

станка на 6% выше по сравнению с известными, у которых фрезерные головки установлены в шахматном порядке.

Годовой экономический эффект от внедрения одного станка составляет 7 тыс. руб.

УДК. 674.023.0888

А.П.Клубков, канд.техн. наук,  
Л.В.Лабуридов, В.Ф.Истушкин

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОГО РЕЗАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ\*

На процесс механической обработки деталей из модифицированной древесины, так же как и деталей из натуральной древесины, влияют многие факторы, главными из них являются: станок – тип, состояние, мощность; режущий инструмент – конструкция, состояние рабочих поверхностей, материал и геометрия режущих частей; режимы резания – толщина стружки (подача на резец), высота припуска на обработку, скорость резания, направление резания по отношению к годовым слоям; обрабатываемая деталь – физико-механические свойства, размеры, форма и жесткость.

Чтобы понять процесс резания модифицированной древесины, необходимо исследовать прямолинейное резание однолезвийным инструментом (рис. 1).

Равнодействующая сила  $R$  имеет две составляющие:  $R_x$  и  $R_y$ . Составляющая сила  $R_x$  действует в направлении движения режущего инструмента, а  $R_y$  перпендикулярна к направлению резания. На передней поверхности инструмента возникают силы  $T$  и  $T_{\Pi}$ , воздействующие на стружку. Сила  $T$  представляет собой сопротивление трению, которое встречает стружка при ее движении по передней поверхности резца. Сила  $T_{\Pi}$  – сила нормального давления. Отношение  $\frac{T}{T_{\Pi}} = \mu$  есть коэффициент трения между стружкой и передней поверхностью резца.

\* В исследовании принимал участие инженер А.Е.Манцевич.

Из рис. 1 можно вывести соотношения для определения  $T$ ,  $T_{\Pi}$  и  $\mu$ :

$$T = P_x \sin \gamma + P_y \cos \gamma ;$$

$$T_{\Pi} = P_x \cos \gamma - P_y \sin \gamma .$$

Отношение  $\frac{T}{T_{\Pi}} = \operatorname{tg} \varepsilon = \mu$  или

$$\mu = \operatorname{tg} \varepsilon = \frac{P_x (\sin \gamma + m \cos \gamma)}{P_x (\cos \gamma - m \sin \gamma)} = \frac{\sin \gamma + m \cos \gamma}{\cos \gamma - m \sin \gamma}, (1)$$

где  $m = \frac{P_y}{P_x}$ .

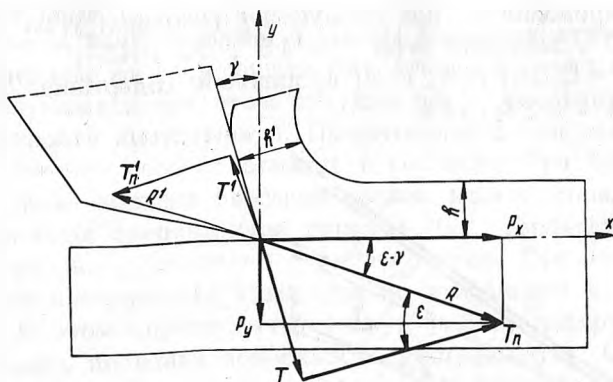


Рис. 1. Схема взаимодействия реза с древесиной.

Для установления закономерностей при прямолинейном резании модифицированной древесины были проведены экспериментальные исследования по следующей методике.

В качестве обрабатываемого материала использовалась древесина березы натуральная и модифицированная. Образцы были пропитаны смолой КФ-90. Объемный вес натуральной древесины составлял  $\gamma_n = 0,697 \text{ г/см}^3$ , а модифицированной  $\gamma_M = 0,816 \text{ г/см}^3$  при содержании смолы 22% и  $0,9 \text{ г/см}^3$  при содержании смолы 44%. Размеры образцов: длина 60 мм, ширина 20 мм.

Для измерения двух составляющих  $P_x$  и  $P_y$  применен упруго-электрический динамометр, действие которого основано на преобразовании перемещения двух упругих звеньев динамометра в электрический сигнал с помощью электрических датчиков [1].

Для экспериментальной установки был использован плоскошлифовальный станок ЗГ71. Кинематика станка обеспечила продольную подачу образца в диапазоне 0...12 м/мин и поперечную (толщина стружки) минимальную 0,001 мм. В качестве материала для режущего инструмента применялась быстрорежущая сталь Р18.

