

Аникеенко А. Ф., Гришкевич А. А. (БГТУ, г. Минск, РБ)

dosy@bstu.unibel.by

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

RESEARCH OF WOOD PROCESSING AND WOOD MATERIALS OF A MILLING METHOD

Введение

Одним из основных условий повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции с минимальными энергозатратами в деревообрабатывающей промышленности является разработка и внедрение оптимальных режимов резания. Для этого разработаны расчётные методы, позволяющие устанавливать режимы фрезерования древесины. Однако, при изготовлении корпусной, мягкой и других видов изделий мебели широко используются древесноволокнистые плиты средней плотности. Расчёта, позволяющего получить рациональные режимы фрезерования кромок указанных древесных материалов, до настоящего времени не имеется. Некоторые производители деревообрабатывающего оборудования и инструмента дают свои рекомендации по режимам фрезерования МДФ, но они предлагаются в довольно широких диапазонах и не учитывают специфику материала.

Методическая часть

Целью исследований является определение влияния основных технологических параметров на силовые характеристики процесса фрезерования при обработке древесины и древесных плитных материалов. В таблице 1 представлена методическая сетка опытов, где h -высота припуска, D -диаметр фрезы, e -толщина стружки, L -длина заготовки, Z -число зубьев, V -скорость резания, U_z -подача на зуб, u -подача, n -частота вращения шпинделя, N -потребляемая мощность

При проведении исследований особый интерес представляют:

- а) влияние скорости резания на потерю режущей способности инструмента;
- б) изменение мощности от пути резания;
- в) влияние толщины стружки на потребляемую мощность.

Для определения области исследований были проведены предварительные эксперименты. Критерием потери режущей способности инструмента был установлен качественный показатель: появление сколов на поверхности облицованной плиты.

Для фундаментальных исследований, как правило, используется классическая методика – однофакторное планирование [1]. Планы, рекомендуемые для исследования процессов резания древесины, рассматриваются в трудах А.А. Пижурин [2].

При разработке экспериментальной установки учтены следующие требования:

- а) возможность осуществления производственных режимов резания;
- б) надежность и безопасность установки, жесткость ее узлов и наименьшая инерционность системы, регистрирующей усилие.

Таблица 1 – Методическая сетка опытов

h	D	e	V	Uz	u	n	N (кВт)		
2	125	0,2	10	1,581	2,42	1527,9	0,011781		
			20		4,83	3055,8	0,030601		
			30		7,25	4583,7	0,046176		
			40		9,66	6111,5	0,062029		
			50		12,1	7639,4	0,07365		
		0,3	10	2,372	3,62	1527,9	0,019456		
			20		7,25	3055,8	0,038385		
			30		10,9	4583,7	0,053816		
			40		14,5	6111,5	0,070078		
			50		18,1	7639,4	0,083131		
		0,4	10	3,162	4,83	1527,9	0,025592		
			20		9,66	3055,8	0,04542		
			30		14,5	4583,7	0,048439		
			40		19,3	6111,5	0,079899		
			50		24,2	7639,4	0,073794		
		0,5	10	3,953	6,04	1527,9	0,022161		
			20		12,1	3055,8	0,040522		
			30		18,1	4583,7	0,056335		
			40		24,2	6111,5	0,098439		
			50		30,2	7639,4	0,07748		
		0,6	10	4,743	7,25	1527,9	0,029517		
			20		14,5	3055,8	0,056421		
			30		21,7	4583,7	0,057888		
			40		29	6111,5	0,07509		
			50		36,2	7639,4	0,108198		
		4	125	0,2	10	0,04	1,70	1527,9	0,019298
					20		3,41	3055,8	0,048091
					30		5,12	4583,7	0,064218
					40		6,83	6111,5	0,091004
					50		8,54	7639,4	0,112197
0,3	10			0,048	2,56	1527,9	0,028967		
	20				5,12	3055,8	0,0582		
	30				7,68	4583,7	0,062476		
	40				10,24	6111,5	0,104608		
	50				12,81	7639,4	0,133187		
0,4	10			0,056	3,41	1527,9	0,032393		
	20				6,83	3055,8	0,065869		
	30				10,24	4583,7	0,098523		
	40				13,66	6111,5	0,117879		
	50				17,08	7639,4	0,154251		
0,5	10			0,063	4,27	1527,9	0,038195		
	20				8,54	3055,8	0,073168		
	30				12,81	4583,7	0,101051		
	40				17,08	6111,5	0,149761		
	50				21,35	7639,4	0,168268		
0,6	10			0,069	5,12	1527,9	0,046892		
	20				10,24	3055,8	0,076904		
	30				15,37	4583,7	0,1061		
	40				20,49	6111,5	0,157085		
	50				25,62	7639,4	0,189285		

