

УДК674.023

Б. В. Войтеховский, ассистент (БГТУ);**С. А. Гриневич**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ)**ОСОБЕННОСТИ ИЗНОСА ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ЛАМИНИРОВАННЫХ ДСтП НАКЛОННЫМИ НОЖАМИ**

В современной мебельной промышленности для создания оригинальной и конкурентоспособной продукции все больше применяются плитные материалы с различными декоративными покрытиями. К таким материалам относятся и ламинированные древесностружечные плиты. Однако механическая обработка данного вида древесного материала является довольно трудоемким процессом. Поэтому инструмент для фрезерования ЛДСтП должен быть оснащен режущими элементами с повышенной износостойкостью.

Данная статья посвящена исследованию влияния угла наклона режущего лезвия, угла резания, скорости резания, толщины срезаемого слоя, толщины стружки на износ фрезерного инструмента при обработке ЛДСтП. По опытным данным получена математическая модель, построены зависимости и сделаны выводы.

In the modern furniture industry to creation of original and competitive production are more and more applied wood materials by the covered various decorative coverings. To such materials concern laminated chipboard. However machining of such material kind is enough labour-intensive process. Therefore woodworking tools for milling laminated chipboard should be equipped by cutting elements with the increased wear resistance.

In paper is devoted to researches of influence of a corner of an cutting edge inclination, a corner of cutting, speed of cutting, thickness of a cut off layer, thickness of a shaving on wear are resulted. On skilled data the mathematical model is received and graphical dependent are constructed and made conclusions.

Введение. Ламинированные древесностружечные плиты (ЛДСтП) нашли широкое распространение в мебельном производстве. Благодаря различным по цвету, текстуре, физико-химическим свойствам покрытий, дизайнеры мебели получили широкое поле деятельности по проектированию конкурентоспособной и модной мебели.

Однако механическая обработка данного вида материала является довольно трудоемким процессом. Это вызвано тем, что плотность поверхностных слоев ДСтП в несколько раз больше, чем в ее средней части. Также в поверхностных слоях находится большее количество связующего (смолы). Эти особенности сильно сказываются на характере износа режущего инструмента и его стойкости. Поэтому деревообрабатывающий инструмент для фрезерования ЛДСтП должен быть оснащен режущими элементами с повышенной износостойкостью.

Особенностью затупления резца при фрезеровании ДСтП является то, что участки лезвия, обрабатывающие более плотные слои, изнашиваются быстрее (рис. 1).

Такой вид износа подтвержден многими авторами, занимавшимися данной проблематикой [1, 2]. Величина износа режущего инструмента в значительной степени зависит от режима обработки, материала режущего элемента и др. Кроме традиционных параметров, существенное влияние на стойкость инструмента оказывает угол наклона ножа. Однако характер износа

и его величина при создании поворота режущего элемента не изучены.

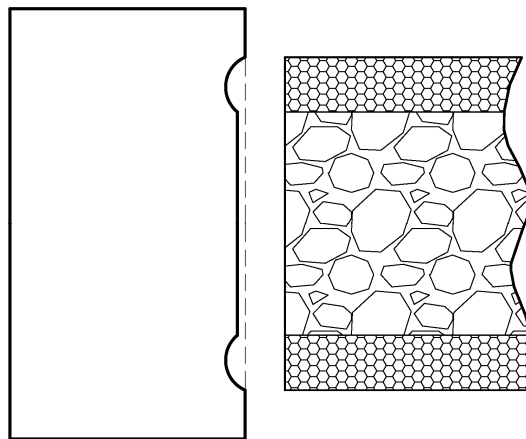


Рис. 1. Схема износа резца при фрезеровании ламинированных ДСтП

Теоретически, установка резцов под углом должна обеспечить повышение стойкости режущего инструмента за счет плавности входа резца в обрабатываемый материал. Кроме того, придание угла наклона режущему элементу уменьшает угол резания в плане и создает так называемое кинематическое заострение резца.

Исходя из вышеизложенного, решено исследовать влияние переменных технологических факторов на характер и величину износа твердосплавного фрезерного ножа при создании угла наклона в плане.

Основная часть. Для проведения исследований использована экспериментальная установка на базе станка С26-2М. На основании методов планирования эксперимента составлена методическая сетка опытов. Основными переменными факторами приняты: средняя толщина стружки a , скорость резания V , толщина срезаемого слоя h , угол резания δ , угол наклона режущей кромки ω . Методическая сетка и результаты опытов представлены в таблице. В качестве выходного показателя принята величина фаски по задней поверхности резца η на участках, обработавших наиболее плотные слои ЛДСтП [3]. Для определения износа режущего инструмента по задней поверхности использовался метод слепков [4]. Достоинством этого метода является возможность получения информации о динамике затупления твердосплавной пластины без ее снятия и последующего повторного базирования, что гарантирует чистоту проведения эксперимента. Критерием завершения эксперимента являлась появление сколов на облицованной поверхности.

