

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.053

О РАЦИОНАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ УГЛОВ
ПОДНУТРЕНИЯ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА*В. В. ВОРОНИН, Е. И. ПОКРУЧИН*

Воронежский лесотехнический институт

При пилении древесины, фрезеровании пазов, выборке проушек обработанная поверхность формируется вершиной трехгранного угла каждого зуба или отдельного резца фрезы. Упругая деформация волокон приводит к образованию контактных площадок на боковых гранях. На площадках действуют нормальные усилия бокового зажима режущего инструмента, вызывающие значительные силы трения. Работа сил трения, эквивалентно переходящая в тепло, вызывает перегрев режущего инструмента и поверхности резания. Значительная интенсивность теплоисточников, действующих на боковых контактных площадках, способствует тепловому износу режущего инструмента. Перегрев зубчатого венца и неравномерное распределение температуры по радиусу приводят к потере поперечной устойчивости дисков круглых пил.

Один из способов снижения трения боковых поверхностей режущего инструмента — поднутрение его рабочей части. На величину боковых контактных площадок оказывают влияние углы радиального и бокового поднутрения.

Малые значения углов приводят к значительным энергозатратам и вызывают перегрев режущего инструмента. Повышенные значения углов ослабляют центральную часть корпуса режущего инструмента, например, дисков круглых пил, что снижает их жесткость и устойчивость в пропиле. Ниже проанализирован выбор параметров для оценки углов поднутрения и обоснован диапазон их изменений.

Значительное влияние угла радиального поднутрения на энергоемкость процесса резания показано в работе [2]. Принимая в качестве оценочного параметра удельную работу резания, проф. А. Э. Грубе в опытах, проведенных с использованием измерительного копра, установил закономерность изменения удельной работы резания с изменением угла радиального поднутрения. Удельная работа резания — комплексный энергетический параметр, отражающий затраты энергии, связанные с отделением стружки, деформацией древесины, трением стружки и древесины о грани резца, в том числе с преодолением сопротивления зажима инструмента в зоне резания.

Следовательно, работа сил бокового зажима — одна из составляющих удельной работы резания. На основании этого следует считать, что установление оптимального значения углов поднутрения по закономерности изменения удельной работы резания не является достаточно точным.

В работе [2] также установлена зависимость работы сил трения одного зуба пазовой фрезы от угла поднутрения. Источник работы трения — усилия бокового зажима режущего инструмента, вызывающие силы трения скольжения на боковых контактных площадках.

Как видно, работа сил трения — косвенная энергетическая величина, связанная через коэффициент трения с исходным параметром, каким является усилие бокового зажима режущего инструмента.

Коэффициент трения скольжения претерпевает изменения в зависимости от скорости и температуры резания, плотности древесины, давления на боковых контактных площадках. Нормальные усилия, действующие на контактных площадках, — результат упругопластического деформирования древесины с нарушением связи между волокнами, что в полной мере не отражается работой сил трения скольжения.

На основании этого оптимальные значения углов поднутрения должны устанавливаться в зависимости от изменения непосредственно усилий бокового зажима режущего инструмента.

С целью непосредственного измерения усилий бокового зажима разработана конструкция динамометрического реза [1].