Экспериментальная установка, создана на базе обрабатывающего центра Rover B4.35 (рис. 1) с числовым программным управлением (ЧПУ) (производства фирмы «BIESSE»).

Базовая машина является серийной, что позволяет воспроизвести промышленные режимы резания в широком диапазоне переменных факторов различными инструментами.

Принцип работы установки (рис. 1) следующий: двигатель мощностью 7,5 кВт управляется посредством преобразователя. Commander SE запараметризован выдавать на сервисные каналы текущую мощность на валу двигателя. Сигнал поступает на аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) и после преобразования записывается персональным компьютером. Данные, поступающие в компьютер, регистрируются специальной программой а затем анализируются в специализированных программах типа MathCad, Mathematica, Excell, которые строят графические и математические зависимости получаемых данных.

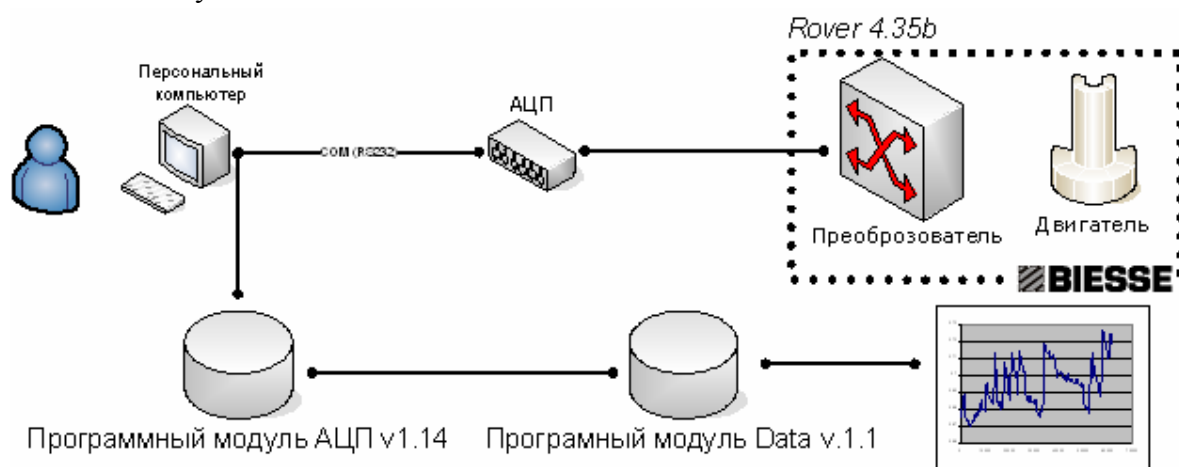


Рисунок 1 – Блок-схема экспериментальной установки

На экспериментальной установке выполняется обработка материала, как показано на рис. 2.

Уникальность установки заключается в том, что она позволяет регистрировать мощность в процессе обработки на протяжении всего периода, т. е. от начала работы острым резцом до конечного износа инструмента. Кроме этого, разработанное программное обеспечение позволяет в автоматическом режиме регистрировать холостой и рабочий ход инструмента, при этом программа четко разделяет и дает возможность записывать их по отдельности или вместе. Тем самым получаемый график представляет собой непрерывную кривую всего процесса, из которого исключен холостой ход инструмента.

При проведении эксперимента используются новые одинаковые пластинки из твердого сплава, однородность и идентичность данных пластинок подтверждается предварительным сравнением их параметров под микроскопом с большим увеличением (рис. 3).

