

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПО КРИТЕРИЮ «ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ»

В статье рассмотрено влияние степени износа режущего инструмента на точность обработки при продольном фрезеровании древесины. Определена наработка до отказа по данному критерию качества продукции. Предложены формулы для расчета гамма-процентного периода стойкости режущего инструмента. Период стойкости режущего инструмента зависит от вида и режимов обработки: толщины срезаемого слоя, скорости резания, и допуска на размер детали. Данная методика определения периода стойкости может быть использована при расчетах в случае жестких требований по точности обработки деталей.

Введение. Период стойкости режущего инструмента является важнейшим эксплуатационным показателем, влияющим на технико-экономическую эффективность производства. Он определяет расход инструмента, затраты на его подготовку и обслуживание, а также – качество обработки деталей. В современной технической литературе период стойкости дереворежущего инструмента назначается в зависимости от износостойкости его режущей части и свойств материала обрабатываемой детали [1,2]. Он назначается без учета величины припуска (толщины срезаемого слоя), скорости резания и допускаемого отклонения размеров обработанной детали. Например, стальным ножом цилиндрических сборных фрез для фрезерования массивной древесины период стойкости назначается от 8 до 10,4 часа.

Основная часть. В процессе механической обработки древесины происходит изнашивание режущего инструмента, которое определяется постепенным изменением начальной микрогеометрии резца, образованной в процессе заточки. Изнашивание может быть разных видов: механическое, абразивное, тепловое, окислительное, электрохимическое (коррозия), электрическое (эрозия) и причины, приводящие к изнашиванию контактных поверхностей резца. Происходит изменение структуры металла, которое приводит к уменьшению его прочности и твердости. Лезвие режущего инструмента затупляется, т.е. изменяется начальная микрогеометрия резца, за счет выкрашивания и сминания режущих кромок и стирания тех участков, которые соприкасаются с древесиной.

Во время работы резца от его тела в зоне, как передней, так и задней грани отрываются частицы металла, в результате чего поперечное сечение резца плоскостью нормальной к режущей кромке, представляет собой клин с округленной вершиной и изношенными до той или иной степени задней и передней гранями. Считаем кривую округления дугой окружности, радиус которой является показателем остроты резца $\rho_0 = 4 \dots 10$ мкм.

Для получаемых продольным фрезерованием профильных деталей ГОСТ 8242-88 [3] определяет две группы требований к качеству изделий: требования по состоянию исходного материала (наличие пороков, влажность древесины) и требования по качеству обработки (геометрическая точность размеров и формы изделия и шероховатость обработанной поверхности).

При изнашивании в первую очередь теряется точность обработки. Основным, определяющим точность обработки, является фактическое положение плоскости резания. Считается, что она проходит через центр окружности, вписанной в фактическую режущую кромку лезвия (рис. 1).

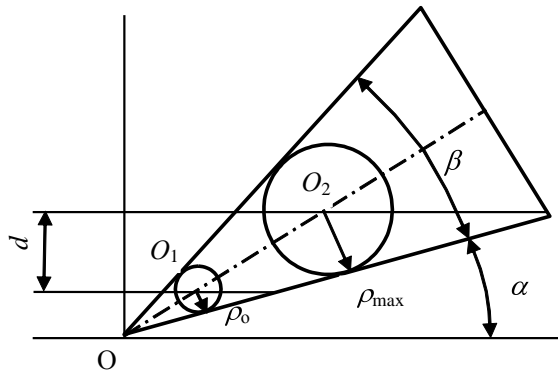


Рис. 1. Схема к расчету положения плоскости резания

В процессе фрезерования деревянных заготовок лезвия монотонно изнашиваются, затупляются, укорачиваются по биссектрисе угла заточки лезвий β . В результате радиус вписанной окружности увеличивается до $\rho_{\max}=30\dots60$ мкм и более, а ее центр перемещается по биссектрисе угла заточки. Соответственно смещается на величину d и поверхность обработки. Оценим точность обработки коэффициентом запаса точности по ГОСТ 27.202-83[4].

$$K_3(t) = 0,5 - K_c(t) - 0,5K_p(t), \quad (1)$$

где $K_c(t)$ – коэффициент смещения;

$K_p(t)$ – коэффициент мгновенного рассеяния.

$$K_c = \frac{|\bar{X}(t) - X_0|}{\delta}, \quad (2)$$

где $X(t)$ – среднее значение контролируемого параметра в момент времени t ; X_0 – значение параметра, соответствующее середине поля допуска.

$$K_p(t) = \frac{\omega(t)}{\delta}, \quad (3)$$

где $\omega(t)$ – поле рассеяния контролируемого параметра в момент времени t ; δ – допуск на контролируемый параметр.

