

няться условие $a_{ax_{\min}} \geq \rho$. Величину ρ по данным [1] можно определить по формуле $\rho = (0,35...0,55)(\alpha + \gamma)$ мкм, где α и γ соответственно задний и передний угол лезвия зуба фрезы.

Однако с учётом затупления лезвия в процессе резания принимается $a_{ax_{\min}} \geq 3\rho$.

Подставляем в (3) вместо $a_{z_{ax}}$ величину $a_{z_{ax_{\min}}} = 3\rho$ окончательно получим

$$e \geq \frac{D_{фр}}{2S_z \sin \varphi} \sqrt{S_z^2 \sin^2 \varphi - [3(0,35...0,55) \cdot (\alpha + \gamma)]^2} - \frac{B}{2}.$$

Пример расчёта величины смещения e при асимметричном фрезеровании при следующих исходных данных: фреза твердосплавная (Т14К8), $D_{фр}=125$ мм, $B=90$ мм, обрабатываемый материал – конструкционная сталь (твёрдость – НВ 207), $S_z=0.06$ мм/зуб, $\alpha=12^\circ$, $\gamma=0^\circ$, $\varphi=90^\circ$

Тогда

$$a_z = 3(0.35...0.55)(\alpha + \gamma) = (1.05...1.65)12 = 12.6...19.8 \text{ мкм} = 0.0126...0.0198 \text{ мм},$$

$$B_1 = \frac{125}{2 \cdot 0.06} \sqrt{0.06^2 - (0.0126...0.0198)^2} = 61.2...59.1 \text{ мм} \quad \text{и}$$

$$e = B_1 - \frac{B}{2} = (61.2...59.1) - \frac{90}{2} = 16.2...14.1 \text{ мм}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Сахаров, Г.Н. и др. *Металлорежущие инструменты*. – М.: «Машиностроение», 1989. – 328 с.

УДК 621.9

Носаненко М.В.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ОТ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель - канд. техн. наук профессор Молочко В.И.

При выполнении лабораторной работы «Определение влияния режимных параметров на величину тангенциальной составляющей силы резания»

(курс – «Теория резания и режущий инструмент») проводят три серии экспериментов, при которых один из режимных параметров, например, глубина резания t , мм, изменяется, а два других – подача на оборот S_0 , мм/об, и скорость резания v , м/мин, – остаются неизменными. Затем изменяется параметр S_0 , а неизменными остаются параметры t и v и, наконец, изменяется параметр v при постоянных значениях параметров t и S . Во всех трех сериях экспериментов сохраняются постоянными и все прочие условия эксперимента (токарный станок, твердосплавный резец, стальная заготовка).

По данным первой серии экспериментов наносят точки на поле графика $P_z=f(t)$ (рис. 1).

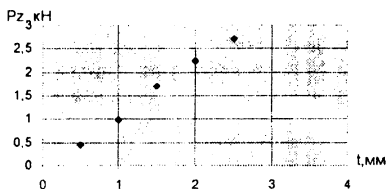


Рис. 1. График функции $P_z=f(t)$

По расположению точек видно, что зависимость $P_z=f(t)$ близка к линейной, поэтому ее можно аппроксимировать уравнением $P_z=C_1t$, причем постоянный коэффициент C_1 обычно определяют как среднееарифметическое или среднеквадратичное всех экспериментальных значений C_{1i} , полученных в случае проведения

прямых через каждую из точек на поле графика (в этом случае $C_{11} = P_{z1}/t_1$; $C_{12} = P_{z2}/t_2$; ...; $C_{1n} = P_{zn}/t_n$).

Расчет по данным первой серии экспериментов дает, что $C_{1a}=1,043 \approx 1,04$ и $C_{1k}=1,051 \approx 1,05$. Следовательно частная эмпирическая зависимость $P_z=f(t)$ может быть записана либо в виде $P_z=1,04t$, либо в виде $P_z=1,05t$.

