

**Результаты корреляционного и дисперсионного анализов
технологической наследственности параметра качества деталей
из ПА обработке ППД**

Параметр	Коэффициент корреляции r	Доля значения дисперсии параметра, %		Дисперсия параметра $S^2 \times 10^{-4}$		
		A	B	S_x^2	S_{yx}^2	S_y^2
ПА-ЖГр2						
D^\bullet	0,73...0,90	23...30	70...77	13,5	2,90	10,8
R_{\max}	0,83...0,95	10...39	61...90	238,59	0,61	5,61
R_a	0,69...0,81	38...45	55...62	0,163	0,076	0,176
R_p	0,79...0,88	22...36	64...78	61,132	0,302	1,182
t_{50}	0,79...0,86	24...33	67...76	381	143,09	500,35
ПА-ЖГр1ДЗ						
D^\bullet	0,80...0,92	13...17	83...87	17,4	1,86	11,3
R_{\max}	0,74...0,79	37...44	56...63	15,72	1,064	2,5
R_a	0,74...0,81	21...30	70...79	0,089	0,016	0,056
R_p	0,76...0,81	28...40	60...72	5,639	0,231	0,631
t_{50}	0,81...0,90	22...32	68...76	214,17	62,162	135,61

Примечание. В табл. 1 и 2 D^\bullet – диаметральный размер образцов.

Литература

1. Федорченко, И. М. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения / И. М. Федорченко [и др.] // Справочник. – Киев : Наукова думка, 1985. – 624 с.
2. Солонин, И. С. Математическая статистика в технологии машиностроения / И. С. Солонин. – Москва : Машиностроение, 1972. – 215 с.
3. Горячева, Э. В. Спеченные материалы, их свойства и применение / Э. В. Горячева. – Москва : Металлургия, 1979. – 72 с.

**ВЛИЯНИЕ ЗАТУПЛЕНИЯ РЕЗЦОВ КОНЦЕВОГО ФРЕЗЕРНОГО
ИНСТРУМЕНТА НА КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПАСА
ПО КРИТЕРИЮ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ТЕЛА ФРЕЗЫ**

П. В. Рудак, С. А. Гриневич

*Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск*

Научный руководитель А. А. Гришкевич

На деревообрабатывающих предприятиях нашей республики для криволинейного раскроя плитных материалов, обработки кромок, выборки пазов применяют концевой фрезерный инструмент (в основном зарубежных фирм).

Несмотря на постоянное совершенствование конструкций, концевые фрезы не всегда обладают желаемо длительным сроком эксплуатации, о чем свидетельствует производственный опыт (по данным ЗАО «Пинскдрев», ОАО «Минскпроектмебель»).

Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов 133

Основной причиной аварийного выхода из строя концевых фрез являются необоснованно подобранные режимы их эксплуатации при отсутствии четких рекомендаций от производителя. Назначаемые в условиях производства параметры обработки, которые должны удовлетворять требованиям высокой производительности, стойкости резцов и необходимого качества продукции не всегда гарантируют долговечность самого корпуса инструмента.

Наиболее часто происходит усталостное разрушение тела сборной концевой фрезы. Это объясняется тем, что в процессе работы концевой фрезерный инструмент испытывает многократное нагружение. Цикл нагружения является пульсирующим, т. е. нагрузка периодически изменяется от нуля до максимума. При этом инструмент испытывает сложное напряженное состояние, которое характеризуется совместным действием изгиба и кручения. Наибольшее значение нагрузки будет в месте крепления хвостовика фрезы, но разрушение происходит в наиболее ослабленном сечении инструмента (рис. 1).

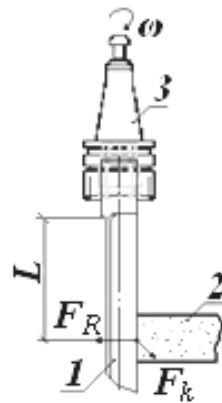


Рис. 1. Схема обработки концевой фрезой:
1 – режущий элемент концевой фрезы; 2 – обрабатываемый материал; 3 – патрон

Изгибающие моменты от касательной и радиальной составляющих силы резания определяются, как:

$$M_k = F_k \cdot L, \quad M_R = F_R \cdot L, \quad (1)$$

где F_k – величина касательной составляющей силы резания, Н; F_R – величина радиальной составляющей силы резания, Н; L – расстояние от равнодействующей сил резания до плоскости опасного сечения, мм.