Каждый из проводимых экспериментов проходит многократное повторение, тем самым исключается возможность влияния случайных факторов на получаемые результаты.

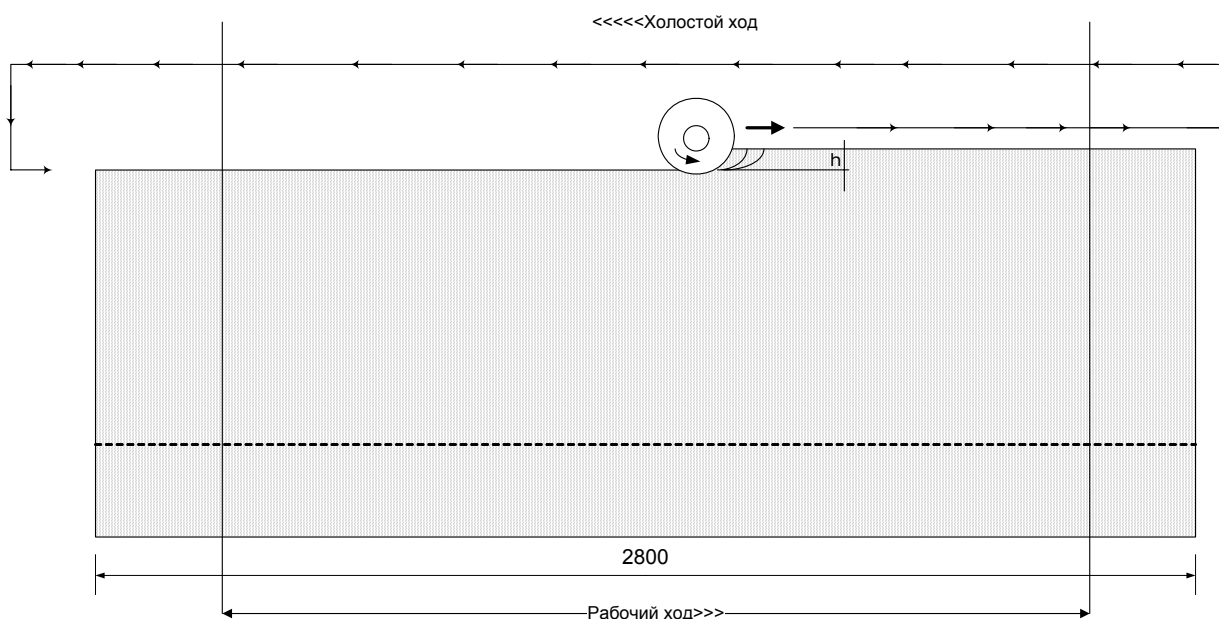


Рисунок 2 – Схема обработки материала

Обрабатываемый материал подготавливается следующим образом: вырезаются заготовки одинаковой длины и ширины из материала одной партии, тем самым, приближая к однородности физико-механические характеристики. Как правило, обрабатываемый материал имеет неоднородную структуру (рис. 4), но при этом плотность в среднем остается одинаковой.

Технические характеристики станка, на базе которого создана установка, позволяют с высокой точностью воспроизводить заданные режимы. Поэтому эксперимент проводился классическим методом и имел множество повторений. Переменные факторы, такие, как скорость подачи, частота вращения инструмента, припуск на обработку, изменялись в широких пределах с минимальным шагом. Такая методика дала возможность исследовать широкие диапазоны режимов фрезерования.

