

Б. В. Войтеховский, ассистент; С. А. Гриневич, ст. преподаватель; В. Т. Лукаш, аспирант

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА С НАКЛОННЫМИ РЕЗЦАМИ ПРИ ОБРАБОТКЕ БОКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЛАМИНИРОВАННЫХ ДСП

Tang-type application in a furniture industry of laminated wood particle boards causes importance of works on research of conditions of milling of their edges with the purpose of improvement of quality of processing and persistence of a cutter at reduction of power inputs. One of variants of the complex decision of a task in view is installation of milling knives with some grade. Adding of an inclination to knives provides a clamping of upper layers of a laminate to a basis, thus preventing emergence having chopped off. Researches of milling by inclined cutters were carried out on a genuine wood. However, influences of an angle of taper at processing lateral surfaces of laminated wood particle boards it is investigated insufficiently. Recommendations of firms - manufacturers woodworking have by the tool total character and do not note influence of an angle of taper of knives.

**Введение.** Широкое применение в мебельной промышленности ламинированных древесностружечных плит обуславливает важность работ по исследованию режимов фрезерования их кромок с целью повышения качества обработки и стойкости режущего инструмента при снижении энергозатрат. Одним из вариантов комплексного решения поставленной задачи является установка фрезерных ножей под углом. По результатам исследований [1, 2], применение наклонных резцов при фрезеровании натуральной древесины приводит к снижению потребляемой мощности на резание и улучшению качества обработанной поверхности. Придание наклона ножам при обработке ламинированных ДСП обеспечивает прижим облицовочного слоя к основе, тем самым предотвращая появление сколов.

Ламинированные древесностружечные плиты имеют неоднородное строение по толщине [3]. Плотность поверхностных слоев в несколько раз больше, чем в средней части плиты. Поверхностные слои содержат большее количество связующего (смолы). Указанные особенности строения в значительной степени отражаются на характере износа режущего инструмента и его стойкости.

Интенсивность и характер затупления режущего элемента зависит от обрабатываемого материала, материала режущего элемента и режима обработки.

Для обработки древесностружечных плит из-за их высоких абразивных свойств применяют твердые сплавы марки ВК. По данным [4], стойкость зависит от марки твердого сплава (табл. 1). Чем меньше процентное содержание кобальта в сплаве, тем выше стойкость и твердость резца. С повышением твердости резца уменьшается его пластичность (режущий элемент становится хрупким), что может вызвать облом режущей кромки. Поэтому при выборе материала режущего элемента необходимо стремиться, чтобы резец имел максимальную твердость, но мог выдерживать ударные нагрузки, возникающие при входе

резца в обрабатываемую заготовку без потери режущей способности. Согласно представленным данным, наибольшую износостойкость имеет твердый сплав ВК6.

Таблица 1

Значения коэффициентов износостойчивости

Марка твердого сплава	ВК25	ВК20	ВК15	ВК8	ВК6	Сталь Р18
Коэффициент износостойчивости	15	17,5	29	50	52	1

При обработке твердосплавным фрезерным инструментом древесностружечных плит и других аналогичных материалов, имеющих в своем составе вещества, оказывающие абразивное воздействие на режущий инструмент, характерен износ с образованием фаски по задней поверхности (рис. 1) [5].

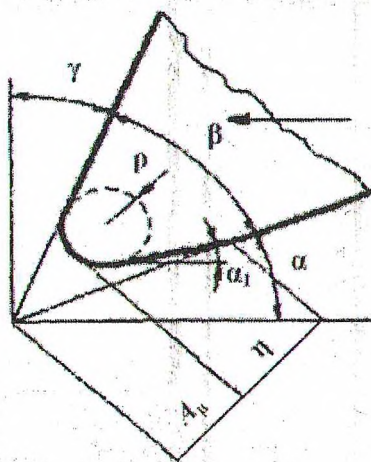


Рис. 1. Характер износа резца при обработке ДСП твердосплавным фрезерным инструментом

При этом из-за интенсивного истирания задней поверхности задний угол  $\alpha$  непрерывно уменьшается и может принимать отрицательные

значения [6]. Поэтому для обработки ДСтП рекомендуют принимать задний угол  $\alpha = 15-25^\circ$  [5].