Применение инструментальной стали с высоким пределом прочности на изгиб дало возможность получить при заточке минимальный начальный радиус заострения режущей кромки ( $\rho_0 = 4-5$  мкм), исключить возможность облома кончика режущей кромки. Шероховатость рабочих поверхностей резца соответствовала  $\nabla 9-\nabla 10$ .

Опыты проводились при следующих условиях: угол заострения  $\beta = 40^\circ$ ; передний угол  $\gamma = 15^\circ; 30^\circ; 45^\circ$ ; толщина стружки  $h = 0,05; 0,1; 0,2$ ; процентное содержание полимера в древесине - 22%; 44%.

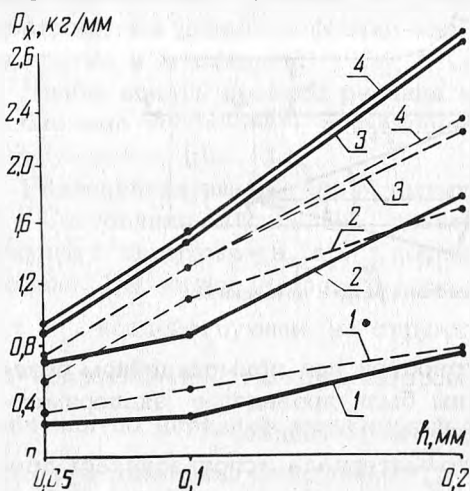


Рис. 2. Зависимость силы  $P_x$  от толщины стружки: 1 -  $\gamma = 45^\circ$ ; 2 - 60; 3 - 75; 4 - 80; сплошные линии - модифицированная древесина; штриховые - натуральная.

На рис. 2. показаны зависимости главной составляющей силы резания  $P_x$  от толщины стружки при различных углах резания.

Во всех случаях при увеличении объема удаляемого материала сила  $P_x$  растет как при резании натуральной, так и

модифицированной древесины. Составляющая сила  $P_x$ , действующая в направлении движения режущего инструмента, определяет работу, затрачиваемую на перемещения режущего инструмента на заданное расстояние. На величину этой работы влияют физико-механические свойства подопытного материала, толщина съема, угловые параметры резца и силы трения.

Стружкообразование при резании можно рассматривать как местный процесс сжатия слоя материала рабочими поверхностями режущего инструмента. Как известно из работы [3], сжимающие напряжения и деформации сами по себе не могут вызвать разрушение, так как существует только два вида напряжений – растягивающие и касательные. Следовательно, при резании разрушение может происходить от растягивающих напряжений (путем отрыва) и от касательных (путем сдвига).

Из рис. 2 видно, что при малых углах резания сила  $P_x$  увеличивается на незначительную величину, в то время как при больших углах резания  $60^\circ$ ,  $75^\circ$ ,  $80^\circ$  наблюдается резкое увеличение силы  $P_x$ .

При малых углах резания и малых толщинах стружки разрушение отделяемого слоя происходит основной режущей кромкой. Образующаяся при этом стружка легко скользит по передней поверхности инструмента. Продвижение резца вызывает отрыв отделяемого слоя от основного массива. При больших толщинах стружки впереди режущей кромки может образовываться так называемая опережающая трещина. С увеличением угла резания связано уменьшение переднего угла. При этом режущая кромка инструмента повернута по отношению к отделяемому слою. В этом случае значительную работу деформации будет совершать передняя поверхность инструмента. Отделяемый слой древесины вначале сжимается и перемещается в микрообъеме. Затем это микроперемещение переходит в сдвиг, вызывая разрушение и отделение некоторого объема древесины.

Отделяемый элемент стружки сильно деформирован и действует на переднюю грань резца с большей силой. В данном случае при определенных условиях могут произойти автоколебания.

При всех значениях углов резания наблюдается пропорциональная зависимость силы  $P_x$  от толщины снимаемого слоя.

Влияние процентного содержания смолы в древесине показано на рис. 3, а, б.

При малых углах резания ( $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ) и толщине стружки  $h = 0,05$ ;  $0,1$  мм наблюдается уменьшение силы резания  $P_x$  с

увеличением процентного содержания смолы и увеличение силы примерно в 1,5 раза при больших углах резания. Уменьшение силы  $P_x$  связано с малым сопротивлением модифицированной древесины отрыву за счет повышения хрупкости, уменьшения ударной вязкости. В то время как при углах резания  $75^\circ, 80^\circ$  происходит сжатие и сдвиг вдоль волокон, показатель прочности на сжатие для модифицированной древесины возрастает в 1,5–2 раза, а твердость в 2–4 раза [2].

