

А. Ф. Аникеенко, ассистент; А. А. Гришкевич, канд. техн. наук

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПО ФРЕЗЕРОВАНИЮ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
НА ОБРАБАТЫВАЮЩЕМ ЦЕНТРЕ  
С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ROVER B 4.35**

In article the description of experimental installation on the basis of woodworking machine tool with numerical program management Rover 4.35 b. For research of processes of milling and wood materials. Feature of installation are the original feeder and the milling head, allowing to remove parameters of cutting directly from a cutter. Converters of frequency that allows to change in a wide range both submission, and speed of cutting are applied to drives of the mechanism of cutting and submission.

**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 расчетные методы, позволяющие устанавливать режимы фрезерования древесины. Однако при изготовлении корпусной, мягкой и других видов изделий мебели широко используются древесноволокнистые плиты средней плотности. Расчетного комплекса, позволяющего получить рациональные режимы фрезерования кромок указанных древесных материалов, до настоящего времени не имеется. Некоторые производители д/о оборудования и инструмента дают свои рекомендации по режимам фрезерования МДФ, но они, к сожалению, приводятся в довольно широких диапазонах и ни коим образом не учитывают специфику материала.

**Методическая часть.** Поэтому целью исследований является определение влияния основных технологических параметров на силовые характеристики процесса фрезерования при обработке древесины и древесных плитных материалов. В таблице 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 представляет:

- влияние скорости резания на потерю режущей способности инструмента;
- изменение мощности от пути резания;
- 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].

Таблица

Методическая сетка опытов

$h$	$D$	$e$	$V$	$U_z$	$u$	$n$	$N$ , 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		

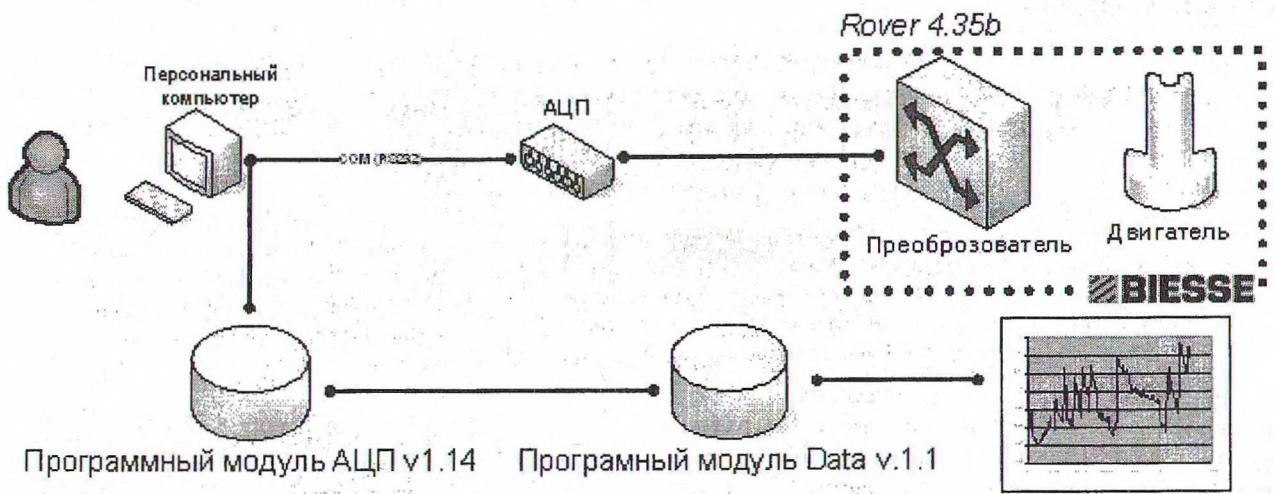


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки

Экспериментальная установка создана на базе обрабатывающего центра Rover B4.35 (рис. 1) с числовым программным управлением (ЧПУ) (произведена в Италии, фирма «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, который, в свою очередь, 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 про-

граммах типа MathCad, Mathematica, Excell, которые строят графические и математические зависимости получаемых данных.

На экспериментальной установке выполняется обработка, приведенная 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 ходы 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.