В результате проведения экспериментов установлено, что характер износа режущей кромки остается прежним.

После статистической обработки результатов эксперимента было получено уравнение (1). Однако результаты, полученные по этому уравнению, несопоставимы, поскольку путь резания для разных условий будет разным. Поэтому для корректного сопоставления и анализа результатов их удобно представить в виде удельного износа (т. е. износа, отнесенного к пути резания).

$$\begin{aligned} \eta = & 1066,537 + 11,702 \cdot \omega - 24,497 \cdot \delta - 3,905 \times \\ & \times V - 0,565 \cdot h - 282,267 \cdot a + 0,036 \cdot \omega^2 + 0,078 \times \\ & \times V^2 - 0,138 \cdot \omega \cdot \delta + 0,017 \cdot \omega \cdot V + 0,643 \cdot \omega \cdot h + \\ & + 16,470 \cdot \omega \cdot a - 0,053 \cdot \delta \cdot V - 0,581 \cdot \delta \cdot h + \\ & + 0,893 \cdot V \cdot h + 2,303 \cdot V \cdot a + 55,300 \cdot h \cdot a. \quad (1) \end{aligned}$$

Уравнение регрессии для расчета пути резания L по критерию качества имеет вид [6]:

$$\begin{aligned} L = & 490,31 + 121,25 \cdot \omega + 0,64 \cdot \delta + 0,32 \cdot V - \\ & - 51,11 \cdot h - 2218,05 \cdot a + 4,98 \cdot \omega^2 - 2,61 \cdot \omega \times \\ & \times \delta + 1,21 \cdot \omega \cdot V + 24,75 \cdot \omega \cdot h + 288,03 \cdot \omega \cdot a + \\ & + 62,78 \cdot V \cdot a + 917,19 \cdot h \cdot a. \quad (2) \end{aligned}$$

По представленным уравнениям регрессии построены графики зависимости удельного износа от переменных технологических факторов. Графические зависимости построены на нижнем, среднем и верхнем уровнях варьирования.

Методическая сетка и результаты опытов

№ опыта	X1	X2	X3	X 4	X 5	Y
	[ω]	[δ]	[V]	[h]	[a]	[η]
	град	град	м/с	мм	мм	мкм
1	30	80	50	4,5	0,45	580
2	0	80	50	4,5	0,45	190
3	30	60	50	4,5	0,45	700
4	0	60	50	4,5	0,45	220
5	30	80	20	4,5	0,45	480
6	0	80	20	4,5	0,45	107
7	30	60	20	4,5	0,45	570
8	0	60	20	4,5	0,45	119
9	30	80	50	1,5	0,45	440
10	0	80	50	1,5	0,45	120
11	30	60	50	1,5	0,45	530
12	0	60	50	1,5	0,45	115
13	30	80	20	1,5	0,45	440
14	0	80	20	1,5	0,45	129
15	30	60	20	1,5	0,45	500
16	0	60	20	1,5	0,45	103
17	30	80	50	4,5	0,05	330
18	0	80	50	4,5	0,05	142
19	30	60	50	4,5	0,05	473
20	0	60	50	4,5	0,05	193
21	30	80	20	4,5	0,05	285
22	0	80	20	4,5	0,05	112
23	30	60	20	4,5	0,05	370
24	0	60	20	4,5	0,05	127
25	30	80	50	1,5	0,05	285
26	0	80	50	1,5	0,05	152
27	30	60	50	1,5	0,05	372
28	0	60	50	1,5	0,05	169
29	30	80	20	1,5	0,05	301
30	0	80	20	1,5	0,05	175
31	30	60	20	1,5	0,05	365
32	0	60	20	1,5	0,05	155
33	30	70	35	3	0,25	397
34	0	70	35	3	0,25	116
35	15	80	35	3	0,25	235
36	15	60	35	3	0,25	301
37	15	70	50	3	0,25	293
38	15	70	20	3	0,25	239
39	15	70	35	4,5	0,25	260
40	15	70	35	1,5	0,25	220
41	15	70	35	3	0,45	300
42	15	70	35	3	0,05	200

На рис. 2. представлено влияние угла наклона фрезерного ножа на величину удельного износа.

