обоснованно выбрать все составляющие элементы и параметры процесса.

В силу влияния многих факторов на эффективность вибрационного резания, особенно геометрических параметров упаковки наполнителя в матрице и соотношения их физико-механических свойств не всегда удается добиться требуемого эффекта от его применения.

### **Выводы**

1. Применение вибрационного резания позволяет привести к снижению динамической ударной вязкости, повышению хрупкости разрушения при резании, снижению работы трения и температуры резания.

2. Дает возможность создания условий для гашения паразитных колебаний, связанных с неоднородностью структуры композитов.

3. Вибрационное резание характеризуется снижением энергозатрат при резании.

### **Список использованных источников:**

1. Стерин И. С. Машиностроительные материалы Основы металловедения и термической обработки / И. С. Стерин. – СПб. : Политехника, 2003. – 344 с.

2. Баранчиков В. И. Обработка специальных материалов в машиностроении: справочник / В. И. Баранчиков, А. С. Тарапов. – М.: Машиностроение, 2002. – 264 с.

3. Дрожжин В. И. Физические особенности и закономерности процесса резания слоистых пластмасс : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В. И. Дрожжин. – Харьков: ХПИ, 1982. – 32 с.

*Холод А.В. Тарасюк А.П.* «Физическое обоснование процесса вибрационного резания при обработке волокнистых полимерных композитов».

В статье рассматривается применение вибрационного резания для обработки волокнистых полимерных композитов.

**Ключевые слова:** вибрационное резание, полимеры, колебания, режущий инструмент, износостойкость.

*Холод О.В. Тарасюк А.П.* «Фізичне обґрунтування процесу вібраційного різання при обробці волокнистих полімерних композитів».

У статті розглядається застосування вібраційного різання для обробки волокнистих полімерних композитів.

**Ключові слова:** вібраційне різання, полімери, коливання, ріжучий інструмент, зносостійкість.

*Kholod A.V. Tarasyuk A.P.* “The physical justification of vibration cutting in the processing of fibrous polymer composites”.

The article discusses the use of vibration cutting for the treatment of fibrous polymer composites.

**Key words:** vibration cutting, polymers, vibration, cutting tools, wear-resistance.

Стаття надійшла до редакції 22 вересня 2011 р.