Величина износа режущего инструмента в значительной степени зависит от режима обработки. Кроме традиционных параметров, существенное влияние на стойкость инструмента оказывает угол наклона ножа. Однако применение наклонных ножей для фрезерования ламинированных ДСтП на данный момент исследовано недостаточно, а рекомендации различных фирм-производителей режущего инструмента по выбору режимов фрезерования ламинированной ДСтП носят общий характер и не учитывают влияние угла наклона ножа [7, 8]. Поэтому проведение исследований влияния скорости резания  $V$ , толщины стружки  $a$  и угла наклона режущей кромки  $\omega$  на стойкость режущего инструмента и качество обработки является актуальным.

**Методика проведения исследований.** Для проведения эксперимента применена установка на базе четырехстороннего продольно-

фрезерного станка марки С26-2М. Данная установка позволяет плавно изменять частоту вращения режущего инструмента и скорость подачи обрабатываемого материала. Техническая характеристика установки приведена в табл. 2. Условия проведения опытов представлены в табл. 3.

Условием останки эксперимента выбран критерий качества обработки, т. е. опыт продолжался до тех пор, пока на поверхности облицованной плиты не появлялись сколы ламината.

Для определения износа режущего инструмента по задней грани использовался метод слепков (рис. 2). Достоинством этого метода является возможность получения информации о динамике затупления твердосплавной пластины без ее снятия и последующего повторного базирования, что гарантирует чистоту проведения эксперимента. Данные, полученные в ходе проведения экспериментов, представлены в виде графических зависимостей затупления режущего инструмента от пути резания.

Таблица 2

Техническая характеристика экспериментальной установки

Наименование показателей	Величина	Примечание
1. Размеры обрабатываемого материала, мм		
ширина наибольшая	260	
наименьшая	40	
толщина наибольшая	125	
наименьшая	10	
длина наименьшая	800	
2. Диаметр окружности резания, мм	100÷180	
3. Частота вращения режущего инструмента, мин <sup>-1</sup>	0÷6000	Бесступенчатое регулирование
4. Мощность привода механизма резания, кВт	6,5	
5. Скорость подачи, м/мин	0÷30	Бесступенчатое регулирование
6. Мощность привода механизма подачи, кВт	2,3	

Таблица 3

Условия проведения опыта

Факторы	Обозначение, численное выражение
1. Переменные факторы:	
Толщина стружки, мм	$a = 0,05$ и $0,45$
Угол наклона режущей кромки, град	$\omega = 0$ и $30$
Скорость резания, м/с	$V = 20$ и $50$
2. Постоянные факторы:	
Обрабатываемый материал	
Основа	ДСтП
Облицовочный материал	ламинат
Ширина фрезерования, В, мм	25
Влажность, %	$8 \pm 2$
Режущий инструмент	
Материал режущего лезвия	Твердый сплав ВК6
Диаметр фрезы, $D$ , мм	180
Задний угол, $\alpha$ , град	20
Начальная острота лезвия $\rho_0$ , мкм	$5 \div 7$

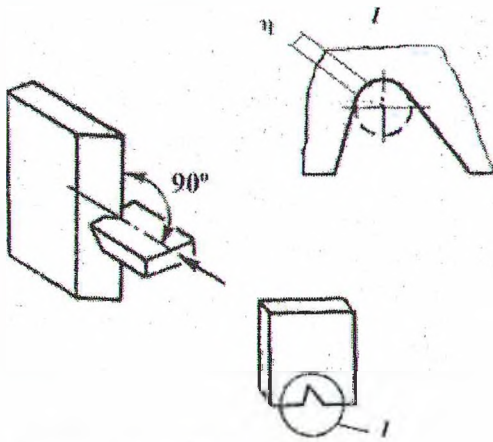


Рис. 2. Схема к методу слепков

**Результаты проведенных исследований.** На рис. 3 изображен профиль рабочей части режущего элемента, обрабатывающего кромку ламинированного ДСтП с углом наклона  $\omega = 30^\circ$ .