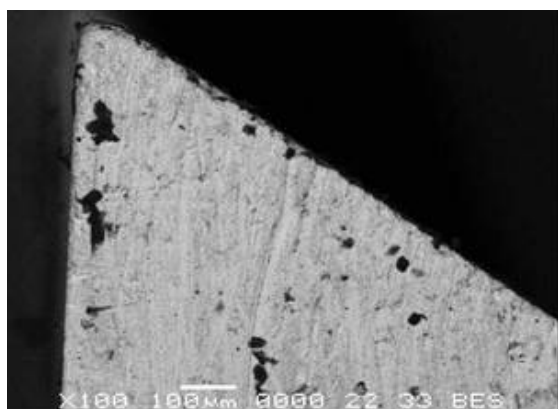


Рисунок 3 – Макрофотография реза

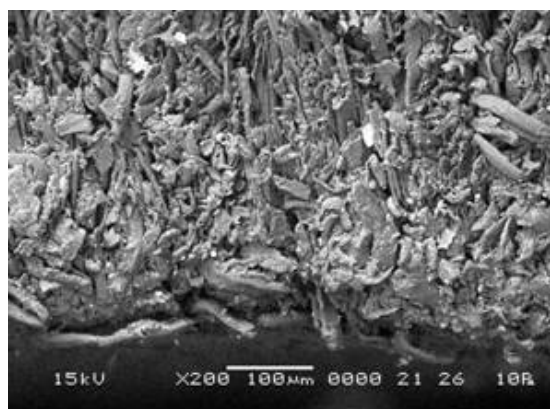


Рисунок 4 – Макрофотография материала

Экспериментальная часть

Данные, полученные в результате многократного повторения эксперимента, усреднялись и проходили статистическую обработку. По полученным результатам строились графические зависимости (рис. 5).

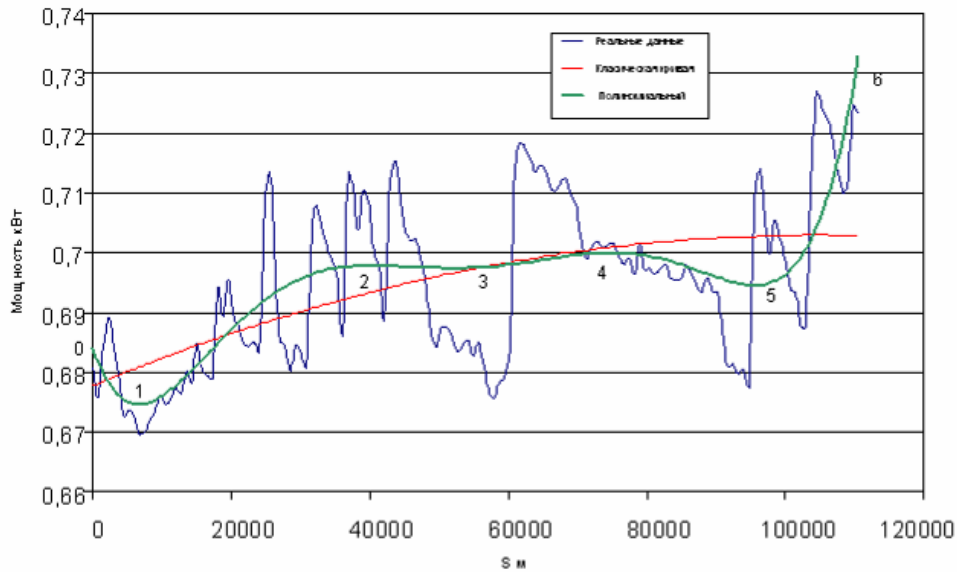


Рисунок 5 – График зависимости влияния пути контакта на потребляемую мощность при $h = 2$ мм, $D = 125$ мм, $U = 12,6$ м/с, $n = 8000$ мин⁻¹

Анализ полученных данных показывает, что кривая износа и роста мощности отличается от классической. Наблюдается рост и падение мощности в процессе обработки.

При проведении анализа полиномиальной кривой следует обратить внимание на участок 0-1, где мощность на резание уменьшается с увеличением пути резания. Это объясняется приработочным износом задней грани резца, угол заострения которого первоначально был равен $\beta_1 = 75^\circ$ (рис 6).

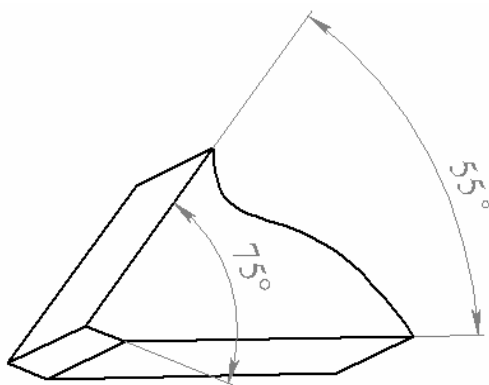


Рисунок 6 – Схема кромки резца, где $\beta_1 = 75^\circ$, $\beta_2 = 55^\circ$

На участке 1-2 рост мощности объясняется механическим диспергированием лезвия резца с увеличением радиуса округления (рис 7). Участок 2-3 характеризуется падением мощности, что объясняется уменьшением угла β_2 в результате износа передней и задней граней (рис 8).