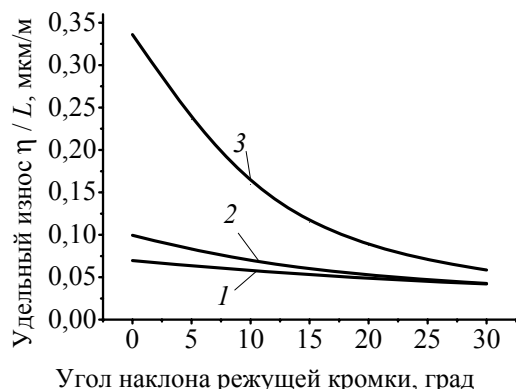


Рис. 2. Влияние угла наклона режущей кромки ω на удельный износ:

- 1 – $a = 0,45$ мм; $h = 4,5$ мм; $V = 50$ м/с; $\delta = 80^\circ$
 2 – $a = 0,25$ мм; $h = 3,0$ мм; $V = 35$ м/с; $\delta = 70^\circ$
 3 – $a = 0,05$ мм; $h = 1,5$ мм; $V = 20$ м/с; $\delta = 60^\circ$

Очевидно, что с увеличением угла наклона фрезерного ножа удельный износ уменьшается. Снижение наиболее интенсивно на нижнем уровне варьирования переменных факторов. Положительный эффект создания угла наклона, с одной стороны, обусловлен значительным увеличением пути резания до появления сколов на поверхности облицованного слоя, а с другой стороны – уменьшением величины износа режущей кромки за счет увеличения длины лезвия, участвующего в обработке.

На рис. 3. представлена зависимость удельного износа от угла резания.

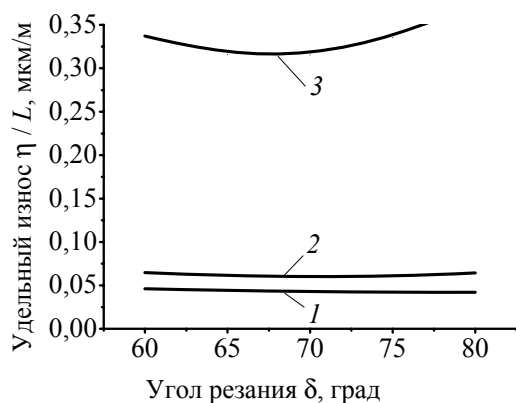


Рис. 3. Влияние угла резания δ на удельный износ:

- 1 – $a = 0,45$ мм; $h = 4,5$ мм; $V = 50$ м/с; $\omega = 30^\circ$
 2 – $a = 0,25$ мм; $h = 3,0$ мм; $V = 35$ м/с; $\omega = 15^\circ$
 3 – $a = 0,05$ мм; $h = 1,5$ мм; $V = 20$ м/с; $\omega = 0^\circ$

Теоретически удельный износ при изменении угла резания должен быть прямо пропорционален пути резания, что подтверждают графики 1

и 2, однако для кривой 3 данная зависимость нарушается, что может быть связано с особенностями работы резца в области микростружек. Толщина стружки мала, поэтому затупленным резцом слой материала сразу не срезается, а деформируется, что увеличивает трение по задней поверхности ножа и увеличивает фаску.

Зависимость удельного износа от скорости резания представлена на рис. 4.

Как видно из графика, с увеличением скорости резания удельный износ уменьшается. Это связано с тем, что с увеличением скорости резания происходит более интенсивный рост пути резания L по уравнению (2), чем увеличение фаски η по уравнению (1).

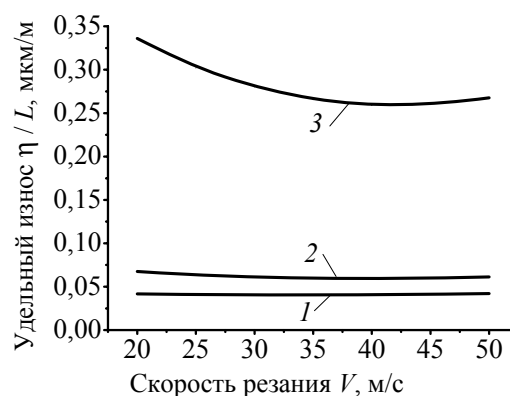


Рис. 4. Влияние скорости резания V на удельный износ:

- 1 – $a = 0,45$ мм; $h = 4,5$ мм; $\omega = 30^\circ$; $\delta = 80^\circ$
 2 – $a = 0,25$ мм; $h = 3,0$ мм; $\omega = 15^\circ$; $\delta = 70^\circ$
 3 – $a = 0,05$ мм; $h = 1,5$ мм; $\omega = 0^\circ$; $\delta = 60^\circ$

На рис. 5 представлена зависимость удельного износа от величины снимаемого слоя.