Степень приближения точек P_{zi} , полученных расчетным путем к экспериментальным точкам P_{zi} , оценивается средней величиной относительной

ошибки $\delta_{cp} = \sum_1^n \delta_i / n$, где ошибка i -го измерения определяется по модулю

$$\delta_i = \left| \frac{P_{zi} - P_{zi}}{P_{zi}} \right| \cdot 100\%.$$

Расчет показывает, что при использовании среднееарифметического значения $C_{1a}=1,04$ средняя погрешность по 5-ти измерениям составляет 8,1%, а при использовании $C_{1k}=1,05$ средняя погрешность $\delta_{cp}=8\%$, что подтверждает более высокую степень точности второго метода. Однако неизвестный коэффициент C_1 может быть определен еще более точно, если для его нахождения использовать метод наименьших квадратов [1]. Покажем суть метода на основе анализа линейной зависимости, в общем виде выражаемой уравнением

$$y = \alpha x + \beta, \quad (1)$$

в котором α и β – постоянные величины.

Ошибка любого i -го измерения будет равна

$$E_i = y_{\text{э}} - y_i = y_{\text{э}} - \alpha x_i - \beta, \quad (2)$$

где, $y_{\text{э}}$ – экспериментальное, а y_i – теоретическое значение функции (1) при $x=x_i$. Наименьшая степень несоответствия между теоретической прямой и экспериментальными точками будет иметь место тогда, когда сумма квадратов ошибок E_i^2 будет минимальной. Указанное требование достигается, если коэффициенты α и β искомой линейной зависимости находят

исходя из условий: $\frac{\partial \sum_1^n E_i^2}{\partial \alpha} = 0$ и $\frac{\partial \sum_1^n E_i^2}{\partial \beta} = 0$. Тогда после соответствующих математических преобразований получаем

$$\alpha = \frac{\sum x_i y_i - \bar{y} \sum x_i}{\sum x_i^2 - \bar{x} \sum x_i}, \quad (3)$$

и

$$\beta = \frac{\sum y_i - \alpha \sum x_i}{n} = \bar{y} - \alpha \bar{x}, \quad (4)$$

При $\beta=0$ (прямая выходит из начала координат)

$$\alpha = \frac{\bar{y}}{\bar{x}} = \frac{\sum y_i}{\sum x_i}. \quad (5)$$

Если в качестве функции y рассматривать величину тангенциальной силы P_z , а вместо переменного параметра x – глубину резания t , то тогда для нашего случая

$$\alpha = C_1 = \frac{\sum P_{z_i}}{\sum t_i} \quad (6)$$

В соответствии с формулой (6) $C_1=1,08$, вследствие чего частная зависимость $P_z=f(t)$ принимает вид $P_z=1,08t$.

Расчет средней погрешности для данного случая дает $\delta_{\text{ср}}=7,6\%$, что меньше погрешностей, получаемых при определении коэффициента C_1 по среднеарифметическому и среднеквадратичному методам соответственно на $0,4\%$ и $0,3\%$.

На рис.2 представлено расположение точек после проведения второй серии экспериментов, из визуальной оценки которого следует, что зависимость $P_z=f(S)$ можно аппроксимировать степенной функцией вида

$$P_z = C_2 S^{y_{p_z}}, \quad (7)$$

где C_2 и y_{p_z} – постоянный коэффициент и показатель степени.

Для определения численных значений C_2 и y_{p_z} прологарифмируем равенство (6). В результате получим

$$\lg P_z = \lg C_2 + y_{P_z} \lg S \quad (8)$$

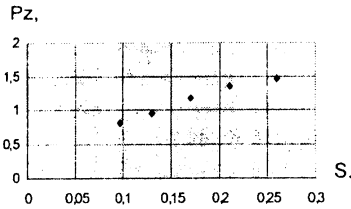


Рис. 2. График функции $P_z=f(S)$

Уравнение (7) в логарифмических координатах $\lg P_z$ и $\lg S$ представляет прямую линию, которую студенты проводят на глаз. Это приводит к существенным ошибкам при определении постоянных C_2 и y_{P_z} . Однако точность обработки экспериментальных данных существенно повышается при использовании метода наименьших квадратов.