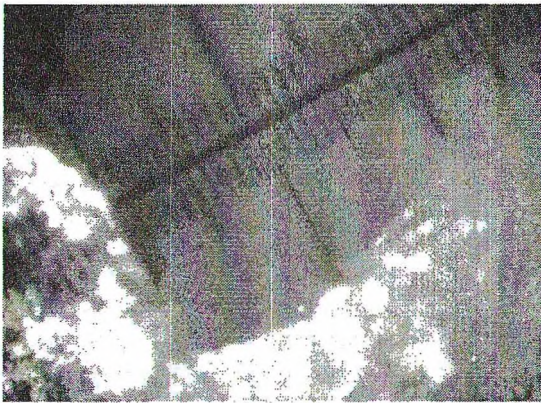


Рис. 3. Слепок участка ножа, обрабатывающего кромку ламинированной ДСтП с наклоном ( $\omega = 30^\circ$ )

Из фотографии следует, что характер износа наклонного ножа не отличается от характера износа инструмента при фрезеровании ножами без наклона.

Данный факт подтверждает правомерность применения в качестве критерия затупления инструмента при фрезеровании кромок ламинированных ДСтП с наклонными ножами величины фаски по задней поверхности.

На рис. 4 и 5 представлены зависимости величины фаски износа по задней поверхности  $\eta$  от пути резания, полученные при фрезеровании прямым резцом (кривая обозначенная квадратами) и при наклоне режущей кромки под углом  $30^\circ$  (кривая, обозначенная ромбами).

Результаты, представленные на рис. 4, получены при обработке материала в области микростружки и следующем режиме резания: толщина стружки  $a = 0,05$  мм; толщина срезаемого слоя  $h = 4,5$  мм; скорость резания  $V = 50$  м/с; угол резания  $\delta = 80^\circ$ .

На рис. 5 представлены аналогичные зависимости, но полученные в области макростружки при следующих параметрах режима фрезерования: толщина стружки  $a = 0,45$  мм; толщина срезаемого слоя  $h = 4,5$  мм; скорость резания  $V = 50$  м/с; угол резания  $\delta = 80^\circ$ .

Анализ результатов эксперимента показывает, что угол наклона режущего лезвия положительно влияет на стойкость ножа. В области микростружки (при  $a = 0,05$  мм) он позволяет увеличить стойкость инструмента по критерию качества в 2,19 раза, а в области макростружки (при  $a = 0,45$  мм) в 4,4 раза.

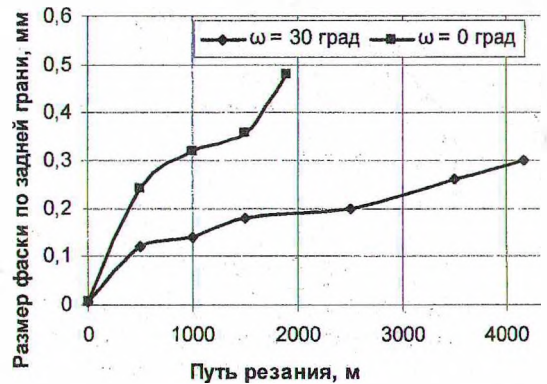


Рис. 4. Влияние угла наклона режущей кромки на стойкость режущего элемента в области микростружки

Положительное влияние угла наклона можно объяснить следующим:

- 1) плавность входа резца в обрабатываемый материал;
- 2) возникновение осевой составляющей силы резания, которая прижимает ламинат к основе;
- 3) уменьшение угла резания в плане, что обеспечивает уменьшение нагрузки на переднюю поверхность ножа.