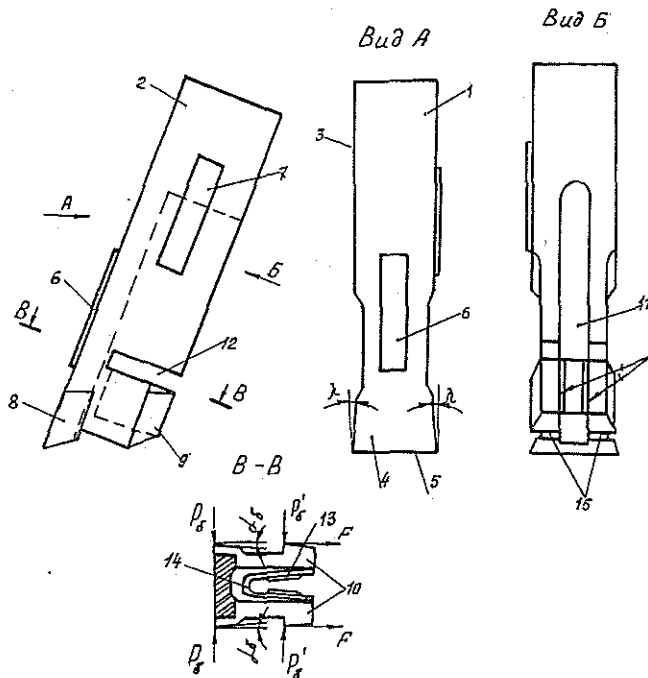


Рис. 1. Схема динамометрического реза

Динамометрический резец (рис. 1) включает стержень 1 (с боковыми поверхностями 2 и 3), имеющий рабочую головку 4 с режущей кромкой 5. На стержне 1 размещены рабочий 6 и компенсационный 7 тензодатчики, которые регистрируют усилие резания, действующее на режущей кромке 5. К кромке 5 примыкают две боковые грани 8, наклоненные к поверхностям 2 и 3 под углом радиального поднутрения λ . На боковые грани 8 в зоне резания действуют нормальные усилия бокового зажима P_6 . Для измерения усилий бокового зажима рабочая головка включает измерительные боковые грани 9, расположенные на консолях 10, образованных продольным пазом 11 и перпендикулярным ему поперечным пазом 12.

Восприимая деформацию упругого восстановления волокон древесины после прохода граней 8, грани 9 имеют возможность измерять усилия бокового зажима P'_6 . Грани 9 по форме и геометрическим размерам выполнены идентично граням 8, что является основанием для того, чтобы считать значения P_6 численно равными значениям P'_6 . Для обеспечения регистрации деформаций консолей 10, возникающих только от действия сил P'_6 , тензодатчики 13 размещены на упругой пластине 14, которая свободно вставлена в продольный паз 11. Концы пластины 14 жестко прикреплены к консолям 10.

Указанное размещение пластины 14 исключает деформирование датчиков 13 от действия продольных сил трения F , что исключает взаимовлияние усилий P'_6 и F и существенно повышает точность измерений.

В процессе резания динамометрический резец совершает поступательное движение, причем режущая кромка 5 и нижние опорные кромки 15 должны лежать в одной плоскости резания.

Конструкция динамометрического резца позволяет производить переточку основных и дополнительных граней с целью получения различных значений углов бокового α_6 и радиального λ поднутрений.

С использованием динамометрического резца выполнена серия опытов по установлению оптимального диапазона изменений углов α_6 и λ для случая поперечного резания прессованной древесины.

Устанавливалась закономерность изменения усилий бокового зажима P_6 в зависимости от плотности древесины ρ и углов поднутрения α_6 и λ .

Постоянные факторы в опытах: древесина березы при влажности 8 %, длина лезвия резца 10 мм, угол заострения 55° , задний угол 15° , толщина снимаемого слоя 0,1 мм, глубина внедрения в древесину 6 мм, скорость резания 10 мм/с.

За математическую модель описания вышеуказанной зависимости брали уравнение

$$P_6 = c\alpha_6^x \lambda^y \rho^z, \quad (1)$$

где c — постоянное число;

x, y, z — показатели степени переменных величин.

За основу плана эксперимента был принят полный факторный эксперимент вида 2^n . Базовые значения и уровни переменных величин представлены в таблице.

Уровень	α_6 , мин	$\ln \alpha_6$	λ , мин	$\ln \lambda$	ρ , кг/м ³	$\ln \rho$
Верхний	60	4,094	40	3,688	1 200	7,090
Средний	8	2,047	6	1,844	980	6,887
Нижний	1	0,000	1	0,000	800	6,685

При статистической и математической обработке результатов экспериментов получено следующее уравнение регрессии:

$$P_6 = \frac{0,84\rho^{0,462}}{\alpha_6^{0,528}\lambda^{0,428}} H. \quad (2)$$

На рис. 2 представлена зависимость усилия бокового зажима P_6 от углов радиального λ и бокового α_6 поднутрения для древесины с плотностью 1 100 кг/м³. График отражает весьма интенсивное возрастание усилий бокового зажима инструмента при углах поднутрения менее $10 \dots 12'$.