Величина радиальной составляющей силы резания может быть определена по формуле [1]:

$$F_R = m \cdot F_k, \quad (2)$$

где m – переходной множитель, значение которого зависит от величины средней толщины стружки, степени остроты инструмента и угла резания [1].

Крутящий момент определяется по формуле:

$$T = F_k \cdot R, \quad (3)$$

где R – радиус резания, мм.

Запишем напряжения от изгиба и кручения в опасном сечении.

Значения напряжений изгиба:

$$\sigma_x = \frac{M_k \cdot y_{\max}}{I_x}, \quad \sigma_y = \frac{M_R \cdot x_{\max}}{I_y}, \quad (4)$$

где x_{\max} , y_{\max} – координаты точки зарождения трещины относительно оси вращения инструмента, мм; I_x , I_y – моменты инерции опасного сечения, мм⁴.

Амплитудные значения напряжений соответственно изгиба и кручения при пульсирующем цикле:

$$\sigma_a = \sigma_{cp} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} \cdot \tau_a = \tau_{cp} = \frac{T \cdot R}{2 \cdot I_p}, \quad (5)$$

где I_p – полярный момент инерции относительно оси вращения, мм³.

Для определения коэффициента запаса n по критерию усталостной прочности при двухосном напряженном состоянии воспользуемся формулой Гафа-Полларда [2]:

$$\frac{1}{n^2} = \frac{1}{n_\sigma^2} + \frac{1}{n_\tau^2}, \quad (6)$$

где n – запас усталостной прочности; n_σ – запас усталостной прочности при чистом изгибе; n_τ – запас усталостной прочности при чистом кручении.

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon \cdot \beta} \cdot \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_{cp}}, \quad n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon \cdot \beta} \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_{cp}}, \quad (7)$$

где σ_{-1} , τ_{-1} – предел выносливости соответственно при изгибе и кручении для симметричного цикла; k_σ , k_τ – эффективный коэффициент концентрации напряжений соответственно при изгибе и кручении; ε – масштабный фактор; β – коэффициент влияния состояния поверхности; ψ_σ , ψ_τ – коэффициент чувствительности материала к асимметрии цикла соответственно для изгиба и кручения.

Формула (7) с учетом формул (5), (6), (7) может быть записана в виде:

$$n = \frac{\sigma_{-1} \cdot \tau_{-1}}{\sqrt{k_{\sigma d}^2 \cdot \sigma_a^2 \cdot \tau_{-1}^2 + k_{\tau d}^2 \cdot \tau_a^2 \cdot \sigma_{-1}^2}}, \quad (8)$$

где

$$k_{\sigma d} = \frac{k_\sigma}{\varepsilon \cdot \beta} + \psi_\sigma, \quad k_{\tau d} = \frac{k_\tau}{\varepsilon \cdot \beta} + \psi_\tau. \quad (9)$$

Обработку кромок и криволинейный раскрой плитных материалов часто осуществляют сборным концевым фрезерным инструментом, который оснащают твердосплав-

ными режущими элементами. В теле инструмента для крепление резцов выбирают пазы, которые являются концентраторами напряжений и ослабляют сечение.

В процессе работы происходит затупление режущего инструмента, что приводит к росту сил резания и действующих напряжений.

Так, на рис. 2 показана сборная концевая фреза одной из распространенных конструкций. Анализ разрушившихся образцов показывает, что усталостная трещина зарождается в точке В.