Если принять $y = \lg P_z$, $x = \lg S$, $\beta = \lg C_2$ и $\alpha = y_{P_z}$, то тогда на основании формул (3) и (4) можно записать

$$y_{P_z} = \frac{\sum_1^n \lg P_z \lg S_i - \bar{\lg P_z} \sum_1^n \lg S_i}{\sum_1^n \lg S_i^2 - \bar{\lg S} \sum_1^n \lg S_i}, \quad (9)$$

и

$$\lg C_2 = \bar{\lg P_z} - y_{P_z} \bar{\lg S}. \quad (10)$$

В результате расчетов по формулам (9) и (10) искомые значения $\lg C_2 = 0,652$ и $y_{P_z} = 0,77$ находятся без построения графика логарифмической зависимости (7). Величину коэффициента C_2 определяют потенцированием и тогда окончательно частная зависимость $P_z=f(S)$ принимает вид

$$P_z = 4,5 \cdot S^{0,77} \quad (11)$$

На рис. 3 представлено расположение точек после проведения третьей серии экспериментов.

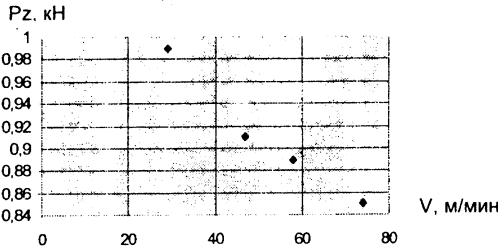


Рис. 3. График функции $P_z=f(V)$

Визуальная оценка возможной аналитической зависимости в данном случае – также степенная функция вида $P_z = C_3 v^z$, где C_3 – постоянный коэффициент, а z_{P_z} – постоянный показатель степени.

Переход к логарифмическим координатам $\lg P_z$ и $\lg v$ позволяет воспользоваться формулами (3) и (4), если принять $y = \lg P_z$, $x = \lg v$, $\beta = \lg C_3$ и $\alpha = z_{P_z}$.

В результате расчетов (также без построения графика $\lg P_z = f(\lg v)$) получаем $z_{\gamma_1} = -0,15$ и $\lg C_3 = 0,2$. Следовательно, $C_3 = 10^{0,2} = 1,6$ и окончательно частная зависимость $P_z = f(v)$ принимает вид: $P_z = 1,6v^{-0,15}$.

Таким образом применение метода наименьших квадратов повышает точность и сокращает время на определение постоянных в частных зависимостях $P_z = f(t)$, $P_z = f(S)$, $P_z = f(v)$, что существенно уменьшает трудоемкость и время выполнения лабораторной работы в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ящерицын, П.И. и др. «Основы резания материалов и режущий инструмент». – Мн.: «Вышэйшая школа» 1981, 560 с.

УДК 676.08: 675.81

Орехова А. Ю., Никитина Е.А.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОДОШВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ

*УО «Витебский государственный технологический университет»,
Витебск, Республика Беларусь*

Научные руководители асс. Егорова Е.А., ст. преп. Матвеев К.С.

The work is devoted to the development of the technology for recycling the waste of artificial leathers and determination of the physical and mechanical properties of the obtained composite materials. The general and the shortened schemes of thermoplastic waste regeneration have been given. The shortened scheme has been suggested by the researchers of educational establishment "Vitebsk State Technological University".

Интенсивный рост в мире объема производства и потребления полимеров обусловлен их уникальными физико-механическими и химическими свойствами. Сегодня нет сферы деятельности человека, где бы полимерные материалы и композиты на их основе не находили или не могли бы найти эффективное применение. Однако с экологической точки зрения полимерные материалы имеют существенный недостаток – в естественных условиях они разлагаются чрезвычайно медленно и практически не подвергаются воздействию микроорганизмов, являясь серьезным источником загрязнения окружающей среды.

В настоящей работе основной целью являлась разработка сокращенной технологии переработки отходов искусственных кож в подошвенный материал и исследование его качественных характеристик.