

твердосплавными пластинами. Такие производители, как Freud, АКЕ, Guhdo, Leitz выпускают в среднем около 70-ти моделей дисковых пил с твердосплавными напайками и около 300 типоразмеров. Модели тех пил, которые находят самое широкое применение, выпускают с большим числом типоразмеров (от 5-и до 12-и) с диаметральными размерами от 150 до 500 мм.

Для правильного выбора необходимой пилы следует проанализировать следующие положения: тип обрабатываемого материала; тип обрабатывающего оборудования; режимы обработки; производительность. Только исходя из совокупности начальных данных можно правильно подобрать модель и типоразмер необходимой пилы. [2]

ЛИТЕРАТУРА

1. Бершадский, А.Л. Резание древесины: учеб. / А.Л. Бершадский, Н.И. Цветкова. – М.: Высшая школа, 1975. – 304 с.
2. Амалицкий, В.В. Оборудование отрасли: учеб. / В.В. Амалицкий, В.В. Амалицкий – М.: МГУЛ, 2006. – 579 с.

УДК 674.023

Студ. А.В. Макаревич

Науч. рук. канд. тех. наук С.А. Гриневич

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА СИЛ РЕЗАНИЯ

Инженерные кадры в деревообрабатывающей отрасли сталкиваются с необходимостью решения производственных задач по процессам механической обработки древесины. Известно два основных подхода к их решению: расчеты по формулам аналитической теории резания и расчеты, базирующиеся на использовании результатов экспериментальных исследований. Последний метод в нескольких его разновидностях лежит в основе всех современных инженерных расчетов. Наибольшее распространение получили следующие разновидности метода: расчеты по методике проф. А.Л. Бершадского; расчеты по степенным формулам; расчеты по «табличной» силе; расчеты по «объемной» формуле и расчеты по уравнениям регрессии.

Расчёты по методике профессора А.Л. Бершадского. На основе опытных данных получена зависимость удельной силы резания $F_{уд}$ (Н/мм) от толщины срезаемой стружки a (мм) [1].

$$F_{уд} = a_{\rho} \cdot p + k \cdot a, \quad (1)$$

где a_{ρ} – коэффициент, учитывающий затупление инструмента; p – фиктивная удельная сила по задней поверхности резца, Н/мм; k –

среднее давление стружки на переднюю поверхность резца, Н/мм².

Обработка экспериментальных данных по отдельным процессам сложного резания, позволила вывести эмпирические зависимости для величин p и k .

Расчеты по степенным формулам. Формулы имеют вид произведения ряда сомножителей с дробными показателями степеней [4]. Основаниями этих степеней являются численные показатели исходных условий резания. Например, для цилиндрического фрезерования средняя касательная сила F_k (Н) находится как:

$$F_k = C \cdot a^{-0,51} \cdot \delta^{1,1} \cdot v^m \cdot W^{-0,23} \cdot \rho^{0,44} \cdot \varphi_B^{0,17} \cdot H^{0,80} \cdot \gamma_0^{1,43} \cdot b \cdot v_s, \quad (2)$$

где C – коэффициент, зависящий от условий фрезерования; m и k – показатели степени; γ_0 – плотность древесины, г/см³; δ – угол резания, град; W – влажность древесины, %; v – скорость резания, м/с; ρ – радиус округления режущей кромки, мкм; φ_B – угол перерезания волокон, град; H – припуск, мм; b – ширина обработки, мм; v_s – скорость подачи, м/мин.

Расчеты по «табличной силе». По результатам экспериментов, проведенных для определенных (табличных) условий резания, составлена таблица (график), в которой удельная касательная сила средняя $F_{уд}$ представлена как функция средней толщины срезаемой стружки $a_{ср}$. При определении удельной касательной силы $F_{уд}$ для условий, показатели которых отличаются от показателей табличных условий резания, пользуются поправочными множителями к табличной силе F_T [1]:

$$F_{уд} = F_T \cdot a_{п} \cdot a_w \cdot a_{\delta} \cdot a_v \cdot a_{\rho} \cdot a_t \cdot \dots = F_T \cdot a_{попр}, \quad (4)$$

где F_T – табличное значение удельной силы, Н/мм; $a_{п}$ – поправочный множитель на породу древесины; a_w – поправочный множитель на влажность древесины; a_{δ} – поправочный множитель на угол резания; a_v – поправочный множитель на скорость резания; a_{ρ} – поправочный множитель на затупление; a_t – поправочный множитель на глубину обработки; $a_{попр}$ – общий поправочный множитель.

Расчеты по «объемной» формуле. В общем виде объемная формула записывается как пропорциональность мощности резания P (Вт) объему материала, удаляемого с обрабатываемой заготовки за 1 с [1]:

$$P = K \cdot V_1, \quad (5)$$

где K – удельная работа резания в данном процессе резания и при заданных расчетных условиях обработки, Дж/см³; V_1 – объем материала, снимаемый за 1 с., см³/с.

Удельная работа K для расчетных условий находится как:

$$K = K_T \cdot a_{\Pi} \cdot a_w \cdot a_T \cdot a_{\delta} \cdot a_v \cdot a_{\rho} \cdot a_{\varepsilon} = K_T \cdot a_{\text{попр}}, \quad (6)$$

где K_T – табличное значение удельной работы, Дж/см³; a_T – поправочный множитель на температуру древесины; a_{ε} – поправочный множитель на угол скоса лезвия.

Расчеты по уравнениям регрессии. Результаты экспериментальных исследований, специально планируемых для целей математического описания технологических процессов резания, представляют в виде уравнений регрессии (линейных, неполных квадратных или полиномов второй степени). Эти уравнения содержат все необходимые данные для инженерных расчетов, но действительны только для рассмотренного диапазона изменения условий резания.

Представленные методы расчетов позволяют определять касательную силу или мощность резания и имеют свои достоинства и недостатки. Наибольшая точность расчетов будет характерна для методов, использующих табличные величины – по «табличной силе» и по «объемной» формуле. Остальные методы основаны на аппроксимации результатов, что неизбежно связано с погрешностями. При этом очевидно, что оба эти метода суть одно и то же, так как табличная сила и табличное значение удельной работы резания могут быть выражены друг через друга.

Методы расчета по степенным формулам и по уравнениям регрессии, кроме вышеуказанных погрешностей, связанных с аппроксимацией, имеют ограничения и справедливы только для диапазона варьирования переменных факторов, для которых они были получены.

Из них наиболее эффективным и удобным в использовании представляется расчет по уравнениям регрессии.

Во-первых, благодаря методам планирования эксперимента может быть существенно снижен объем экспериментальных исследований.

Во-вторых, метод позволяет выявить взаимное влияние переменных факторов в виде парных взаимодействий. Однако, только методика профессора А.Л. Бершадского имеет полноценную теоретическую основу и достаточно широкий диапазон варьирования переменных факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Любченко, В.И. Резание древесины и древесных материалов: Учебное пособие для вузов. – М.: Лесн. Промышленность, 1986. – 296 с.