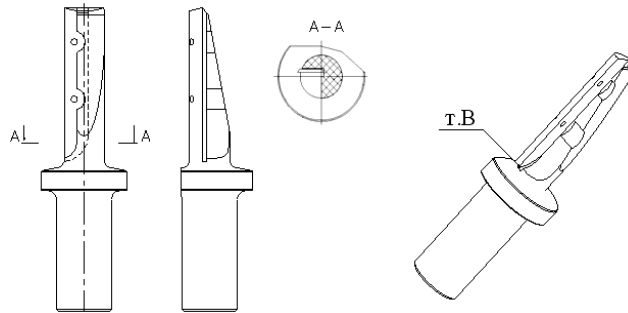
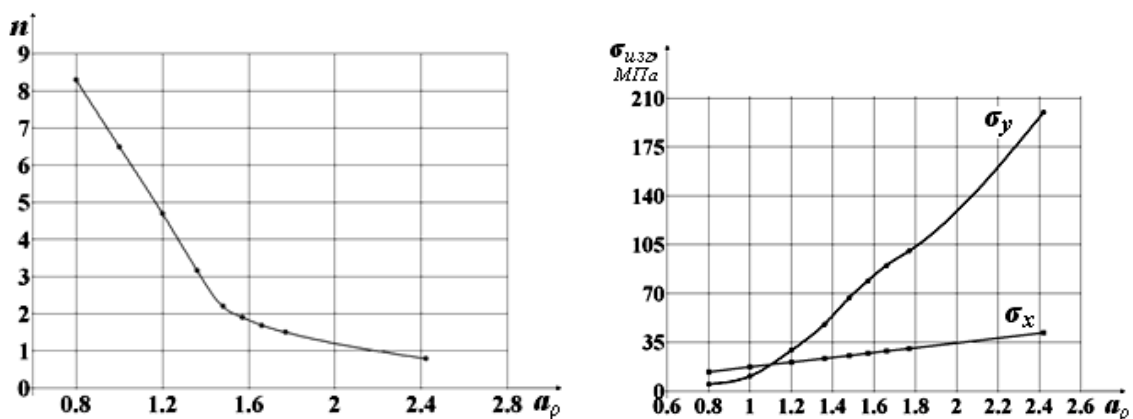


Рис. 2. Сборная концевая фреза

По уравнению (8) выполнен расчет коэффициентов запаса для опасного сечения, ослабленного пазом (рис. 2) при следующих условиях: материал корпуса фрезы – сталь 40Х ($\sigma_{-1} = 400$ МПа; $\tau_{-1} = 240$ МПа; $\psi_{\sigma} = 0,1$; $\psi_{\tau} = 0,05$); $L = 40$ мм; $R = 10$ мм; $\varepsilon = 0,7$; $\beta = 0,9$; $k_{\sigma} = 1,5$, $k_{\tau} = 1,1$; $x_{\max} = 11$ мм, $y_{\max} = 2,1$ мм, $I_x = 5770,5$ мм⁴, $I_y = 4041,5$ мм⁴. При этом в расчете принят режим эксплуатации концевой фрезы, которая реально применяется на предприятии ЗАО «Пинскдрев» для криволинейного раскроя одновременно трех плит ДСтП (толщина плиты 16 мм): частота вращения 12000 мин⁻¹, скорость подачи 4 м/мин.

Результаты расчета показывают, что по мере затупления инструмента напряжения изгиба от радиальной силы начинают значительно превышать значения напряжений изгиба от касательной силы (рис. 3, а), а рассчитанный для опасного сечения коэффициент запаса по критерию усталостной прочности при этом значительно падает (рис. 3, б).



а) б)
Рис. 3. Графики зависимостей напряжений изгиба (а) и коэффициента запаса (б) от коэффициента затупления резца

Таким образом, обязательным условием высокой долговечности концевой фрезерного инструмента, помимо назначения рациональных режимов обработки, является своевременная переточка и замена режущих элементов, благодаря чему ограничивается рост радиальной составляющей силы резания по мере эксплуатации инструмента и предотвращается усталостное разрушение корпуса концевой фрезы.

Литература

1. Любченко, В. И. Резание древесины и древесных материалов : учеб. пособие для вузов / В. И. Любченко. – Москва : Лесн. пром-сть, 1986. – 296 с.
2. Писаренко, Г. С. Справочник по сопротивлению материалов / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В. Матвеев. – Киев : Навук. думка, 1988. – 736 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ СРЕДЕЙ ПЛОТНОСТИ (МДФ)

А. Ф. Аникеев

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск

Научный руководитель А. А. Гришкевич

Среди прочих древесных материалов древесноволокнистые плиты средней плотности (МДФ) занимают одно из важнейших мест в мебельной промышленности и объем их потребления растет.

Древесноволокнистые плиты средней плотности – более прогрессивный плитный материал по сравнению с ДСтП. Сегодня МДФ выступает активным заменителем ДСтП, о чем свидетельствует замедление темпов потребления последних и роста производства первых (рис. 1).

Широкое распространение обусловлено технологичностью их изготовления, использованием для их производства низкосортной древесины.



Рис. 1. Статистика производства МДФ в Европе

Изучение структуры плит МДФ при увеличении в 200 раз (рис. 2) показало их неоднородность как по плотности расположения волокон древесины, так и их направления в плоскости обработки. Такое неравномерное расположение волокон по сечению плиты сильно влияет на износ лезвия инструмента и на стабильность сил резания, возникающих при их разрушении.