

УДК 621.96

РЕЗЕЦ С ДЕМПФИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

Малыхин В.В., канд. техн. наук

(ФГБОУ ВПО Юго-Западный Государственный Университет, Курск, Россия)

Новиков С.Г., канд. техн. наук

(ФГБОУ ВПО Курский институт социального образования (филиал РГСУ))

Новиков Ф.В., докт. техн. наук

(Харьковский национальный экономический университет)

Введение и постановка задачи. Современный этап развития машиностроения характеризуется широким применением станков с ЧПУ и технологической оснастки, обеспечивающей высокую точность и качество обработки резанием разнообразных конструкционных материалов. В инструментальных системах станков с ЧПУ важную роль выполняют резцы с многогранными неперетачиваемыми пластинами, которые используются как на черновых, так и чистовых операциях. Сдерживающим фактором применения резцов со сменными многогранными неперетачиваемыми пластинами для тонкой чистовой обработки, заменяющей процесс шлифования, являются вибрации, возникающие в процессе резания. Они уменьшают точность обработки, увеличивают износ и расход дорогостоящего инструментального материала, что в конечном итоге приводит к повышению себестоимости обработки.

Проблема снижения уровня вибраций, в том числе связанного с ударными нагрузками, является актуальной, особенно с учетом возрастающих требований к качеству обработки. Одним из способов решения данной проблемы является совершенствование конструкций резцов с целью повышения устойчивости процесса резания [1]. В частности, разрабатываются и предлагаются конструкции демпфирующих резцов. Известные резцы для чистовой обработки, содержат вставку из композиционного материала на полимерной основе с высоким демпфированием [2, 3]. Наряду с очевидными достоинствами этих инструментов, имеются и недостатки: режущая пластина и узел ее крепления расположены непосредственно в державке, жестко закрепленной в резцедержателе, а вставка из материала с высоким демпфированием размещена в выборке внутри державки, вследствие чего не происходит надежной виброизоляции режущей пластины и узла ее крепления от металлических поверхностей державки и резцедержателя; сложность конструкции резца; большой расход материала, обладающего высоким демпфированием, идущего на изготовление вставки.

Цель работы – повышение качества обработки и устойчивости процесса резания на основе разработки и применения резца с демпфирующими свойствами для станков с ЧПУ.

Результаты исследований. С целью повышения качества обработки за счет обеспечения устойчивого процесса резания [4], а также снижения материалоемкости

инструмента, предлагается новая конструкция универсального демпфирующего резца (рис. 1).

Режущая пластина 1 узлом ее крепления 2 жестко фиксирована на верхней поверхности Б металлической оправки 3, изготовленной в виде прямоугольного параллелепипеда и размещенной в тонкостенном контейнере 4 с равномерными зазорами t по его основанию и стенкам, при этом зазоры t заполнены вставкой 5 из материала с высоким демпфированием, а оправка 3 установлена выступающей над контейнером 4 без соприкосновения с ним режущей пластины 1 и узла ее крепления 2. В выборке, выполненной по форме контейнера 4 и ориентированной по нормали к верхней плоскости В переднего конца державки 6, неподвижно закреплен контейнер 4 с обеспечением отсутствия контактирования режущей пластины 1 и узла ее крепления 2 на оправке 3 с державкой 6 и с возможностью обработки режущей пластиной 1 материала изделия.

В зависимости от вида выполняемой технологической операции жесткое фиксирование режущей пластины 1 соответствующей формы на верхней поверхности Б металлической оправки 3 может быть осуществлено узлом крепления 2 любой конструкции, в том числе и специальными резцовыми вставками.

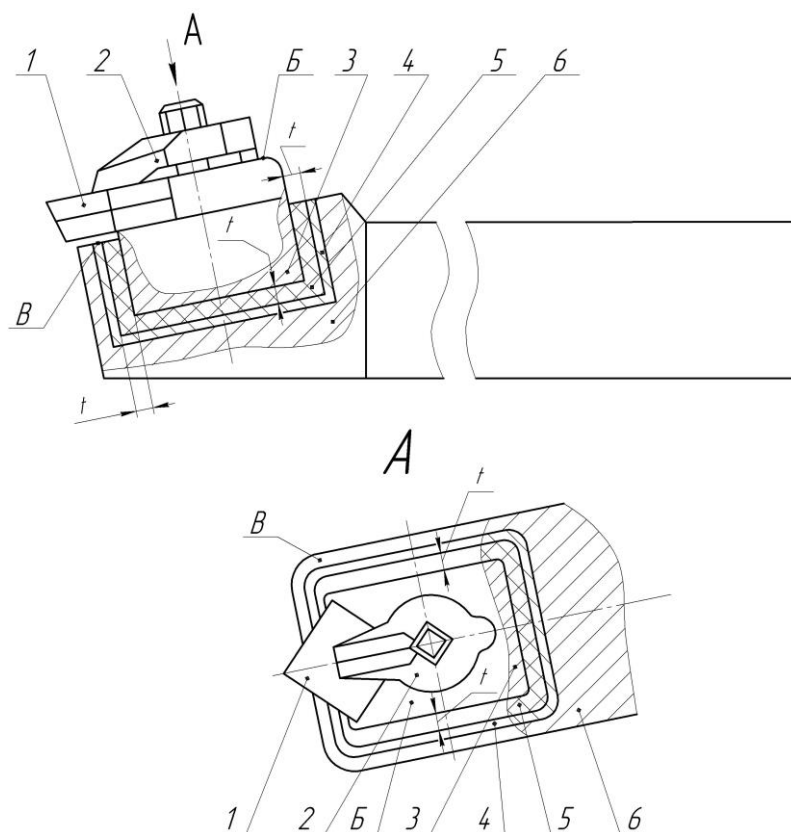


Рис. 1. Общий вид резца.

