

И.Т. Глебов, А.И. Шевченко
 УГЛТУ, Екатеринбург, РФ
 GIT5@yandex.ru

ЗАТУПЛЕНИЕ ЗУБЬЕВ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА (THE BLUNTING OF THE WOOD-CUTTING TEETH TOOL)

Подобраны данные о величине затупления лезвий на одном метре пути в заготовке при резании различных древесных материалов

Selected data on the size of blunting of blades on one metre path in the workpiece cutting of various wood-based materials.

Для изготовления дереворежущего инструмента используются различные материалы: инструментальная углеродистая сталь, инструментальная легированная сталь, быстрорежущая сталь, твердые сплавы литые (сормайт и стеллиты), вольфрамобальтовые (BK15), минералокерамические ВСК60, синтетические сверхтвердые материалы на основе нитрида бора или поликристаллического алмаза. Режущие кромки лезвий режущего инструмента, выполненного из любого материала, затупляются с различной степенью интенсивности при резании древесины различных пород и древесных материалов. При этом в технической литературе нет полной информации, позволяющей рассчитать степень затупления лезвий.

Степень затупления лезвий оценивается величиной радиуса закругления режущей кромки зуба ρ , измеряемого в мкм. При этом на участке диаграммы монотонного износа лезвия, когда шероховатость рабочего участка лезвия близка к равновесной шероховатости, обеспечивающей минимальный коэффициент трения, радиус закругления режущей кромки находят так:

$$\rho = \rho_0 + \gamma_{\Delta} L, \tag{1}$$

где ρ_0 – величина радиуса закругления острого, восстановленного лезвия в начале монотонного износа, мкм; обычно для стального инструмента принимают $\rho_0 = 10$ мкм для пил и $\rho_0 = 8$ мкм для фрез;

γ_{Δ} – величина затупления режущей кромки зуба на 1 м пути в заготовке, мкм/м;

L – путь лезвия в заготовке (равен сумме длин траекторий в заготовке), м.

Найденная в технической литературе информация по степени затупления лезвий режущих инструментов и обработанная нами с целью приведения к единообразной форме, приведена в табл. 1.

Таблица 1

Изменение радиуса закругления режущих кромок
 от пути лезвий в обрабатываемой заготовке L , м

| Вид резания | Материал режущего инструмента | Значение $\rho = \rho_0 + \gamma_{\Delta} L$, мкм | Примечание |
|------------------------|-------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Пиление рамными пилами | 9ХФ | $\rho = 10 + 0,002L$ | А.Л. Бершадский, древесина сосны [1] |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|-------------------------|--|---|
| Пиление ленточными пилами | У10А | $\rho = 10 + 0,002L$ | |
| | 9ХФ | $\rho = 10 + 0,001L$ | |
| | Стеллит ВЗКР | $\rho = 10 + 0,000143L$ | |
| Пиление круглыми пилами продольное | 9ХФ | $\rho = 10 + 0,001L$ | А.Л. Бершадский [1] |
| | Сталь быстро-режущая | $\rho = 10 + 0,0005L$ | |
| | Стеллит ВЗКР | $\rho = 10 + 0,000143L$ | |
| | Твердые сплавы ВК15 | $\rho = 7,91 + 0,0004L$ | А.И. Шевченко, УГЛТУ; древесина сосны $W = 75...80\%$. $S_z = 0,2$ мм. $\gamma = 15^\circ$; $\alpha = 18^\circ$. |
| | ВК8 | $\rho = 8,86 + 0,0003L$ | |
| | ВК6 | $\rho = 7,71 + 0,0003L$ | |
| | ВК4 | $\rho = 7,59 + 0,0002L$ | |
| Пиление круглыми пилами поперечное бревен диаметром до 52 см | 9ХФ | $\rho = 10 + (0,0022 - 0,0002T)L$, где T – время работы, $T = 0...4$ ч | Ю.В. Шелгунов [2], древесина сосны $W = 60\%$ |
| Фрезерование цилиндрическое | 8Х6НФТ, Х6ВФ | $\rho = 5 + 0,0008L$ | А.Л. Бершадский, древесина сосны [1] |
| | Твердые сплавы ВК15 | $\rho = 10 + 0,00008L$ | Древесина сосны |
| | Твердые сплавы ВК15 | $\rho = 10 + 0,00035L$ | С.А. Гриневич [3], обработка кромок фанеры хвостовой фрезой |
| | Сталь DS, аналог 9Х8НФТ | $\rho = 7 + 0,0004L$ при $t=2,9$ мм | А.Р. Абдулов, древесина сосны, $W=6...12\%$ [4] |
| $\rho = 7 + 0,0007L$ при $t=1,1$ мм | | | |
| <p>Примечания: 1. Данные А.И. Шевченко по твердосплавному инструменту получены при продольном пилении со скоростью главного движения $V = 51,5$ м/с; подача на один зуб $S_z = 0,2$ мм; угловые параметры зуба $\gamma = 15^\circ$; $\alpha = 18^\circ$; влажность древесины сосны $W = 75...80\%$.</p> <p>2. Данные А.Р. Абдулова получены при фрезеровании древесины сухой сосны на четырехстороннем продольнофрезерном станке со скоростью подачи $V_s = 14$ м/мин, подачей на зуб $S_z = 0,58$ мм, скорости главного движения $41,68$ м/с.</p> | | | |

Некоторые исследователи характеризуют степень затупления лезвий коэффициентом затупления α_ρ , величину которого приводят в зависимости от времени работы резца T (табл. 2) [2].

