

УДК 621

МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАСТОЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С ИЗБЫТОЧНЫМ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ В ОПРАВКЕ

Волков Н.Н. студент гр. 10Б51, V курс
Научный руководитель: Ретюнский О.Ю., к.т.н., доцент
Юргинский технологический институт
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
г.Юрга

Перед современным машиностроением при растачивании отверстий особенно остро стоит вопрос о снижении вибрации и повышении жесткости инструмента. Вибрация отрицательно влияет на процесс формообразования, может вызывать повышенный износ инструмента, а в некоторых случаях даже выход из строя металлорежущего оборудования.

Оправки расточных инструментов отечественного производства нуждаются в увеличении жесткости и снижении возникающей в процессе резания вибрации.

Традиционные методы не позволяют получить достаточно высоких и стабильных результатов процесса растачивания. Поэтому предлагается методика изготовления оправок с избыточным гидравлическим давлением в теле оправки. (Рис. 1)

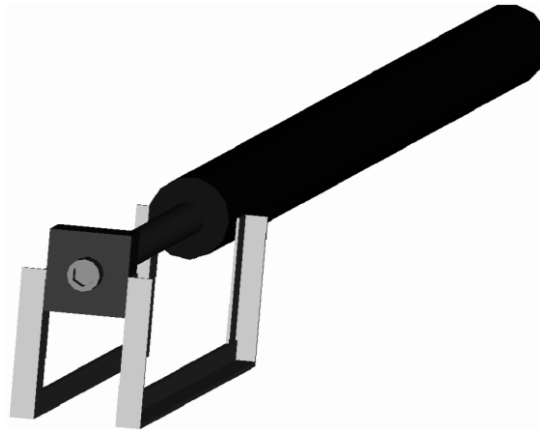


Рис. 1 Макет способа создания избыточного гидравлического давления в теле оправки.

Это может быть достигнуто заполнением полости оправки гидравлической жидкостью с высоким коэффициентом вязкости и введением в эту полость плунжера. Так как жидкость практически несжимаема, давление будет передаваться на стенки оправки, тем самым увеличивая вибростойкость системы и, соответственно, повышая жесткость последней, как показывает практика, на 15-20%. Кроме того, существует вероятность изготовления сотовой конструкции тела оправки в поперечном сечении.

Учитывая интенсификацию производства и стремление к концентрации операций, предлагается существенно повысить жесткость оправки, используя специальное приспособление (Рис. 2), которое, помимо уменьшения вибрации и увеличения жесткости, выполняет дополнительную операцию раскатки обработанной поверхности за счет установки свободно вращающихся сфер на концах насадного приспособления.

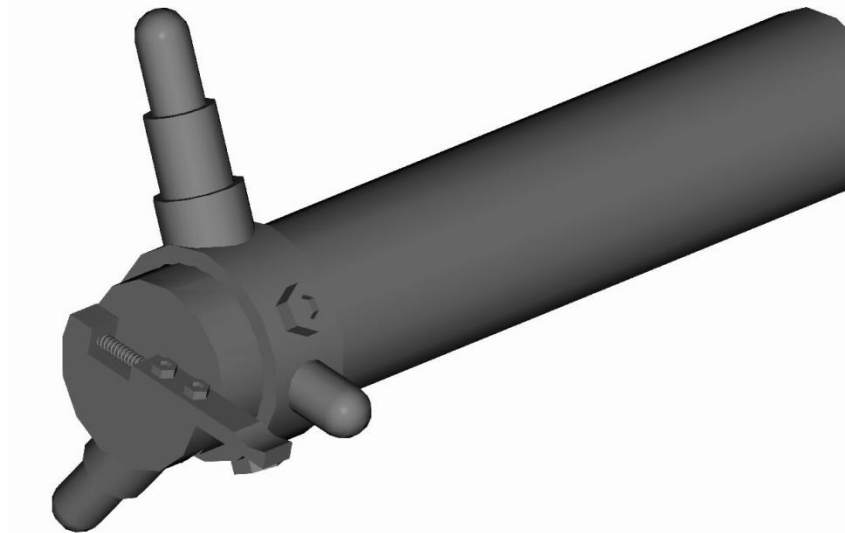


Рис. 2 Макет расточной головки с увеличенной жесткостью расточной оправки.

Линеаризация уравнения возникающей вибрации методом гармонического баланса выглядит следующим образом.