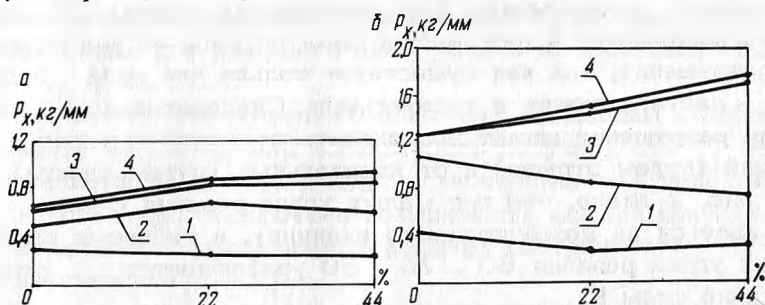


Рис. 3. Влияние процентного содержания смолы на силу  $P_x$ : а – при  $h = 0,05$  мм; б – при  $h = 0,1$  мм; 1 –  $\delta = 45^\circ$ ; 2 –  $60^\circ$ ; 3 –  $75^\circ$ ; 4 –  $80^\circ$ .

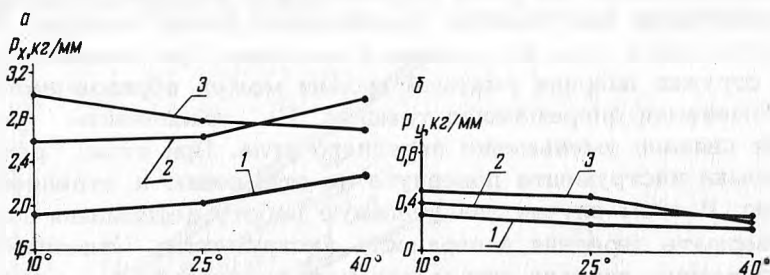


Рис. 4. Влияние заднего угла на составляющие силы резания: а – на силу  $P_x$ ; б – на силу  $P_y$ ; 1 – натуральная древесина; 2, 3 – модифицированная (22% и 44% соответственно).

На рис. 4 показано влияние заднего угла на силы  $P_x$  и  $P_y$ . Задний угол на силу резания  $P_x$  не оказывает существенного влияния. Намечается некоторая тенденция к уменьшению силы  $P_x$  с увеличением заднего угла для древесины с большим содержанием полимера при толщине стружки  $h = 0,2$  мм.

При толщине стружки  $h = 0,05$  мм задний угол практически не влияет на силу  $P_x$ . Это связано с тем, что толщина стружки очень мала и деформирование впереди лежащего слоя древесины осуществляется закрученной частью режущей кромки.

С увеличением заднего угла составляющая сила  $F_y$  уменьшается. Это указывает на то, что удельная работа  $A_{\text{внешнего}}$  трения на задней грани увеличивается с уменьшением заднего угла. Повышение коэффициента трения на задней поверхности вызывается высокой упругостью древесины, которая способствует увеличению площади контакта задней поверхности инструмента с изделием. Следовательно, увеличение заднего угла снижает работу трения, что может сказаться на стойкости режущего инструмента по задней грани.

Коэффициент трения, подсчитанный по формуле (1), для принятых условий прямолинейного резания изменяется в пределах от 0,3 до 1,0. Численные значения коэффициента трения могут иметь отношения в большую или меньшую сторону при расширении и изменении диапазона переменных факторов, участвующих в резании. Причем численные значения коэффициента трения получены для острого реза ( $\rho = 4-5$  мкм).

#### Л и т е р а т у р а

1. Дружков Г.Ф. Двухкомпонентный высокочастотный электромеханический динамометр с проволочными тензодатчиками сопротивления. Научн.-техн. конф. МЛТИ. М., 1971. 2. Вихров В.Е. Новый метод комплексного улучшения свойств натуральной древесины - В сб.: Новые технологические процессы и оборудование деревообрабатывающих производств в свете решений XXIV съезда КПСС. М., 1971. 3. Фридман Я.Б. Механические свойства металлов. М., 1952.

УДК 674.05

Н.В.Бурносков, И.И.Бавбель,  
В.И.Микулинский, канд.техн.наук,  
В.Е.Попсуев, канд.техн.наук, Г.В.Довжик,  
С.М.Плаксицкий, Н.В.Волчкович

#### РАСЧЕТ ИНЕРЦИОННЫХ СИЛ РЕЖУЩЕГО ДИСКА СПИРАЛЬНОЙ БРУСУЮЩЕ-РУБИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Особенности конструкции дисков спиральных рубительных машин определяют наличие неуравновешенных масс и как следствие неуравновешенной центробежной силы. Спокойная работа будет достигнута только при условии правильного раз-