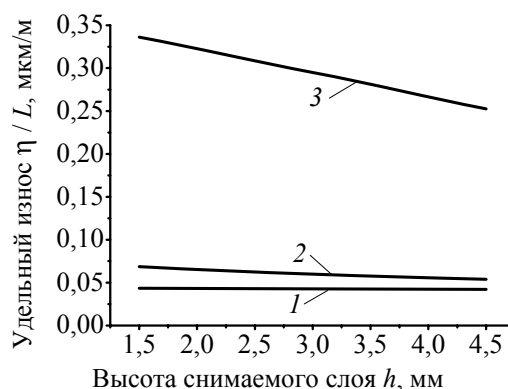


Рис. 5. Влияние толщины снимаемого слоя h на удельный износ:

- 1 – $a = 0,45$ мм; $V = 50$ м/с; $\omega = 30^\circ$; $\delta = 80^\circ$
 2 – $a = 0,25$ мм; $V = 35$ м/с; $\omega = 15^\circ$; $\delta = 70^\circ$
 3 – $a = 0,05$ мм; $V = 20$ м/с; $\omega = 0^\circ$; $\delta = 60^\circ$

Уменьшение величины удельного износа, вероятно, связано с меньшими динамическими

нагрузками на режущий элемент. При увеличении высоты снимаемого слоя происходит рост пути резания на дуге контакта. Соответственно для прохождения одного и того же пути резания режущий элемент при меньшем припуске делает большее количество врезаний в обрабатываемый материал.

Зависимость удельного износа от толщины стружки представлена на рис. 6.

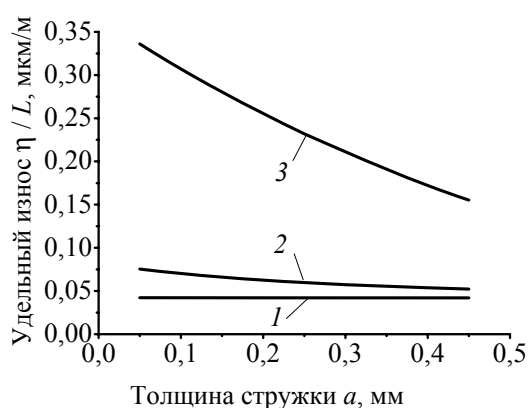


Рис. 6. Влияние толщины стружки a на удельный износ:

- 1 – $\delta = 80^\circ$; $h = 4,5$ мм; $V = 50$ м/с; $\omega = 30^\circ$
 2 – $\delta = 70^\circ$; $h = 3,0$ мм; $V = 35$ м/с; $\omega = 15^\circ$
 3 – $\delta = 60^\circ$; $h = 1,5$ мм; $V = 20$ м/с; $\omega = 0^\circ$

Снижение удельного износа связано с увеличением технологической стойкости ножей и переходом от микростружки к макростружке.

На верхнем уровне варьирования удельный износ не зависит от толщины стружки. Это связано с тем, что при данных условиях увеличение пути резания пропорционально увеличению фаски по задней поверхности резца.

Заключение. 1. Получено уравнение регрессии, математически описывающее влияние технологических факторов на величину фаски по

задней поверхности ножа. Согласно проведенным исследованиям, установлен характер влияния переменных технологических факторов на износ режущих элементов.

2. Подтверждено, что придание угла наклона режущим элементам не только увеличивает технологическую стойкость фрез, но и уменьшает удельный износ, что свидетельствует о целесообразности применения данного технологического приема.

Литература

1. Цуканов, Ю. А. Обработка резанием древесностружечных плит / Ю. А. Цуканов, В. В. Амалицкий. – М.: Лесная пром-сть, 1966. – 95 с.
2. Гришкевич, А. А. Разработка режимов резания, конструктивных и геометрических параметров инструмента при фрезеровании кромок древесностружечных плит: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05 / А. А. Гришкевич. – Минск, 1998. – 176 л.
3. Клубков, А. П. Критерии затупления дереворежущего инструмента при фрезеровании древесины и древесных материалов / А. П. Клубков, Б. В. Войтеховский // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С 222–224.
4. Войтеховский, Б. В. Исследование стойкости фрезерного инструмента с наклонными резцами при обработке боковых поверхностей ламинированных ДСтП / Б. В. Войтеховский, С. А. Гриневич, В. Т. Лукаш // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С 225–229.
5. Гриневич, С. А. Исследование технологической стойкости при фрезеровании ламинированных древесностружечных плит наклонными резцами / С. А. Гриневич, Б. В. Войтеховский // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 284–288.

Поступила 15.03.2011