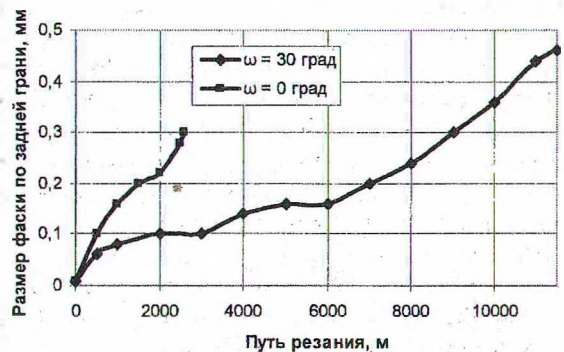


Рис. 5. Влияние угла наклона режущей кромки на стойкость режущего элемента в области макростружки

На рис. 6. представлены зависимости величины фаски  $\eta$  от пути резания полученные

при угле наклона режущей кромки  $\omega = 30$  град; толщине срезаемого слоя  $h = 4,5$  мм; скорости резания  $V = 50$  м/с; угле резания  $\delta = 80^\circ$ . Переменной величиной являлась толщина стружки.

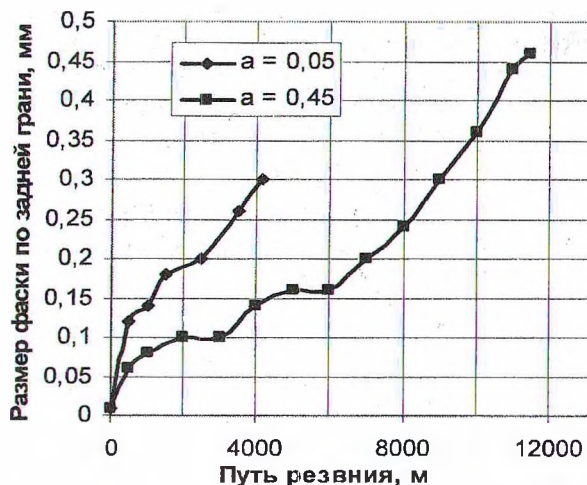


Рис. 6. Влияние толщины стружки на стойкость режущего элемента

Кривая, построенная при толщине стружки  $a = 0,05$  мм, обозначена ромбами, а кривая, построенная при толщине стружки  $a = 0,45$  мм, обозначена квадратами.

На графике показано, что обработку ламинированных ДСтП лучше производить в области макростружки. По опытным данным, при толщине стружки  $a = 0,45$  мм сколы на ламинате появились после прохождения пути резания 11400 м, а при толщине стружки  $a = 0,05$  мм путь резания составил всего 4100 м, что в 2,75 раза меньше предыдущего результата.

Уменьшение стойкости резца в области микростружки можно объяснить тем, что при работе на малых толщинах стружки в результате многократного прохождения резца по обрабатываемой поверхности образуется деформированный, сильно уплотненный слой, обладающий высокой абразивной способностью. Воздействие этого слоя на резец вызывает повышенный износ его задней поверхности, что приводит к увеличению сил резания и давления на ламинат.

На рис. 7 представлены зависимости величины фаски  $\eta$  от пути резания, полученные при фрезеровании наклонным резцом ( $\omega = 30^\circ$ ) при разных скоростях резания  $V = 20$  и  $50$  м/с и толщине стружки  $a = 0,45$  мм; толщине срезаемого слоя  $h = 4,5$  мм; угле резания  $\delta = 80^\circ$ .

Кривая, построенная при скорости резания  $V = 20$  м/с, обозначена ромбами, а кривая, построенная при скорости резания  $V = 50$  м/с, обозначена квадратами.