Таблица 2

Зависимость коэффициента затупления зубьев пилы для поперечной распиловки бревен от продолжительности ее работы

| | | | | | | | | | |
|---------------|---|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|
| $T, \text{ч}$ | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
| α_ρ | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,55 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,95 | 2,0 |

Для приведения величины затупления лезвия к виду (1) поступим так. Используем формулу коэффициента затупления

$$\alpha_\rho = 1 + (1 + 0,1 \frac{k}{p}) \frac{\Delta_\rho}{\rho_o + 50}, \quad (2)$$

где k – касательное давление срезаемого слоя на переднюю грань зуба, МПа;

p – фиктивная сила резания, Н/мм;

Δ_ρ – величина затупления лезвия к заданному моменту времени, мкм;

ρ_o – начальный радиус закругления острого лезвия, мкм.

При поперечном пилении бревен диаметром 52 см круглой пилой диаметром 1500 мм при ширине пропила $b = 12$ мм, подаче на зуб $S_z = 0,3$ мм и частоте вращения пилы 700 мин^{-1} , $p = 1$ Н/мм получим

$$k = K - \frac{p}{S_z} = \frac{12,18}{S_z^{0,3137}} - \frac{1}{S_z} = \frac{12,18}{0,3^{0,3137}} - \frac{1}{0,3} = 14,436 \text{ МПа.}$$

Из формулы (2)

$$\Delta_\rho = \frac{(10 + 50)(\alpha_\rho - 1)}{1 + 0,1 \frac{14,436}{1}} = 24,59(\alpha_\rho - 1) \text{ мкм.}$$

Величина затупления лезвия на 1 м пути в заготовке при средней длине дуги контакта пилы с бревном $l = 261,3$ мм:

$$\gamma_\Delta = \frac{1000\Delta_\rho}{nTK_n K_u} = \frac{1000 \cdot 24,59}{700 \cdot 261,3 \cdot T \cdot 0,55 \cdot 0,8} \text{ мкм/м}$$

Результаты расчетов сведены в табл. 3.

Таблица 3

Зависимость величины затупления зубьев от времени работы пилы

| | | | | | | | | | |
|-----------------|---|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $T, \text{ч}$ | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
| α_ρ | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,55 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,95 | 2,0 |
| Δ_ρ | 0 | 4,91 | 9,84 | 13,53 | 17,21 | 19,67 | 22,13 | 23,36 | 24,59 |
| γ_Δ | - | 0,002 | 0,002 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0016 | 0,0015 | 0,0013 | 0,0012 |

Взаимосвязь величины затупления зуба пилы Δ_ρ и времени ее работы T может быть описана уравнением:

$$\gamma_\Delta = 0,0022 - 0,0002T.$$

Тогда по формуле (1) получим

$$\rho = 10 + (0,0022 - 0,0002T)L.$$

Библиографический список

1. Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины. Минск: Вышейш. шк., 1975. 304 с.
2. Шелгунов Ю.В., Кутуков Г.М., Ильин Г.П. Машины и оборудование лесозаготовок, лесосплава и лесного хозяйства: учебник для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1982, 520 с.
3. Гриневич С.А. Разработка режимов цилиндрического фрезерования кромок фанеры общего назначения // Автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. Минск, 2005.
4. Абдулов А.Р., Новоселов В.Г. Исследование износостойкости стальных ножей, упрочненных путем имплантации ионов азота // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Труды VI международного Евразийского симпозиума. Екатеринбург, 2011.

Ф.Ф. Дахиев, Ф.В. Швец, Л.Т. Раевская
УГЛТУ. Екатеринбург, РФ
ltrvsk@yandex.ru

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ 3D - МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ РЕШЕНИИ
ПРОБЛЕМ КИНЕМАТИКИ МЕХАНИЧЕСКОГО МАНИПУЛЯТОРА
(MATHEMATICAL 3D-MODELLING OF KINEMATIC PROBLEMS
FOR MECHANICAL MANIPULATORS)**

Предложена методика и проведен кинематический анализ работы звеньев «стрела-рукоять» манипулятора.

The Method was proposed and Kinematic Analysis of the Manipulator's the Boom-the Hilt was made.

Современный этап развития лесной, горной и других отраслей промышленности РФ требует решения задачи комплексной механизации и автоматизации производства. Разнообразие машин для выполнения лесосечных операций, сортировочных, штабелевочных, погрузочных операций ниже-складских работ, для подачи сырья в перерабатывающие цехи и пакетирования готовой продукции приводит к повышению затрат производства, вовлечению в эти операции излишних мощностей и ручного труда. Для создания современного гибкого технологического процесса требуется разработка унифицированных транспортно-перегрузочных устройств. Этим требованиям в наибольшей степени отвечают промышленные манипуляторы и манипуляторные машины. Манипулятор — это механизм для управления пространственным положением объектов труда. Это значение закрепилось за словом с середины XX в., благодаря применению сложных механизмов для манипулирования опасными объектами в атомной промышленности. Основу манипуляторов составляют пространственные механизмы со многими степенями свободы.

Общей особенностью манипуляторов является низкая металлоемкость, простота обслуживания и наличие широкого набора сменных рабочих органов, что позволяет