УДК 621.762

Бибикова А.А.

ПОЛУЧЕНИЕ ОБОБЩЕННЫХ ЭМПИРИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИЛЫ РЕЗАНИЯ P_Z

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Молочко В.И.

В процессе резания на резец со стороны срезаемого слоя действует реактивная сила сопротивления Q, для преодоления которой к резцу со стороны привода станка необходимо приложить равную, но противоположно направленную активную силу P. Эту активную действующую силу принято называть силой резания.

В теории резания обычно определяют проекции силы резания P на координатные оси x, y и z, причем ось x направляют параллельно оси обрабатываемой заготовки, ось y – перпендикулярно этой оси, т.е. в направлении радиуса заготовки, а ось z – параллельно вектору скорости резания, т.е. в направлении, тангенциальном по отношению к обрабатываемой поверхности. С учетом выбранных направлений координатных осей проекции P_x P_y P_z называют соответственно осевой (P_x), радиальной (P_y) и тангенциальной (P_z) составляющей силы резания. Знание сил P_x P_y и P_z необходимо при расчетах прочности и жесткости инструмента и технологической оснастки, при определении эффективной мощности резания, при расчетах нагруженности звеньев, кинематических цепей главного привода и привода подачи токарного станка. При работе заточенным резцом между силами P_x P_y и P_z имеют место соотношения:

$$P_y=0{,}4P_z \text{ и } P_x=0{,}25\,P_z\,. \tag{1}$$

Таким образом, сила P_z является наибольшей. Если ее величина будет известна, то две другие составляющие могут быть ориентировочно определены из соотношений (1).

Величину силы P_z находят экспериментальным путем.

При этом эксперимент проводят так, чтобы изменялся один из режимных факторов при сохранении постоянства двух других. В результате получают частные силовые зависимости, которые имеют вид степенных функций:

$$P_z = C_{1P_z} t^{X_{P_z}} \text{ при V и S=const}$$

$$P_z = C_{2P_z} S^{Y_{P_z}} \text{ при t и V=const} \tag{2}$$

$$P_z = C_{3P_z} V^{Z_{P_z}} \text{ при t и S=const.}$$

Знание частных зависимостей (2) позволяет записать обобщенную зависимость силы резания P_z от режимных параметров в виде

$$Đ_z = C_{p_z} t^{\tilde{o}_{p_z}} S^{y_{p_z}} V^{z_{p_z}}, \qquad (3)$$

причем постоянные показатели степеней $\tilde{o}_{p_z}$ y_{p_z} z_{p_z} берутся из частных зависимостей (2).

Для определения постоянного коэффициента C_{p_z} уравнение (3) последовательно приравнивается каждому из 3-х уравнений (2). В результате получают три разных значения коэффициента C_{p_z}

$$C'_{p_z} = \frac{C_1}{S^{y_{p_z}} \cdot v^{z_{p_z}}},\ C''_{p_z} = \frac{C_2}{t^{x_{p_z}} \cdot v^{z_{p_z}}},\ C'''_{p_z} = \frac{C_3}{S^{y_{p_z}} \cdot t^{x_{p_z}}}.$$

Окончательно коэффициент C_{p_z} определяют как среднее арифметическое трех его значений

$$C_{p_z} = \frac{C'_{p_z} + C''_{p_z} + C'''_{p_z}}{3}.$$

При такой методике проведения экспериментов влияние каждого из режимных факторов на величину силы P_z исследуется по отдельности. Однако в действительности между всеми параметрами процесса резания существуют взаимосвязи и взаимовлияния, которые в данном случае не учитываются.

Поэтому в настоящей работе была поставлена цель: минуя стадию нахождения частных зависимостей $P_Z = f(t)$, $P_Z = f(S)$, $P_z = f(V)$, сразу получить обобщенную зависимость P_z от режимных параметров. При этом ввиду незначительного влияния на величину P_z скорости резания v этим режимным параметром с целью упрощения задачи, было решено пренебречь, т.е. a priori принять $z_{p_z} = 0$. Тогда обобщенное уравнение (3) с учетом упрощения принятых обозначений ($Đ_z = P$, $C_{p_z} = \tilde{N}$, $\tilde{o}_{p_z} = \beta$ и $y_{p_z} = \alpha$) примет вид

$$Đ = \tilde{N} t^{\beta} S^{\alpha}. \qquad (4)$$

Для нахождения неизвестных постоянных C, β и α применим метод наименьших квадратов. Однако обычная процедура расчетов по данному методу, связанная с определением ошибок E как разности между экспериментальным и теоретическим значением силы с последующим нахождением минимума суммы квадратов ошибок E^2 путем приравнивания нуля частных производных функций (4) по неизвестным параметрам C, β и α, приводит к весьма существенным математическим осложнениям. Для упрощения математических выкладок необходимо принять некоторые допущения.

Первое допущение: в связи с тем, что логарифмы чисел значительно меньше самих чисел и соизмеримы с ошибками измерения E, примем $\AA = \lg P$.

