

А. Л. БЕРШАДСКИЙ,
профессор

АНАЛИЗ ФОРМУЛ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОСЫЛОК

В VIII выпуске Сборника научных трудов Белорусского лесотехнического института имени С. М. Кирова на стр. 141 приводится формула (1):

$$N_{\lambda} = \frac{a_p \cdot a_w \cdot a_v \cdot K' \cdot b \cdot h \cdot (\pi \cdot D \cdot n)^m \cdot U^{1-m}}{6 \cdot 10^3 (1+m) \cdot \left(\frac{b}{s}\right)^m \cdot t^m \cdot \sin^m \Theta} + \frac{\alpha_{\lambda} \cdot h^2 \cdot U}{6 \cdot 10^3}, \quad (1)$$

устанавливающая для самого общего случая пиления круглыми пилами связь между полезной мощностью резания N квт, скоростью подачи U м/мин и всеми основными факторами процесса пиления: шириной пропила b мм, высотой пропила h мм, диаметром пилы D мм, числом оборотов в минуту n об/мин, шагом зубьев t мм, углом встречи Θ° между вектором скорости резания V и скорости подачи U , удельной работой $K' \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{м}^3}$ при толщине стружки в 1 мм и рядом коэффициентов, зависящих от влажности древесины (a_w), скорости резания (a_v) и затупления пил (a_p).

Табл. 1—5 (стр. 141—142), а также номограмма (рис. 3, стр. 143) в том же выпуске VIII научных трудов БЛТИ за 1956 г. дают возможность производить конкретные расчеты для заданных условий.

Формула мощности¹ при $a_w \approx 1$, острых пилах ($a_p = 1$), при $a_v \approx 1$ для лесопильных рам и при плющенных зубьях имеет следующий вид:

$$N_{\Delta} = \frac{K' \cdot b \cdot h \cdot (n \cdot \pi)^{0,33} \cdot U^{0,67}}{6 \cdot 10^4 \cdot t^{0,33}} + \frac{\alpha_{\Delta} \cdot h^2 \cdot U}{6 \cdot 10^3}, \quad (2)$$

Заменяя в этой формуле значение

$$U = \frac{H \cdot n \cdot c}{i \cdot 1000}, \quad (3)$$

¹ См. Сб. научных трудов БЛТИ за 1956 г. стр. 143.

где с мм—подача на зуб, получим

$$N_{\Delta} = \frac{K' \cdot b \cdot h \cdot n \cdot c^{0,67}}{6 \cdot 10^6 \cdot t} + \frac{\alpha_{\Delta} \cdot h^2 \cdot H \cdot n \cdot c}{6 \cdot 10^6 \cdot t} =$$

$$= \frac{h \cdot H \cdot n \cdot c}{6 \cdot 10^6 \cdot t} \left[\frac{K' \cdot b}{c^{0,33}} + \alpha_{\Delta} \cdot h \right]. \quad (4)$$

Так как $\Delta = \frac{H}{t} \cdot c$, где Δ мм—подача на один оборот коренного вала лесопильной рамы, то

$$t = \frac{H \cdot c}{\Delta}. \quad (5)$$

Определив шаг t из формулы (4) и приравняв его к значению t из формулы (5), получим после простейших преобразований

$$\Delta = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot N}{h \cdot n \cdot b \left[\frac{K'}{c^{0,33}} + \frac{\alpha_{\Delta} \cdot h}{b} \right]}. \quad (6)$$

Из анализа знаменателя формулы (6) видно, что с увеличением подачи «с» на зуб пилы, посылка Δ увеличивается. Увеличение подачи на зуб ограничивается качественными требованиями к распиловке. Практически $c_{\Delta} = 1,8-2$ мм.

Также видим, что двучлен в знаменателе в квадратной скобке есть не что иное, как удельная работа «К» = $f(K', c, \alpha_{\Delta}, b, h)$.

Эта формула

$$K = \frac{K'}{c^{0,33}} + \frac{\alpha_{\Delta} \cdot h}{b} \quad (7)$$

является основой наших многолетних обобщений. Соответствие ее практическим результатам доказано в диссертационных работах кандидата технических наук А. Г. Лахтанова и кандидата технических наук Е. Е. Сергеева, которые с 1950 по 1955 г. вели широкую производственную проверку наших обобщений на деревообделочных комбинатах БССР (Борисовском, Мозырском, Бобруйском). Необходимо отметить, что производственные распиловки охватывали диаметры пиловочника до 30 см в вершине.

В промышленности была распространена формула ЦНИИМОД:

$$N = \frac{140 N_{\text{пр}}}{\Sigma h \cdot n}, \quad (8)$$

где $N_{\text{пр}}$ — мощность привода в *квт*, Σh — суммарная высота пропила в *мм*. Средняя высота пропила h принята в *мм* в формуле (6), справедливой для одной пилы.

