

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ПРИ ЭЛЕМЕНТАРНОМ РЕЗАНИИ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ СРЕДНЕЙ ПЛОТНОСТИ (МДФ)

Definition of factor of friction at elementary cutting wood-fiber plates of average density. On the basis of the lead analysis are drawn conclusions on character of the processes occurring at elementary cutting and dependence of the resulted factor of friction from a forward corner.

Введение. Повышение надежности и долговечности станков и инструментов – главная проблема современного машиностроения. При проектировании и эксплуатации дереворежущего инструмента не всегда используются наиболее эффективные средства снижения износа, учитывающие конкретные условия работы.

При трении происходят большие изменения приповерхностного объема материала, соприкасающихся подвижных сопряжений. Изучение комплекса явлений, происходящих при трении, их количественных характеристик составляет предмет многих исследований при резании древесины.

Здесь необходимо отметить, что средний коэффициент трения, рассчитанный по закону Амонтона, при резании только условно может считаться коэффициентом трения скольжения. По закону Амонтона он является константой контактирующих пар, зависящей от природы и состояния поверхностей трущихся тел. В то же время при резании древесины пара «обрабатываемый – инструментальный материал» сильно реагирует на изменение условий резания: толщины снимаемого слоя, скорости резания, переднего и заднего углов резания, увеличиваясь или уменьшаясь при изменении указанных факторов в широких пределах.

Эксперименты [1] показывают, что основные характеристики процесса значительно влияют на коэффициент трения между обрабатываемым материалом и режущим инструментом.

1. Графический анализ сил, действующих в процессе элементарного резания. Анализ процесса резания полезно начинать с процесса элементарного резания, так как любой процесс сложного резания можно разложить на элементарные составляющие. На рис. 1 приведена схема действия сил в процессе элементарного резания. Когда режущий инструмент движется в теле заготовки в направлении резания, то на переднюю поверхность резца действует сила резания R , которая является равнодействующей нормальной силы N и силы трения F . Реакция R воздействует на обрабатываемый материал и является той силой, которая деформирует и разрушает его. Равнодействующую силу R (рис. 2) можно разложить на две составляющие: P_x и P_y . Составляющая P_x – сила, действующая в направлении движения режущего инструмента. Она определяет количество работы, необходимое для того, чтобы

переместить режущий инструмент на заданное расстояние. Сила P_y не производит работы.

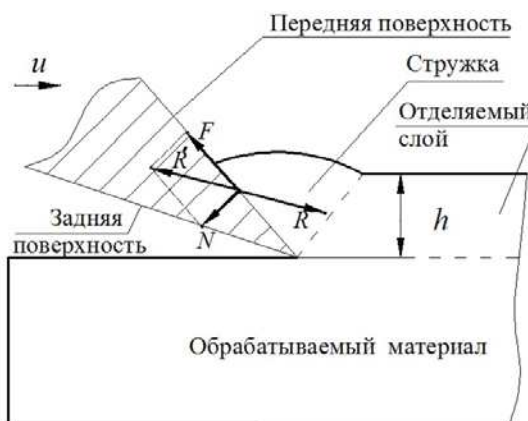


Рис. 1. Схема сил в процессе элементарного резания

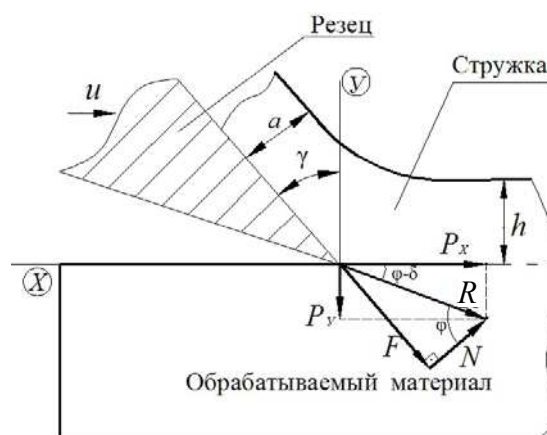


Рис. 2. Схема расчета составляющих усилий резания

Обе составляющие вызывают сжатие материала в процессе обработки. При взаимодействии передней поверхности инструмента с отделяемым слоем возникают силы N и F , воздействующие на стружку. Сила N – нормальная. Сила F представляет собой силу сопротивления трению, которое встречает стружка при скольжении по передней поверхности резца.

$$F = \mu \cdot N.$$

Отношение $(F/N) = \mu$ – есть коэффициент трения между стружкой и резцом.

