

1. Кузнецов А.И., Новоселов В.Г. Синтез модели механизма резания лесопильных рам в программном пакете simulink//Урал промышленный – Урал полярный: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: Сборник материалов VI международной науч.-техн. конф. -Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. – С. 140 – 142.
2. Умнов Н.В., Морозов Н.Г., Крылов В.Н. Новый этап в развитии конструкции лесопильных рам // Дерево.RU, 2006, №4 С 62-64.

Щепочкин С.В., Лимонов А.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)
art-sit@yandex.ru

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ПОДАЧИ В КРУГЛОПИЛЬНЫХ СТАНКАХ С УЧЁТОМ ТЕПЛОСТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТА

TO A QUESTION OF SUBMISSION SPEED DEFINITION IN RADIAL SAW MACHINE IN VIEW OF THE TOOL TEMPERATURE CONSTANCY

При назначении режимов резания (скорости подачи) при пилении круглыми пилами принимают во внимание основные технические ограничения, относящиеся к материалу - допустимая шероховатость; к станку - установленная мощность электродвигателя главного привода; к инструменту - емкость впадины зуба и динамическую устойчивость. Расчет скорости подачи с учётом указанных ограничений выполняется с учетом известной учебной и справочной литературы [1]. Однако эти ограничения не учитывают теплостойкость материала зуба пилы.

Как известно, в процессе работы в результате сил трения инструмент нагревается. Очагами образования тепла являются: зона контакта зубьев пилы с древесиной, участки трения боковых поверхностей пилы о стенки пропила, и о случайно попавшие опилки. В результате температура на контактных поверхностях инструмента при резании может достигать высоких температур, превышающих температуру отпуска материала лезвий. Изменение структуры материала при нагреве (отпуске) вызывает изменение и механических свойств. С повышением температуры отпуска твердость и прочность понижаются, а пластичность и вязкость повышаются. В результате таких изменений уменьшается период стойкости инструмента и даже возможен преждевременный выход из строя.

В связи с этим предлагается ввести ограничение скорости подачи древесины в зону резания по допустимой теплостойкости.

Как показано в работе [2] температура в зоне резания (t_0 , °C) напрямую зависит от мощности резания ($N_{рез}$, Вт)

$$t_0 = \frac{N_{рез} K_1}{z \alpha_z + K_2 \alpha_p}, \quad (1)$$

где K_1 – коэффициент доли мощности на резание, идущей на нагрев инструмента, $K_1 = 0,025 \dots 0,35$;

z – число зубьев пилы;

K_2 – коэффициент, показывающий во сколько раз температура на периферии диска выше температуры резания, $K_2 = 0,025 \dots 0,1$;

α_z – среднеинтегральный коэффициент теплоотдачи зуба пилы, Вт/°С;

α_p – среднеинтегральный коэффициент теплоотдачи диска, Вт/°С.

Расчёт среднеинтегральных коэффициентов α_z и α_p подробно рассмотрен в работах [3] и [4] соответственно.

По методике А.Л. Бершадского, изложенной в [5] мощность на резание равна

$$N_{рез} = \frac{F_{x1} \cdot l_k \cdot z \cdot n}{6 \cdot 10^4}, \text{ Вт} \quad (2)$$

где F_{x1} – касательная составляющая средней силы резания на дуге контакта зуба при продольном пилении;

l_k – длина дуги контакта, мм;

n – частота вращения пилы, мин⁻¹.

Для толщины стружки длиной $l_{стр} < 0,1$ мм

$$F_{x1M} = a_n \cdot a_w \cdot a_b \cdot [(a_p - 0,8) \cdot p \cdot b_1 + U_z \cdot \sin \theta_{cp} \cdot (k_M \cdot b + \alpha_t \cdot h)]; \quad (3)$$

для толщины стружки длиной $l_{стр} \geq 0,1$ мм

$$F_{x1} = a_n \cdot a_w \cdot a_b \cdot [a_p \cdot p \cdot b_1 + U_z \cdot \sin \theta_{cp} \cdot (k \cdot b + \alpha_t \cdot h)], \quad (4)$$