Преобразуем формулу (6), умножая числитель и знаменатель на число пил в поставе Z :

$$\Delta = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot (Z \cdot N)}{Z \cdot h \cdot n \cdot b \cdot K}. \quad (9)$$

При коэффициенте полезного действия лесорамы $\eta = 0,75$ получаем

$$Z \cdot N = \eta \cdot N_{\text{пр}}, \quad (10)$$

$$Z \cdot h = \Sigma h. \quad (11)$$

Подставляя (10) и (11) в формулу (9), получаем

$$\Delta = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot \eta \cdot N_{\text{пр}}}{n \cdot b \cdot K \cdot \Sigma h}. \quad (12)$$

Легко видеть, что при

$$\eta = 0,75, \quad b = 3,5 \text{ мм}, \quad K = 9 = \text{const}, \quad \Sigma h_{\text{мм}} = 1000 \Sigma h_{\text{м}}$$

$$\Delta \approx \frac{140 \cdot N}{\Sigma h \cdot n},$$

т. е. формула (8) ЦНИИМОД широко распространена на производстве.

Формула (8) является частным случаем общей нашей формулы при значении удельной работы $K = \text{const}$, что не соответствует физической сущности процесса, где в зависимости от количества пил в поставе (Z), высоты пропила (h) посылки будут значительно колебаться, а следовательно, и подачи на

зуб $s = \frac{\Delta}{N} \cdot t$, т. е. будет разное размельчение древесины.

Учитывая, что на производстве нельзя, не усложняя пило-ставное хозяйство, иметь более 2—3 разных типов зубьев пил, колебания удельной работы на практике происходят в широких пределах (4,5—10 *кг.м/см³*). Поэтому принимать $K \approx \text{const}$ можно только в порядке самого грубого приближения.

Последними работами ЦНИИМОД (1955 г.) по опытным распиловкам на сибирских предприятиях при высоте пропила до 660 *мм* установлена новая формула для расчета посылок.

Эта формула полностью совпадает с нашей преобразованной формулой (12).

ЦНИИМОД отказался от старых своих положений и не принимает $K = \text{const}$.

Установив норматив качества c_{Δ} около 1,6 мм, Фонкин предлагает принимать $c_{\Delta} = \text{const}$ и дает таблицу для удельной работы:

$$h = 100 \text{ мм} - 200 \text{ мм} - 300 \text{ мм} - 400 \text{ мм} - 500 \text{ мм} - 600 \text{ мм} \\ K = 3,7 - 4,36 - 4,93 - 5,43 - 6,15 - 7,25.$$

Это предложение представляет уже значительный прогресс по отношению с первой формулой ЦНИИМОД, где $K = \text{const}$ независимо от измененной подачи на зуб «с» и высоты пропила h . Однако, возвращаясь к нашей формуле (7) для удельной работы K , при $c = 1,6$ мм, $K' = 4,1$ при угле резания $\delta = 75^\circ$ и угле встречи $\theta = 90^\circ$, $\alpha_{\Delta} = 0,02$ получим при:

$$h = 100 \text{ мм} - 200 \text{ мм} - 300 \text{ мм} - 400 \text{ мм} - 500 \text{ мм} - 600 \text{ мм} \\ K = 3,9 - 4,4 - 4,9 - 5,4 - 5,9 - \frac{6,8 \text{ кг} \cdot \text{м}}{\text{см}^3}$$

т. е. колебание между нашими расчетными данными и данными опытов ЦНИИМОД на сибирских лесозаводах практического значения не имеют (от 0—2 до 7% максимум при $h = 600$ мм).

Таким образом, ЦНИИМОД на расширенной амплитуде высот до 660 мм подтвердил правильность наших обобщений, предложив, однако, частное решение при $c = \text{const}$.

Постоянство «с» не сможет быть выдержано на всех лесопильных предприятиях как в силу различия оборудования энергетического хозяйства, так и в силу невозможности иметь большой ассортимент пил разных шагов. Последняя формула ЦНИИМОД, являясь частным случаем общего нашего решения, верна только при $c \approx 1,6$ мм, т. е. при постоянстве подачи на зуб, что в общем случае неосуществимо. Общее решение, данное нами и опробированное на широком диапазоне диаметров пиловочника от 100 до 600 мм на предприятиях БССР (БЛТИ) и Сибири (ЦНИИМОД), дает надежный метод расчета посылок для любых предприятий любых высот пропила, лесорам, пил с различными шагами.

Созданный номографический метод расчета посылки позволяет составить таблицу посылки как при распиловке сосны, так и при распиловке дуба для любых производственных условий. В общем виде метод решения дан на стр. 145 выпуска VIII научных трудов БЛТИ.

¹ См. Сб. научных трудов БЛТИ, вып. VIII за 1956 г., рис. 3, стр. 143.