Основная идея метода гармонического баланса состоит в том, что колебание предполагается синусоидальным:

$$x = A \cos \omega t, \quad x = v = -A \omega \sin \omega t$$

Практически осуществляется замена негармонического колебания его первой гармоникой. Тогда восстанавливающая функция $f(x, v)$ периодична с периодом $T = 2\pi/\omega$ и может быть разложена в ряд Фурье:

$$\begin{aligned} f(x, v) &= f(A \cos \omega t - A \omega \sin \omega t) = \\ &= a_0 + \sum_{\nu=1}^{\infty} (a_{\nu} \cos \nu \omega t + b_{\nu} \sin \nu \omega t) \end{aligned}$$

Ограничимся симметричными восстанавливающими функциями, для которых $a_0 = 0$. В разложении будем пренебрегать членами с $\nu > 1$.

$$f(x, v) \approx a_1 \cos \omega t + b_1 \sin \omega t = \frac{a_1}{A} x - \frac{b_1}{A \omega} \dot{x} \text{ где}$$

$$a_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} f(a \cos \omega t - A \omega \sin \omega t) \cos \omega t d\omega t$$

$$b_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} f(a \cos \omega t - A \omega \sin \omega t) \sin \omega t d\omega t$$

Тогда нелинейные уравнения автоколебательных систем $\ddot{x} + f(x, \dot{x}) = 0$ будет иметь вид

$$\ddot{x} - \frac{b_1}{A\omega} \dot{x} + \frac{a_1}{A} x = 0$$

Коэффициенты этого уравнения не постоянны и зависят от амплитуды колебаний A . Это связано с непостоянной во времени периодической силой, возникающей на режущем инструменте в процессе обработки.

Безразмерный коэффициент затухания

$$D = \frac{-b_1}{2\omega\sqrt{\frac{a_1}{A}}} = -\frac{b_1}{2\omega\sqrt{a_1A}}$$

Зависимость коэффициента демпфирования и относительного рассогласования от амплитуды представлена на рисунке 2

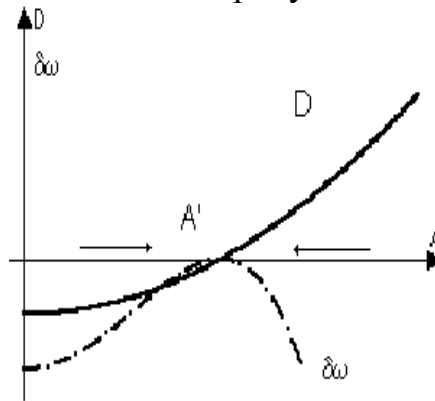


Рис. 2 Зависимость коэффициента демпфирования (сплошная линия) и относительного рассогласования (штрихпунктирная линия) от амплитуды.

Таким образом, вероятно создание системы контроля за наличием вибрации на расточной оправке в процессе растачивания заготовки на станке, работающей по следующей схеме.

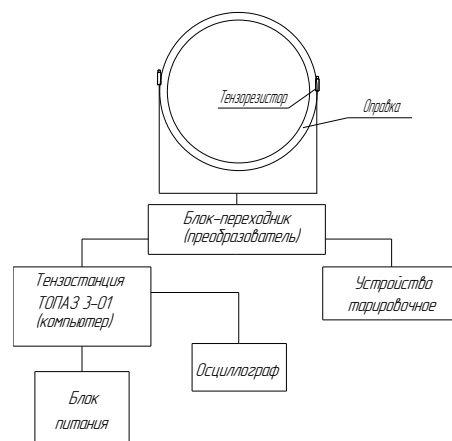


Рис. 3 Система контроля вибрации на расточной оправке.

При снятии результатов экспериментов необходимо учитывать не только вибрацию, возникающую в процессе механической обработки, но и в переходных процессах, связанных с неоднородностью металла, а так же с отклонениями формы обрабатываемой экспериментальной заготовки.

Тензорезисторы должны располагаться таким образом, чтобы не было взаимного влияния друг на друга, однако, их расположение должно быть выполнено так, чтобы получить максимально полную картину возникающих частот.

Кроме этого, необходимо различать амплитудную модуляцию и биение. Они имеют похожие временные реализации. Это действительно так, но с небольшой поправкой – в случае биений имеет место сдвиг фазы в точке полного взаимоуничтожений сигналов (Рис. 4)



Рис. 4 Характеристики амплитудной модуляции и биения

Из-за того, что эти сигналы немного различаются по частоте, их разность фаз изменяется в пределах от нуля до 360 градусов, а это означает, что их суммарная амплитуда будет то усиливаться (сигналы в фазе), то ослабляться (сигналы в противофазе). В спектре биения присутствуют компоненты с частотой и амплитудой каждого сигнала, и полностью отсутствуют боковые полосы. В данном примере амплитуды двух исходных сигналов различны, поэтому они не полностью взаимоуничтожаются в нулевой точке между максимумами. А значит, биение - это линейный процесс: оно не сопровождается появлением новых частотных компонент.

Список литературы:

1. Колебания: Введение в исследование колебательных систем / К. Магнус.– М.: Мир, 1982. – 304 с.
2. Электродинамика материальных сред: / Р.И. Соколовский. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2001. – 67 с.
3. В.А. Романов, О.К. Слива Аналитическая динамика и теория колебаний. Учебное пособие./ Челябинск. Изд-во ЮУрГУ, 2003 г., – 116с.
4. Валентов А.В., Еремеев А.В., Чернухин Р.В. (RU) «Расточная головка» Патент на полезную модель №52753 по заявке № 2005130026/22 26.09.2005 Опубликовано 27.04.2006 Бюллетень № 12.