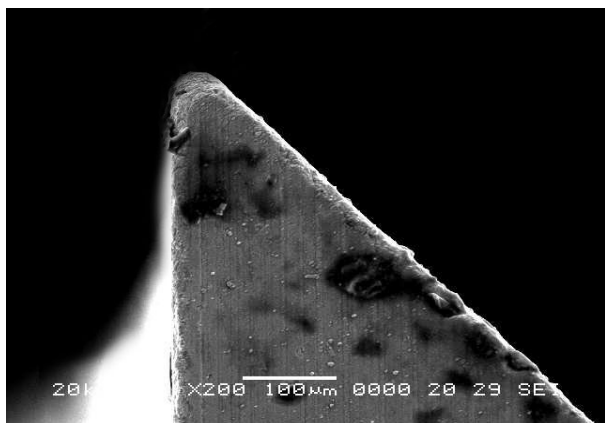


Рисунок 7 – Увеличение радиуса закругления

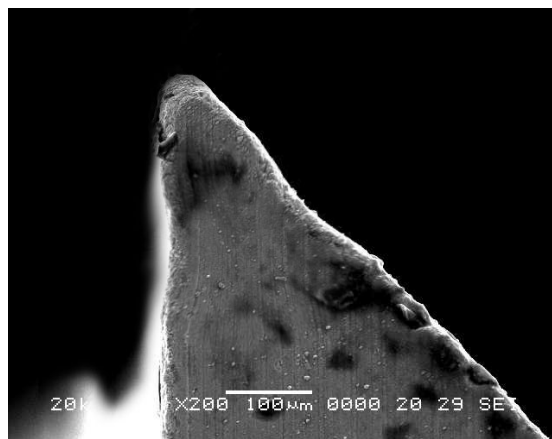


Рисунок 8 – Образование лунок на передней и задней грани резца

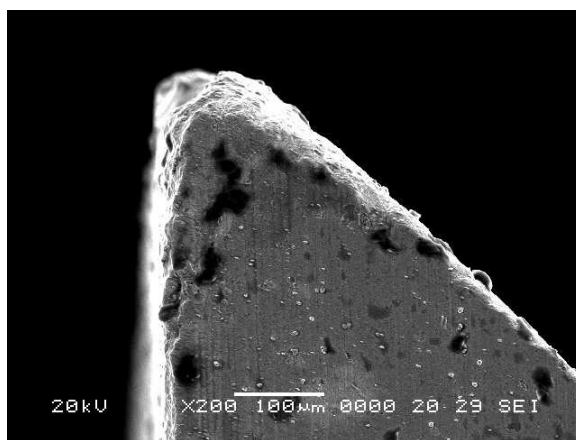


Рисунок 9 – Повышенный износ режущей кромки

Рост мощности на участке 3-4 характеризуется повышенным износом лезвия рис.9. Участок 4-5 объясняется теми же процессами, что и на участке 2-3. Кривая на участке 5-6 характеризуется потерей режущей способности резца по критерию качества обработки (сколы на пласти обрабатываемого материала) и резким увеличением потребляемой мощности, а так же интенсивным износом поверхностей резца.

Выводы

1. Предлагаемая методика позволяет проводить эксперимент в промышленных диапазонах эксплуатации оборудования.
2. Непрерывность эксперимента дает возможность получать реальную информацию исследуемого процесса.
3. Анализ получаемых данных позволяет с высокой достоверностью делать выводы об эффективности тех или иных режимов.
4. Полученные данные показывают циклическое изменение мощности от длины дуги контакта.

Библиографический список

1. Любченко В. И. Резание древесины и древесных материалов, – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – С. 282.
2. Пижурин А. А. Моделирование и оптимизация процессов деревообработки.– М.: МГУЛ, 2004. –375 с.