В соответствии с ГОСТ 27.202-83 должно выполняться условие:

$$K_3(t) > 0. \quad (4)$$

В предельном случае отказа по точности примем, что коэффициент запаса точности $K_3(t) = 0$, исходя из начальной настройки станка на совмещение среднего значения размера детали с серединой поля допуска и принимая поле рассеяния размера детали не более половины поля допуска, получим:

$$d = \bar{X}(t) - X_0 = 0,25\delta. \quad (5)$$

Нормы точности на станки для продольного фрезерования древесины [5,6] допускают разноразмерность обработанных деталей в пределах $0,1\dots0,2$ мм, следовательно, смещение d не должно превышать $25\dots50$ мкм при односторонней обработке и $12,5\dots25$ мкм – при двухсторонней.

В работе [7] получена формула для определения средней наработки до отказа по параметру качества продукции «точность» - среднего периода стойкости инструмента по данному критерию T_1 :

$$T_1 \approx \frac{16,7\bar{d}}{\gamma_{\Delta} n l (e - \varepsilon_0)}, \quad (6)$$

где γ_{Δ} – интенсивность изнашивания - величина затупления режущей кромки (мкм/м); n – частота вращения инструмента (мин^{-1}); l – длина дуги контакта лезвия с древесиной за время срезания одной стружки (мм); ε_0 – относительная остаточная деформация под поверхностью резания; e – вспомогательная величина

$$e = \frac{\sin(\alpha + \beta / 2)}{\sin(\beta / 2)} \quad (7)$$

Результаты расчетов средней наработки до отказа по формуле (6) для станков различного назначения при интенсивности изнашивания материала инструмента $\gamma_A = 0,001$ мкм/м, заднем угле $\alpha = 20^\circ$, угле заточки $\beta = 60^\circ$, частоте вращения фрезы $n = 6000 \text{ мин}^{-1}$ приведены в таблице 1 для указанных исходных данных.

Как видно, рекомендуемому периоду стойкости инструмента [1,2] удовлетворяет средняя наработка до отказа по критерию «точность» при фрезеровании только на рейсмусовом станке. Учитывая, что средняя наработка до отказа достигается с вероятностью около 0,5, можно предположить, что примерно

половина всех изготовленных за это время деталей будет иметь размеры, не соответствующие конструкторской документации.

Таблица 1

| Тип станка | Обработка | Допуск, мм | Максимальная толщина срезаемого слоя, мм | Диаметр окружности резания, мм | Допускаемое смещение поверхности обработки, мм | Средняя наработка до отказа, час |
|------------------------------|---------------|------------|--|--------------------------------|--|----------------------------------|
| Рейсмусовый | Односторонняя | 0,15 | 3,0 | 130 | 0,075 | 12,11 |
| Строгальный четырехсторонний | Двухсторонняя | 0,20 | 1,5 | 130 | 0,025 | 5,71 |

Для снижения процента брака необходимо использовать в качестве установленного периода стойкости инструмента не среднюю, а гамма-процентную наработку до отказа, например, 80-процентную:

$$t_{0,8} = T_1 - 0,841\sigma_t, \quad (8)$$

где σ_t – среднее квадратическое отклонение наработки до отказа.

Принимая нормальное распределение наработки до отказа, а также, что весь диапазон значений наработки до отказа равен удвоенному среднему значению, и что верна гипотеза «трех сигм», получим значения 80-процентной наработки до отказа для деталей различного назначения, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

| Тип станка | 80-процентная наработка до отказа, час |
|------------------------------|--|
| Рейсмусовый | 8,71 |
| Строгальный четырехсторонний | 4,11 |

Расчеты по приведенным формулам дают результаты, близкие к опытным значениям, в то время как рекомендуемые в литературе периоды стойкости могут быть завышены в 2 и более раз, что может приводить к браку продукции по критерию «точность».

Заключение

1. Гамма-процентный период стойкости дереворежущего инструмента по критерию «точность» зависит от вида, режимов обработки: толщины срезаемого слоя, скорости резания, и допуска на размер детали.

2. Данная методика определения периода стойкости может быть использована при расчетах в случае жестких требований по точности обработки деталей.

Библиографический список

1. Справочное пособие по деревообработке / Кислый В.В., Щеглов П.П., Братенков Ю.И. и др. – Екатеринбург: БРИЗ, 1995.- 558 с.
2. Справочник по дереворежущему инструменту/ Глебов И.Т., Неустроев Д.В. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2000. – 253 с.
3. ГОСТ 8242-88 Детали профильные из древесины и древесных материалов для строительства. Технические условия. [Текст]. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. - 11с.
4. ГОСТ 27.202-83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. [Текст]. Введ. 1984-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1984. 50 с.
5. ГОСТ 7315-83. Деревообрабатывающее оборудование. Станки строгальные четырехсторонние. Нормы точности. [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1983. - 9 с.
6. ГОСТ 7228-75. Деревообрабатывающее оборудование. Станки рейсмусовые. Нормы точности. [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1986. - 7с.
7. Новоселов В.Г. Физический метод расчета надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции «точность» [Текст]/ В.Г.Новоселов, И.Т.Глебов// Надежность и качество: материалы международного симпозиума, Пенза, 25-31 мая 2006 г. / Пензенский гос. техн. ун-т. – Пенза, 2006. - С. 276-278