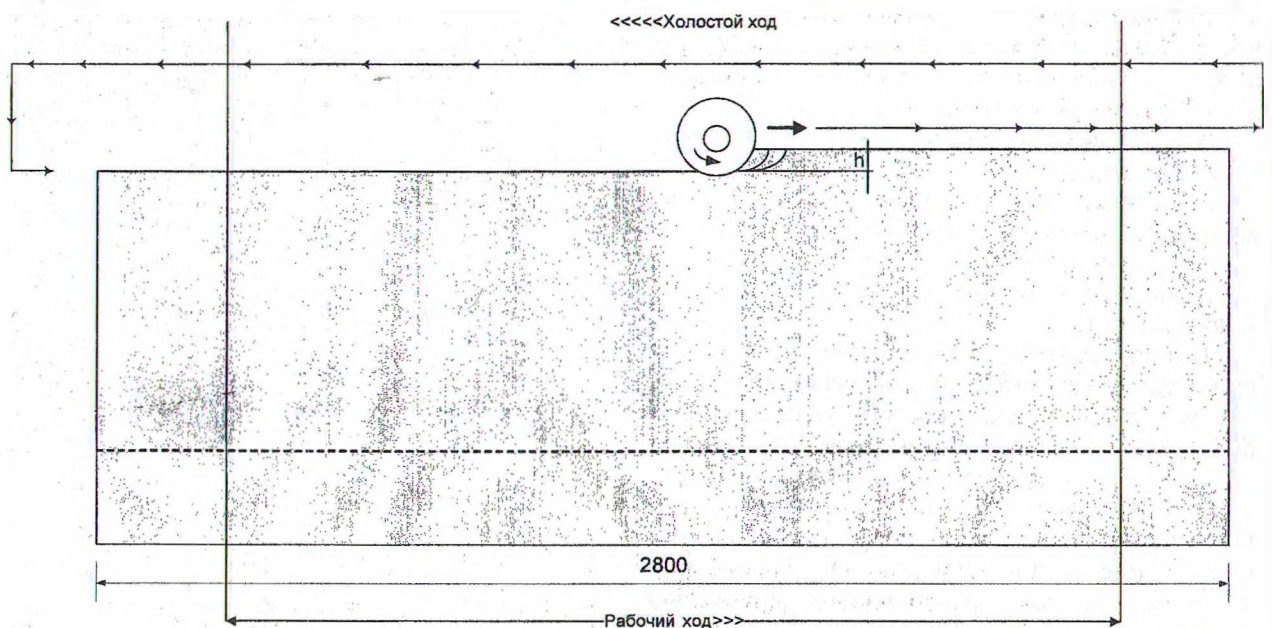


Рис. 2. Процесс обработки плитных материалов

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

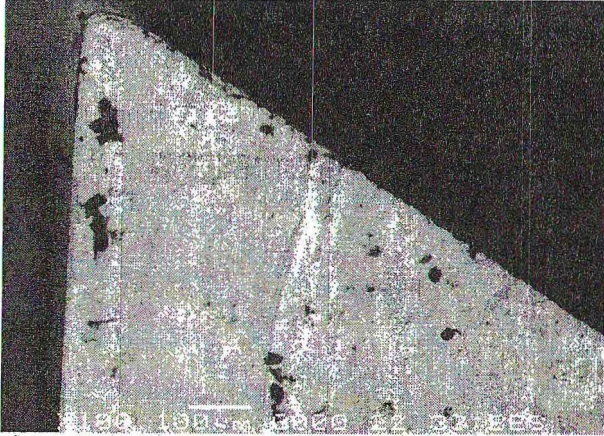


Рис. 3. Макрофотография реза

реней. Переменные факторы, такие, как скорость подачи, частота вращения инструмента, припуск на обработку, изменялись в широких пределах с минимальным шагом. Такая методика дала возможность исследовать в широких пределах все режимы фрезерования.

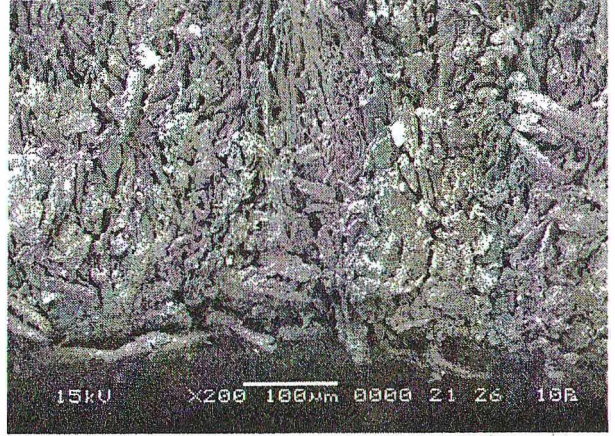


Рис. 4. Макрофотография материала

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

Обрабатываемый материал также подготавливается специальным образом: вырезаются заготовки одинаковой длины, высоты и ширины из материала одной партии т. е. с максимально одинаковыми физикомеханическими характеристиками. Зачастую обрабатываемый материал имеет неоднородную структуру (рис. 4), но при этом в среднем имеет одинаковую плотность.

Технические характеристики станка, на базе которого создана установка, позволяет с высокой точностью воспроизводить заданные режимы. Поэтому эксперимент проводился классическим методом и имел множество повто-

Экспериментальная часть. Данные полученные в результате многократного повторения эксперимента, усреднились, проходили статистическую обработку. По результатам получили графические зависимости (рис. 5).