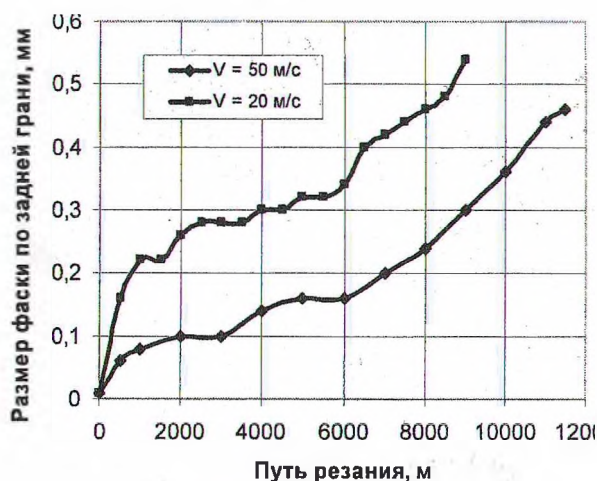


Рис. 7. Влияние скорости резания на стойкость режущего элемента

Анализ представленных графических зависимостей доказывает положительное влияние увеличения скорости резания на качество обработки и стойкость режущего инструмента. С ростом скорости резания деформации, вызванные локальными напряжениями в точке взаимодействия резца и обрабатываемого материала, не успевают распространиться на значительный объем материала, что обеспечивает более длительную эксплуатацию инструмента без образования сколов ламината.

По данным эксперимента, при скорости резания 20 м/с резец прошел путь резания 9000 м, а при скорости резания  $V = 50$  м/с путь резания составил 11600 м. Стойкость резца увеличилась в 1,27 раза.

**Выводы.** 1. Широкое применение в мебельной промышленности ламинированных древесностружечных плит обуславливает важность работ по исследованию режимов фрезерования их кромок с целью повышения качества обработки и стойкости режущего инструмента при снижении энергозатрат. Одним из вариантов комплексного решения поставленной задачи является установка фрезерных ножей с некоторым наклоном.

2. Критерием износа фрезерного инструмента с наклонными ножами может являться величина фаски по задней поверхности  $\eta$ , а критерием качества обработки – появление сколов на поверхности ламината.

3. Угол наклона положительно сказывается на стойкости режущего инструмента и качестве обработанной поверхности. При создании угла наклона режущей кромки  $30^\circ$  стойкость резца по критерию качества увеличивается в 2,19–4,4 раза.

4. С увеличением толщины стружки возможный путь резания до появления сколов на ламинате увеличивается. При толщине стружки

$a = 0,05$  мм путь резания составляет 4100 м, а при  $a = 0,45$  мм – 11400 м.

5. При увеличении скорости резания от 20 до 50 м/с технологическая стойкость резца увеличивается в 1,27 раза.

### Литература

1. Векшин, А. М. Исследование процесса цилиндрического фрезерования древесины тонкими винтовыми ножами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 421 / А. М. Векшин; Московский лесотехн. ин-т. – М., 1970. – 31 с.

2. Лискив, В. Д. Исследование зависимостей силовых и качественных показателей процесса цилиндрического фрезерования древесины от положения лезвия относительно направления резания: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.06.02 / В. Д. Лискив, Львовский лесотехн. ин-т – Львов, 1973. – 24 с.

3. Войтеховский, Б. В. Особенности обработки ламинированных древесностружечных

плит методом фрезерования / Б. В. Войтеховский // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы конф. / БГТУ. – Минск, 2005. – С. 276.

4. Грубе, А. Э. Дереворежущие инструменты / А. Э. Грубе. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесная пром-сть, 1971. – 344 с.

5. Цуканов, Ю. А. Обработка резанием древесностружечных плит / Ю. А. Цуканов, В. В. Амалицкий – М.: Лесная пром., 1966. – 95 с.

6. Кряжев, Н. А. Фрезерование древесины / Н. А. Кряжев. – М.: Лесная пром-сть, 1979. – 200 с.

7. LEUCO. HANDBOOK 2000 for Wood Materials and Plastics / Leder-man GmbH. Postfach 1340. D – 72153 Horb am Neckar. – Bundesrepublik Deutschland, 2000. – 610 p.

8. Prazisions-Werkzeuge von LEITZ. Katalog 95. Das komplette pro-gramm / LK 030/95 D-GB-GB. Gebr. Leitz GmbH & Co. Postfach 1229. – Bundesrepublik Deutschland, 1995. – 380 s.