Необходимо выразить значения N и F через P_x и P_y . Для этого рассмотрим систему векторов сил, образующих замкнутый силовой мно-

гоугольник (рис. 3). Выберем систему координатных осей $N - F$, совпадающих с направлением векторов сил N и F . Из построения находим

$$F = P_{xV} \sin \gamma + P \cdot \cos \gamma ; \quad (1)$$

$$N = P_{xV} \cos \gamma - P \cdot \sin \gamma . \quad (2)$$

$$\text{Отношение } \mu = \frac{F}{N} = \operatorname{tg} \varphi , \quad (3)$$

где γ – передний угол реза; φ – угол трения; $\varphi - \gamma$ – угол, определяющий направление равнодействующей сил резания относительно направления движения реза. Возьмем отношение сил по формулам (1), (2):

$$\mu = \frac{P_x \cdot \sin \gamma + P_y \cdot \cos \gamma}{P_x \cdot \cos \gamma - P_y \cdot \sin \gamma} = \frac{\sin \gamma + m \cdot \cos \gamma}{\cos \gamma - m \cdot \sin \gamma} . \quad (4)$$

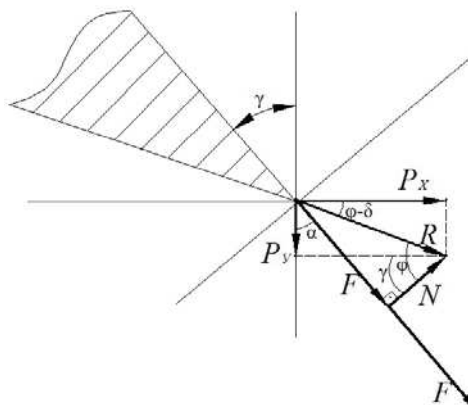


Рис. 3. Расчетная схема

В формуле (4) соотношение P_y / P_x обозначено m . Для определения коэффициента трения расчетным методом необходимо иметь опытные значения этих сил.

2. Определение коэффициента трения при резании плит МДФ. Процесс элементарного резания является основным, имеющим место при сложных видах резания. Для элементарного резания разработаны теоретические основы, что позволяет сравнивать резание плит МДФ с другими древесными материалами.

Для организации исследований был принят однофакторный (классический) эксперимент. Он позволяет вскрыть динамику и установить закономерности процесса.

Ширина обработки соответствовала ширине плит МДФ ($16 \pm 0,3$ мм). Для проведения экспериментальных исследований использовались фрезерные ножи, имеющие следующие характеристики. Ширина режущей кромки – 30 мм, угол заострения режущей кромки $\beta = 40^\circ$. Пластина ножа – сталь 8Х6НФТ по ГОСТ 5950–73. Отобранные для исследования ножи имели первоначальный радиус округления главной режущей кромки в пределах $\rho = 7$ мкм – острый резец. Радиус измерялся на электронном сканирующем микроскопе JSM-5610LV.

Для проведения экспериментов был использован лабораторный стенд для исследования элементарного резания, имеющийся на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ. В состав стенда входят: оптикодинамометрическое устройство для изучения прямолинейного резания (табл. 1), тензометрический усилитель с блоком питания и реостатом, приборный щит. Физико-механические свойства плит, использованных в опытах, указаны в табл. 2. После проведенной математической обработки полученные результаты сведены в табл. 3.

3. Сравнительный анализ коэффициентов трения при элементарном резании МДФ и древесины сосны. Проводившиеся на кафедре деревообрабатывающих станков опыты по элементарному резанию древесины сосны можно использовать в качестве базы для анализа и сравнения с результатами, полученными на плите МДФ. В качестве экспериментальной установки применялся плоскошлифовальный станок по металлу 3Г71. Скорость подачи в пределах $v_s = 5-20$ м/мин. Для регистрации усилий резания применялся двухкомпонентный динамометр. Сигналы усиливались и подавались на шлейф осциллографа. В качестве режущего инструмента применялась фреза с изменяемыми углами резания. Материал реза – быстрорежущая сталь Р6М5. Заточка проводилась на универсально-заточном станке 3В642 кругами из эльбора. Шероховатость граней 4–8 мкм, начальный радиус заострения $\rho_0 = 5-8$ мкм. Полученные данные после обработки представлены на рис. 4