Процесс резания обрабатываемого материала универсальным демпфирующим резцом осуществляют следующим образом. При обработке режущей пластиной 1 материала изделия возникает сила резания \bar{P} (рис. 2).

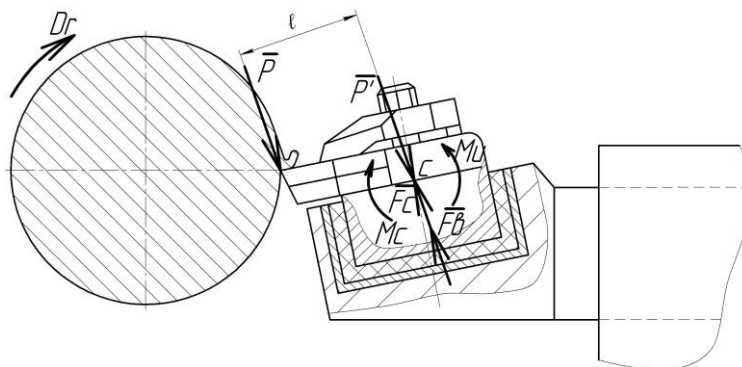


Рис. 2. Схема действия сил на державку резца при обработке заготовки.

Воспользуемся теоремой о параллельном переносе силы. Силу резания, не изменяя оказываемого действия, перенесем параллельно ей самой в любую точку оправки 3, прибавляя при этом пару с моментом, равным моменту переносимой силы относительно точки, куда сила переносится. За точку переноса выбрана точка «С» на оси крепления режущей пластины к державке. Тогда на оправку 3 действуют активные сила резания $\bar{P} = \bar{P}'$ и изгибающий момент M_u .

$$M_u = P \cdot l, \quad (1)$$

где l – расстояние от вершины резца до точки переноса «С» между силами \bar{P} и \bar{P}' .

Вставка 5 из материала с высоким демпфированием воздействует на оправку 3 восстанавливающей силой \bar{F}_g , силой сопротивления \bar{F}_c и моментом сопротивления M_c , причем силы \bar{F}_g и \bar{F}_c вставки 5 направлены по одной прямой в противоположную сторону от силы резания \bar{P}' , а момент сопротивления M_c противоположен изгибающему моменту M_u . Восстанавливающая сила пропорциональна величине линейного перемещения оправки 3, $F_g = c \cdot \Delta$, где c – жесткость вставки; Δ – величина линейного перемещения оправки, а момент сопротивления $M_c = c' \cdot \varphi$, где c' – жесткость вставки при кручении; φ – угол поворота державки. Вставка 5 выполнена из материала с высоким демпфированием, поэтому ее сила сопротивления пропорциональна второй или высшей степени линейной скорости перемещения оправки 3, т.е. $M_c = \mu \cdot v^2$, где μ – коэффициент сопротивления; v – скорость перемещения оправки.

Державка 6 испытывает действующие усилия, равные разностям силы резания и суммы сил восстанавливающей и сопротивления, а также изгибающего момента и момента сопротивления материала вставки 5. Подбирая жесткость материала с высоким демпфированием вставки 5 можно минимизировать внешние воздействия на державку 6 и, следовательно, изгибы выступающего конца державки 6 без дополнительных конструктивных разработок, так как выборка в державке занимает незначительный объем и при низких внешних нагрузках практически не снижает жесткость и прочность державки.

Предлагаемая конструкция резца позволяет:

1. Повысить качество обработки эффективным демпфированием возникающих в процессе резания вибраций за счет того, что оправка с жестко фиксированной на ней узлом крепления режущей пластины размещена во вставке из материала с высоким демпфированием без возможности контактирования режущей пластины и узла ее крепления с контейнером и державкой.

2. Повысить надежность устойчивого процесса резания, так как вставка из материала с высоким демпфированием виброизолирует ударные нагрузки как в направле-

нии от детали и режущей пластины к державке и резцедержателю, так и в обратном – от резцедержателя и державки к режущей пластине и детали.

3. Подбором жесткости материала вставки с высоким демпфированием минимизировать внешние нагрузки на державку и деформации выступающего ее конца без дополнительных конструкторских разработок.

4. Снизить материалоемкость реза за счет уменьшения расхода материала с высоким демпфированием для изготовления вставки, так как она заполняет лишь зазоры между державкой и контейнером.

Выводы. Таким образом, предлагаемый универсальный демпфирующий резец позволяет достичь технического результата по повышению качества обработки и надежности устойчивого процесса резания, а также упрощению конструкции реза и снижению его материалоемкости. Новизна принятых решений позволила подготовить заявку на изобретение № 2010145193.

Список литературы

1. Кудряшов Е.А. Повышение эффективности работы инструментов из сверхтвердых материалов в сложных технологических условиях [Текст] / Е.А. Кудряшов, Е.И. Яцун, Е.В. Павлов и др. // Сб. трудов XVII межд. научн.-технич. конф.: Машиностроение и техносфера XXI века, т. 2. – Донецк, 2010. – С. 51-55.
2. А.с. СССР №1620212, кл. В23В27/00, 1991 г. Бюл. №2.
3. Патент РФ №2009768 МПК⁵ В23В27/00, 1994 г.
4. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения [Текст] / Под общ. ред. Ф.В. Новикова и А.В. Якимова. В десяти томах. – Т. 3. "Резание материалов лезвийными инструментами". – Одесса: ОНПУ, 2003. – 546 с.