Анализ данных показал, 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 реза, угол заострения которого первоначально был равен  $\beta_1 = 75^\circ$  (рис. 6).

На участке 1–2 рост мощности объясняется механическим диспергированием лезвия реза с увеличением радиуса округления (рис. 7).

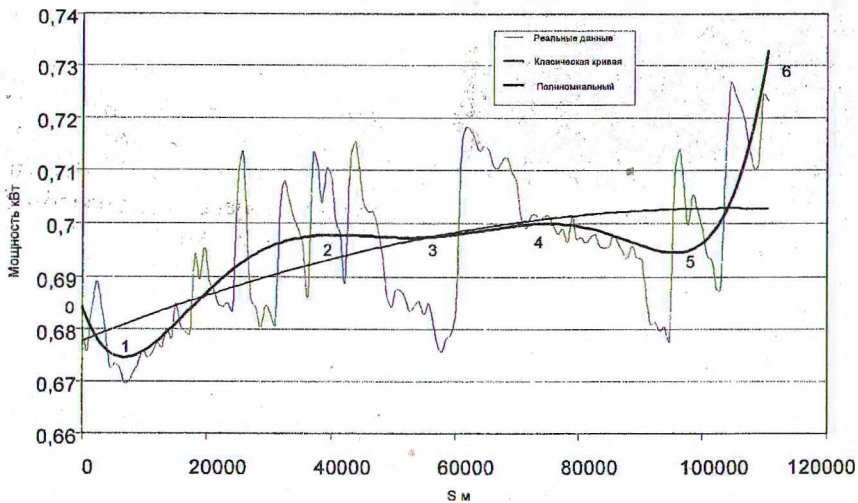


Рис. 5. График зависимости влияния дуги контакта на потребляемую мощность при  $h = 2$  мм,  $D = 125$  мм,  $U = 12,6$  м/с,  $n = 8000$  об/мин

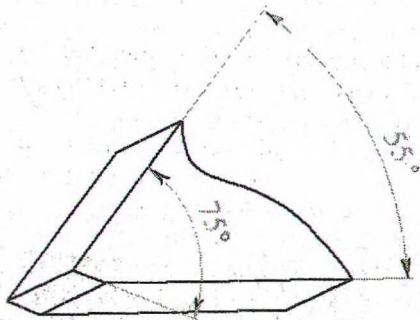


Рис. 6. Схема кромки реза, где  $\beta_1 = 75^\circ$ ,  $\beta_2 = 55^\circ$



Рис. 7. Повышенный износ режущей кромки

Участок 2–3 характеризуется падением мощности, что объясняется уменьшением угла  $\beta_2$  в результате износа передней и задней граней (рис. 8).



Рис. 8. Образование лунок на передней и задней грани реза

Рост мощности на участке 3–4 характеризуется повышенным износом лезвия рис. 9.

Участок 4–5 характеризуется теми же процессами, что и на участке 2–3.

Кривая на участке 5–6 характеризуется потерей режущей способности реза по критерию качества обработки (сколы на пласти обрабатываемого материала) и резким увеличением потребляемой мощности, а также интенсивным износом режущей кромки.

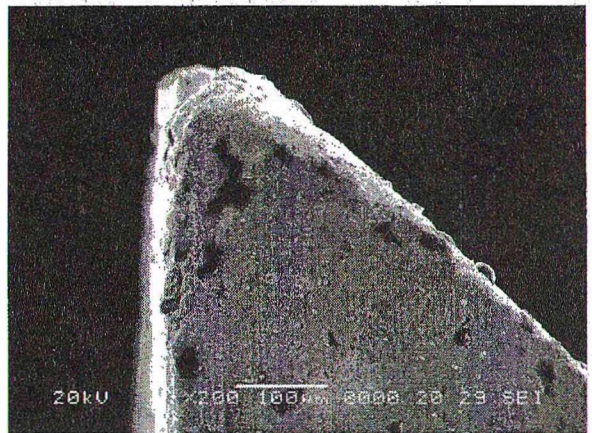


Рис. 9. Повышенный износ режущей кромки

**Выводы.** Предлагаемая методика позволяет проводить эксперимент в промышленных диапазонах эксплуатации оборудования.

1. Непрерывность эксперимента дает возможность получать реальную информацию исследуемого процесса.

2. Анализ получаемых данных позволяет с высокой достоверностью делать выводы об эффективности тех или иных режимов.

3. Полученные данные показывают циклическое изменение мощности от длины дуги контакта и не соответствуют ни одной из существующих методик определения силовых характеристик.

### Литература

1. Любченко, В. И. Резание древесины и древесных материалов / В. И. Любченко. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – С. 282.

2. Пижурин, А. А. Моделирование и оптимизация процессов деревообработки / А. А. Пижурин. – М.: МГУЛ, 2004. – 375 с.