Таблица 1

Техническая характеристика экспериментальной установки

Наименование показателей	Величина	Примечание
1. Размеры исследуемого материала, мм длина наибольшая толщина наибольшая	60 20	
2. Скорость подачи, м / мин	До 0,6	Бесступенчат. регулирование
3. Диапазон регулирования угла резания, град	30–90	
4. Мощность привода механизма подачи, Вт	74	
5. Высота снимаемого припуска, мм	0,1–0,5	

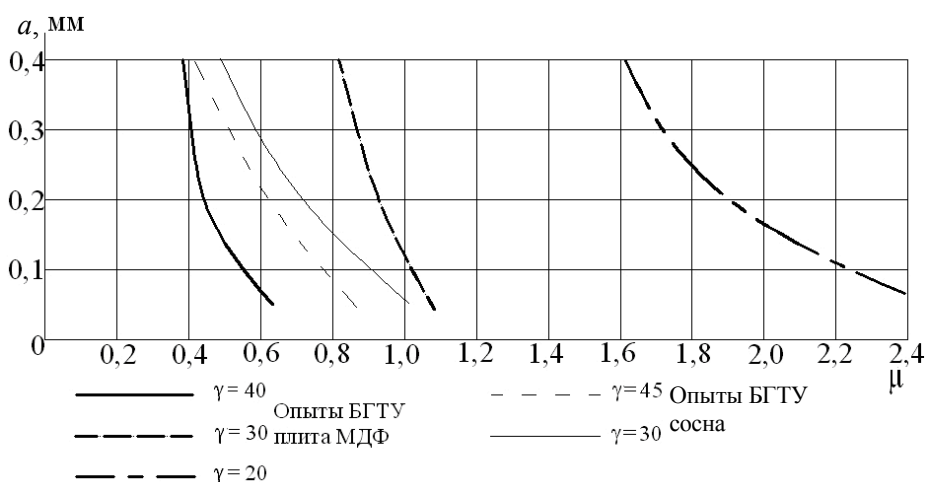
Физико-механические свойства образцов плиты МДФ

Наименование показателя	Вид деформирования		
	Растяжение	Сжатие	Изгиб
Предел прочности, МПа	9,53	25,6	37,1
Модуль упругости, ГПа	4,9	4,5	–

Таблица 3

Результаты экспериментальных исследований

Передний угол γ , град	Толщина стружки a , мм	Сила P_x	Сила P_y	Коэф. трения μ
40	0,1	20,2	– 4,0	0,55
	0,2	37,0	– 10,3	0,45
	0,3	45,4	– 14,5	0,41
	0,4	53,8	– 18,8	0,38
30	0,1	19,1	– 0,8	1,09
	0,2	61,0	– 7,3	0,94
	0,3	74,4	– 11,9	0,87
	0,4	155,0	– 29,4	0,82
20	0,1	25,4	3,0	2,32
	0,2	34,0	1,3	1,89
	0,3	72,8	0	1,73
	0,4	86,8	– 2,6	1,61

Рис. 4. Зависимость коэффициента трения μ от толщины стружки для различных режимов обработки

Как показано на графиках (рис. 4), снижение переднего угла резания при обработке МДФ ведет к увеличению вертикальной составляющей силы резания в большей степени, чем горизонтальной, такой же эффект наблюдается и при обработке древесины. Увеличение толщины стружки ведет к обратной зависимости.

4. Заключение. На основании проведенных экспериментальных исследований и последующего сравнительного анализа можно сделать выводы: при остром резце преобладают процессы пластично-упругой деформации слоя древесины, подминаемой под резец, поэтому приведенный коэффициент трения определяет-

ся в основном силами этих процессов и имеет аномальное значение больше 1. При большом угле резания γ увеличивается площадь износа по задней поверхности резца. Значения приведенного коэффициента трения определяются силами трения по площадке износа, и коэффициент становится меньше 1.

Литература

1. Чуприн, В. И. Исследования влияния затупления резца на силы открытого резания древесины: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.421 / В. И. Чуприн; Белорус. технол. ин-т им. С. М. Кирова. – Минск, 1970. – 32 с.