Это позволяет путем логарифмирования функции (4) получить n нормальных уравнений ошибок (n – количество проведенных экспериментов).

$$\alpha \lg S_1 + \beta \lg t_1 + \lg C = \lg P_1,$$
$$\alpha \lg S_2 + \beta \lg t_2 + \lg C = \lg P_2,$$
$$\alpha \lg S_n + \beta \lg t_n + \lg C = \lg P_n.$$

Второе допущение: чтобы получить величину квадрата ошибок ($\acute{A} = \lg P$) 2 необязательно возводить в квадрат левую часть каждого из n уравнений (5). Для этого достаточно умножить каждое из слагаемых нормальных уравнений на коэффициент, стоящий перед одним из неизвестных параметров. Так после умножения нормальных уравнений на коэффициент, стоящий перед искомым параметром α (это $\lg S$), последующим их сложением, получим первое рабочее уравнение (6); после аналогичного умножения нормальных уравнений на коэффициент, стоящий перед искомым параметром β (это $\lg t$) и последующего их сложения, получим второе рабочее уравнение (6); после умножения нормальных уравнений на коэффициент, стоящий перед $\lg \tilde{N}$ (это единица), и последующего их сложении, получим третье рабочее уравнение (6):

для α: $\alpha \sum (\lg S)^2 + \beta \sum \lg S \lg t + \lg C \sum \lg S = \sum \lg S \lg P$

для β: $\alpha \sum \lg S \lg t + \beta \sum (\lg t)^2 + \lg C \sum \lg t = \sum \lg t \lg P$ (6)

для $\lg \tilde{N}$: $\alpha \sum \lg S + \beta \sum \lg t + n \lg C = \sum \lg P$

Третье допущение: поскольку ошибки E – малые величины (они представляют собой логарифмы чисел, которые намного меньше самих чисел), суммы квадратов ошибок E^2, выраженные уравнениями (6), можно считать наименьшими по каждому из неизвестных факторов, что позволяет использовать эти уравнения определения неизвестных параметров C, α и β.

Рассмотрим конкретный пример обработки опытных данных по методу наименьших квадратов, согласно проделанной работе.

В результате опытов по точению для различных пар значений глубины резания t и подачи S, получены следующие величины силы резания P_z.

S,мм/об	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,6	1,6	1,6
t, мм	3,0	5,0	7,0	10	5	7	10	3	5	7	10	5	7	10
P, даН	153	238	341	477	400	515	800	350	460	680	950	600	800	1000

Рассчитав логарифмические значения параметров S, t и P, можно записать систему 3-х рабочих уравнений

$$\begin{cases} 0,3861\alpha + 0,442\beta - 0,258\lg C = -0,354 \\ 0,442\alpha + 9,246\beta + 11,1306\lg C = -30,31 \\ -0,258\alpha + 11,1306\beta + 141\lg C = 37,688 \end{cases}$$

решение которой дает $\lg \tilde{N} = 1,97$; C=93,4; α=0,7; β=0,93

В итоге искомое уравнение будет иметь вид:

$$Đ = 93,4 S^{0,7} t^{0,93}$$

Выводы. То, что полученные показатели степени близки к стандартным ($y_{p_z} = 0{,}75$; $\delta_{p_z} = 1{,}0$), говорит о приемлемости принятых допущений. Кроме того, это не подтверждает предположения о существенном влиянии параметров S и t друг на друга.

Таким образом, стандартные форм ы для расчета тангенциальной составляющей силы P_z, полученные на основе нахождения частных зависимостей силы P_z от режимных факторов, вполне применимы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ящерицын, П.И. Основы резания материалов и режущий инструмент: Учебник для машиностр. спец. вузов / П.И. Ящерицын [и др.]. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: Высшая школа, 1981. – 560 с.

УДК 674.093.26

Божелко И.К., Трутько В.В.

ДРЕВЕСИНА, ПРОПИТАННАЯ АНТИСЕПТИКАМИ НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ МЕДЬ И ОРГАНИЧЕСКИЕ БИОЦИДЫ

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

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Снопков В.Б.

Предлагаются новые биозащитные средства для древесины на водной основе, содержащие соединения меди и органические биоциды (азолы). Оценены технологические и эксплуатационные свойства данных составов, а также физико-механические свойства пропитанной ими древесины. Определены токсичность, устойчивость к вымыванию, коррозионная агрессивность, проникаемость данных пропиточных составов.

Указом Президента Республики Беларусь от 6 июля 2005 года № 315 рациональное природопользование определено одним из приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2006–2010 годы. Главными задачами в сфере природопользования являются переход к экологически ориентированному принципу хозяйствования, снижение антропогенной нагрузки на природу до минимального уровня и рациональное использование природных ресурсов.

Древесина, являясь продуктом биологического происхождения, легко подвергается биоповреждениям микроорганизмами, дереворазрушающими грибами, насекомыми, что существенно сужает область ее применения. Стойкость древесины к внешним воздействиям может быть увеличена в 3-5 и