

У. ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИЕ СТАНКИ, ИНСТРУМЕНТЫ И РЕЗАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.05

А.П. КЛУБКОВ, кан.техн.наук (БТИ)

ОЦЕНКА СТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Данная работа посвящена анализу оценки стойкости фрезерного инструмента с позиции технологических, конструктивных и кинематических факторов процесса фрезерования.

При цилиндрическом фрезеровании древесины на стойкость инструмента оказывает влияние целый комплекс факторов. По функциональному назначению все факторы можно классифицировать следующим образом: характеризующие режущий инструмент — число и материал резцов, линейные и угловые параметры фрезерного инструмента; микрогеометрию лезвия и рабочих поверхностей инструмента; режимы резания — подача на резец, толщина стружки, глубина фрезерования; кинематику фрезерования — скорость резания и подачи, частота вращения инструмента.

Решающим фактором, определяющим стойкость фрезерного инструмента, является фактический путь резания. Проведем оценку стойкости фрезерного инструмента с учетом влияния факторов, участвующих в процессе резания. Факторы, характеризующие обрабатываемый материал, материал инструмента, качество подготовки и угловые параметры, не рассматриваем.

В качестве доминирующего фактора, влияющего на стойкость инструмента, является фактический путь резания

$$l_t = \frac{l_l \omega}{S_z z}, \quad (1)$$

где l_t — фактический путь резания, м; l — количество деталей, обработанных за период стойкости инструмента, м; l_ω — рабочая длина дуги контакта резца с древесиной за один оборот фрезы, мм; S_z — подача на резец, мм; z — число резцов.

Разделив и умножив правую часть выражения (1) на n , получим новое выражение для фактического пути резания

$$l_t = \frac{10^{-3} l_l \omega n}{V_n} \quad (2)$$

Из формулы (1) или (2) можно определить число деталей, обработанных за период стойкости инструмента,

$$l = \frac{S_z l_t z}{l_\omega} \quad (3)$$

По формулам (1)–(3) можно провести анализ влияния отдельных факторов процесса фрезерования на фактический путь резания.

Из теории резания известна формула для определения длины дуги контакта резца с обрабатываемым материалом за оборот фрезы

$$l_{\omega} = \sqrt{hd}. \quad (4)$$

Если предположить, что $d_1 < d_2$, тогда $l_{1\omega} < l_{2\omega}$ при съеме одного и того же объема материала на длине l . Можно поставить условие, чтобы $l_{1\omega} = l_{2\omega}$. Тогда на основании уравнения (4) должно соблюдаться равенство $\sqrt{h_2 d_1} = \sqrt{h_1 d_2}$, т.е. $h_1 < h_2$.

В этом случае фактический путь резания остается постоянным. Но глубина припуска и диаметр фрезы будут влиять на толщину стружки

$$\frac{h_{1cp}}{h_{2cp}} = \sqrt{\frac{h_2 d_2}{h_1 d_1}}$$

Из анализа следует, что объемы снимаемого материала равны, т.е. $h_{1cp} l_{1\omega} = h_{2cp} l_{2\omega}$, но h_{cp} и l_{ω} разные.

Но когда сохраняем постоянными скорость резания, подачу на резец и шаг между резцами, получаем

$$V_1 = \frac{\pi n_1}{30} \cdot \frac{d_1}{2} = \frac{\pi n_2}{30} \cdot \frac{d_2}{2} \text{ и } n_1 = n_2 \frac{d_2}{d_1}.$$

Подача на резец и частота вращения фрезы связаны соотношением $S_{1z}/S_{2z} = n_2/n_1$.

На основании принятых допущений формула (2) с учетом формулы (4) примет следующий вид:

$$l_{1t} = \frac{10^{-3} l \sqrt{nd_1} n_2 \frac{d_2}{d_1}}{V_n} \quad (5); \quad l_{2t} = \frac{10^{-3} l \sqrt{hd_2} n_2}{V_n}. \quad (6)$$

Формулы (5) и (6) позволяют вести анализ фактического пути резания при изменении диаметра фрезы, подачи на резец, числа деталей, обработанных за период стойкости инструмента.

Если изменение подачи на резец лимитирует качество обработанной поверхности, то увеличение диаметра будет оправдано с точки зрения уменьшения общего пути резания. В этом случае необходимо снизить частоту вращения шпинделя, что благоприятно будет сказываться на динамике работы станка в целом.

Чтобы сохранить шаг между резцами постоянным при изменении диаметра фрезы, необходимо соблюдать условие

$$Z_2 = Z_1 \frac{d_2}{d_1} . \quad (7)$$

С учетом формулы (7) фактический путь резания для каждого резца будет определяться равенством

$$l_{1t} = l_{2t} \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} . \quad (8)$$

Следовательно, на основании формул (7), (8) можно утверждать, что фактический путь резания, приходящийся на каждый резец для меньшего диаметра фрезы, будет больше, чем для фрезы большего диаметра.

В практике деревообрабатывающих производств применяют фрезы диаметром 80–180 мм и при числе резцов 2–6. Увеличение числа резцов ограничивается временем и точностью их установки. В настоящее время разработаны конструкции сборных фрез [1], позволяющих устанавливать 8–12 резцов с высокой точностью (фрезы с самонастраивающимися резцами). Увеличение числа резцов в сборной фрезе не только снижает общий путь, проходимый каждым резцом, но и уменьшает число циклов нагружения резца.

Важным фактором для оценки стойкости дереворежущего инструмента является подача на резец. Подача на резец при прочих равных условиях влияет на фактический путь резания, толщину стружки, энергетические показатели, производительность процесса, качество обработанной поверхности.

С увеличением подачи на резец уменьшаются число циклов нагружения резца и общий путь резания.

Число циклов нагружения на длине l можно определить по формуле $N_{\Sigma} = l/S_z$.

Как показывают исследования при резании металлов [2], сопротивление твердого сплава циклическим нагрузкам зависит от циклов нагружения при резании. В процессе фрезерования древесины резец подвергается действию пульсирующей циклической нагрузки. Число циклов нагружения резца очень большое. Например, при обработке кромок ДСП твердосплавным инструментом резец до затупления испытывает порядка $5 \cdot 10^5$ циклов нагружения. Поэтому целесообразно работать с большими подачами на резец, если не нарушаются при этом требования к качеству обработки.

На основании приведенного анализа можно сделать вывод, что дифференциация роли рассмотренных факторов представляет определенный практический и теоретический интерес с точки зрения стойкости фрезерного инструмента.

Установление оптимального сочетания факторов, участвующих в процессе фрезерования, является одной из важнейших задач экспериментальных исследований в области износостойкости инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 1033319 (СССР). Цилиндрическая сборная фреза/А.П. Клубков, В.Л. Лобанов, В.Ф. Истушкин, П.П. Клименко. — Оpubл. в Б.И., 1983, № 29. 2. Повышение прочности и износостойкости твердосплавного инструмента/Л.Г. Куклин, В.И. Сагалов, В.Б. Семеновский, С.П. Шабашов. — М.: Машиностроение, 1968. — 140 с.