На рис. 3 показана зависимость усилий бокового зажима инструмента P_6 от плотности древесины ρ и угла бокового поднутрения α_6 для значений $\lambda = 10$ мин. Характерно, что усилие зажима находится в прямолинейной зависимости от плотности древесины. Более интенсивное влияние плотности проявляется при заниженных значениях α_6 и λ .

В целом работа выполнена для установления наименьших значений α_6 и λ при разработке тонких пил для раскря прессованной древесины поперек волокон.

Разработанный динамометрический резец позволяет выполнять эксперименты для других видов резания различных древесных материалов.

Анализ уравнения связи (2) и представленных графических зависимостей позволяет сделать следующие выводы.

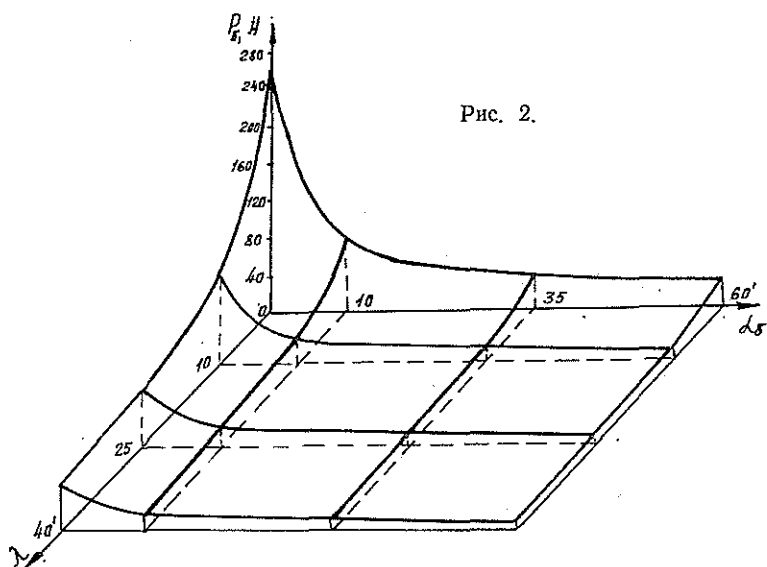


Рис. 2.

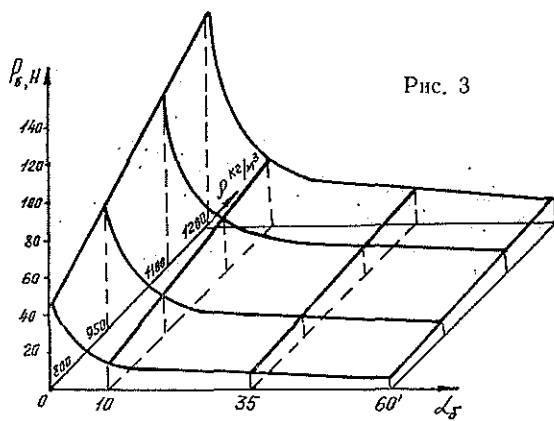


Рис. 3

1. Углы радиального и бокового поднутрения рабочей части дереворежущего инструмента следует назначать по усилиям бокового зажима режущей кромки в зоне резания. Значения этих углов при поперечном резании прессованной древесины должны быть в диапазоне 10...20°.

2. Зависимость усилия зажима инструмента от плотности древесины при всех значениях углов поднутрения близка к прямолинейной, что соответствует общей закономерности процессов резания древесных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1093407 СССР, МКИз В25/06. Динамометрический резец / Е. И. Покручин, В. В. Воронин (СССР).— № 3547206/25—08; Заявлено 04.02.83; Опубл. 23.05.84, Бюл. № 19 // Открытия. Изобретения.— 1984.— № 19.— С. 31. [2]. Грубе А. Э. Станки и инструменты по деревообработке. Т. 2.— М.; Л.: Гослесбумиздат, 1949.— 700 с.

Поступила 18 февраля 1986 г.