где a_n – коэффициент, учитывающий влияние породы древесины;

a_w – коэффициент, учитывающий влияние влажности древесины;

a_b – коэффициент, учитывающий влияние вида пиления (попутное, встречное),

$a_b = 1,0$ – при встречном пилении, $a_b = 1,1$ – при попутном;

a_p – коэффициент, учитывающий влияние затупления;

$p = 3,92 + 0,0353 \cdot \theta_{cp}$ – удельная касательная сила по задней грани, Н/мм;

b_1 – ширина стружки ($b_1 = S$ при разведенных, $b_1 = b$ при плющенных зубьях), мм;

$$U_z = \frac{1000 \cdot U}{z \cdot n} \text{ – подача на зуб, мм;}$$

$\theta_{cp} = \arcsin(h/l_k)$ – средний кинематический угол встреч, град;

где h – высота пропила, мм;

$$k = (0,196 + 0,00392 \cdot \theta_{cp}) \cdot \delta + (0,0686 + 0,00147 \cdot \theta_{cp}) \cdot V - (5,4 + 0,167 \cdot \theta_{cp})$$

– касательное давление на стружку толщиной не менее 0,1 мм, Н/мм²;

$$k_M = (0,196 + 0,00392 \cdot \theta_{cp}) \cdot \delta + (0,0686 + 0,00147 \cdot \theta_{cp}) \cdot V + (26,48 + 0,098 \cdot \theta_{cp})$$

– касательное давление на стружку толщиной менее 0,1 мм, Н/мм²;

δ – угол резания, град;

b – ширина пропила, мм;

α_t – коэффициент интенсивности трения стружки о стенки пропила и прессования ее во впадине зуба ($\alpha_t = 0,71$ – для разведенных, $\alpha_t = 0,57$ – для плющенных зубьев), Н/мм².

Подставив выражения (3), (4) и (2) в формулу (1), выразим U – скорость подачи заготовки в зависимости от допускаемой температуры:

для толщины стружки меньше 0,1 мм

$$U_t = \frac{60 \cdot [t_0] \cdot (z \cdot \alpha_z + K_2 \cdot \alpha_p) \cdot (a_p - 0.8) \cdot p \cdot b_1 \cdot z \cdot n}{a_n \cdot a_w \cdot a_b \cdot h \cdot K_1 \cdot 10^3 \cdot \sin \theta_{cp}} \cdot \frac{1}{k_M \cdot b + \alpha_T \cdot h}; \quad (5)$$

для толщины стружки больше 0,1 мм

$$U_t = \frac{60 \cdot [t_0] \cdot (z \cdot \alpha_z + K_2 \cdot \alpha_p) \cdot a_p \cdot p \cdot b_1 \cdot z \cdot n}{a_n \cdot a_w \cdot a_b \cdot h \cdot K_1 \cdot 10^3 \cdot \sin \theta_{cp}} \cdot \frac{1}{k_M \cdot b + \alpha_T \cdot h}. \quad (6)$$

За допускаемую температуру $[t_0]$ предлагается принять температуру отпуска материала режущей части пилы. Полученные формулы (5) и (6) могут быть использованы для определения скоростей подач в круглопильных станках.

Библиографический список

1. Пашков В.К. Теплофизика резания древесины круглыми пилами: монография. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007, 311 с.
2. Щепочкин С.В. Об оценке температуры резания при пилении круглыми пилами // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: Труды международного евразийского симпозиума / Под ред. И.Т. Глебова. – Екатеринбург, 2006. – С. 143 – 146.
3. Пашков В.К., Щепочкин С.В. О конвективном теплообмене режущей части пилы при резании // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: Труды международного евразийского симпозиума / Под ред. И.Т. Глебова. – Екатеринбург, 2006. – С. 138 – 143.
4. Пашков В.К., Щепочкин С.В. Определение температурных перепадов плоских круглых пил // Актуальные проблемы лесного комплекса: Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. Выпуск 14. – Брянск: БГИТА, 2006. – С. 147-152.
5. Стахийев Ю.М. Руководящие технические материалы по определению режимов пиления древесины круглыми пилами / Стахийев Ю.М., Пашков В.К. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1988. – 74 с.