

А. Ф. Аникеенко, аспирант; И. И. Бавбель, ст. преподаватель

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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.

Теоретические расчеты всегда являются приближенными и не учитывают всех факторов, которые влияют на переменную величину. В этом случае эксперимент проверяет и дополняет теоретические решения.

Уровень развития экспериментальных исследований и область их применения определяются, насколько совершенны технические средства измерения и оборудование.

Как правило, экспериментальное решение инженерных задач сводится к нахождению закономерностей влияния входных переменных факторов процесса на выходные показатели. Полученные закономерности позволяют оценить воздействие входных переменных, что дает возможность в дальнейшем управлять технологическим процессом, делая его оптимальным.

Математически закономерность описывается уравнением типа:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n),$$

где Y – оценочный показатель, являющийся функцией нескольких независимых входных

переменных x . В простейшем случае это может быть одна переменная.

Формулируя математическую задачу, указывают перечень переменных факторов процесса и диапазоны их изменения, постоянные факторы и оценочные показатели.

Для фундаментальных исследований, как правило, используется классическая методика – однофакторное планирование.

Планы прикладных и промышленных исследований целесообразно составлять применяя математическое планирование эксперимента [1].

Планы экспериментов, рекомендуемые для исследования процессов резания древесины и древесных материалов, рассматриваются в трудах А. А. Пижурин [2].

Для получения необходимых и достоверных данных о процессе резания нужно иметь экспериментальную установку.

Экспериментальная установка должна воспроизводить процесс резания материалов в заданных условиях и выдавать информацию о параметрах процесса в удобном для чтения виде (числовом, графическом и др.).

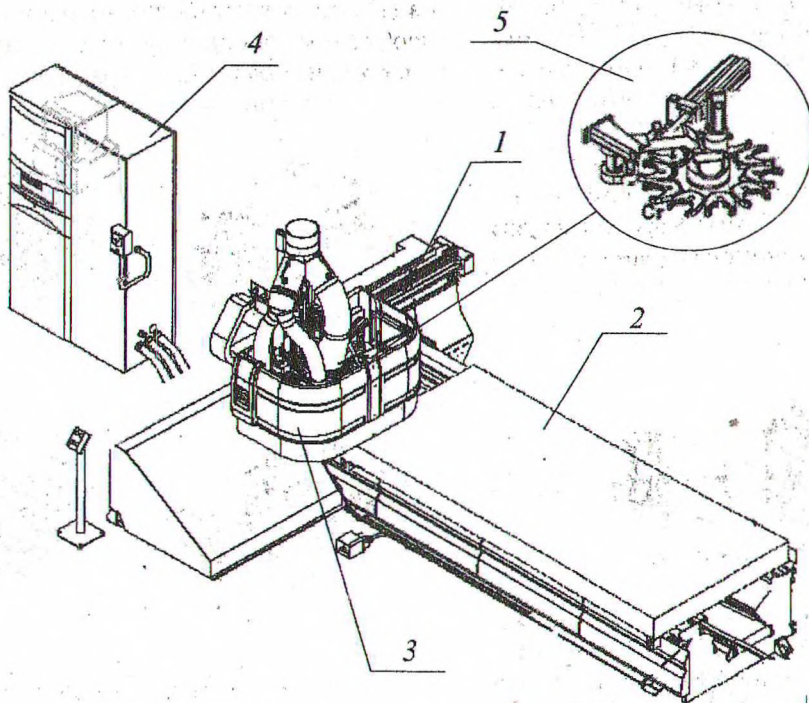


Рис. 1. Экспериментальная установка:
1 – станина; 2 – рабочий стол; 3 – оперативный блок; 4 – электрический шкаф;
5 – револьверный магазин инструментов

Экспериментальные установки для исследования процессов резания древесины и древесных материалов можно классифицировать по следующим признакам:

- а) общности исследования (универсальные и специализированные);
- б) длительности использования (постоянно действующие и разового использования);
- в) типу измерительной системы (централизованные и индивидуальные).

На кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов создана и введена в эксплуатацию экспериментальная установка для исследования мощности, сил резания, шероховатости обработанной поверхности при фрезеровании, пилении, сверлении древесины и древесных материалов.

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;
- в) простота обслуживания.

Экспериментальная установка (рис. 1) создана на базе обрабатывающего центра Rover B 4.35 с числовым программным управлением (ЧПУ) производства Италии, фирмы «BIESSE». Базовая машина является серийной, что позволяет воспроизвести промышленные режимы резания в широком диапазоне переменных факторов различными инструментами.

Станок оснащен шпинделями с зажимом ISO 30 для зажимов типа ERC 32, ERC 40 (рис. 2). Вращение шпинделей с зажимом может быть правым или левым. Шпиндели с левым вращением можно различить по пазу на внешней стороне (рис. 2, поз. 1).

Существуют зажимы, которые позволяют использовать инструменты с хвостовиком максимальным диаметром 25 мм. Каждый зажим изготовлен для определенного диаметра хвостовика.

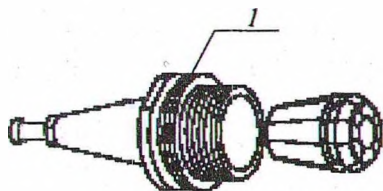


Рис. 2. Зажим ISO 30

Скорость вращения шпинделей для зажимов типа ERC 32, ERC 40 – до 24 000 мин⁻¹.

Максимальные размеры обрабатываемых материалов: $X = 3200$ мм, $Y = 1255$ мм, $Z = 150$ мм. Значение Z соответствует максимальной толщине, которой должна обладать деталь.

На экспериментальной установке выполняется обработка, приведенная на рис. 3.

На установке используется фрезерный инструмент с характеристиками, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Диаметр инструмента, мм	Масса инструмента, кг	Максимальная частота вращения, мин ⁻¹
ISO 30		
150	4	5 000÷9 000
130	4	9 000÷12 000
100	2,5	12 000÷14 000
80	2,5	14 000÷18 000
50	2	18 000÷24 000

Эти значения относятся к инструментам с качеством балансировки G.2,5 согласно нормативам ISO 1940.

Можно также использовать фрезерные инструменты с креплением к шпинделям с цилиндрическим хвостовиком. Для этого типа инструментов следует учитывать также ограничения, указанные на рис. 4.

Сверлильные инструменты, которые используются на установке, должны обладать цилиндрическим соединением диаметром 10 мм. и минимальной длиной 20 мм. Кроме того, на соединении должна присутствовать плоская часть, которая применяется для блокировки инструмента в шпинделе. Что касается диаметра (D) и выступа корпуса (L) инструментов, то необходимо соблюдать ограничения, указанные в табл. 2 и на рис. 4.

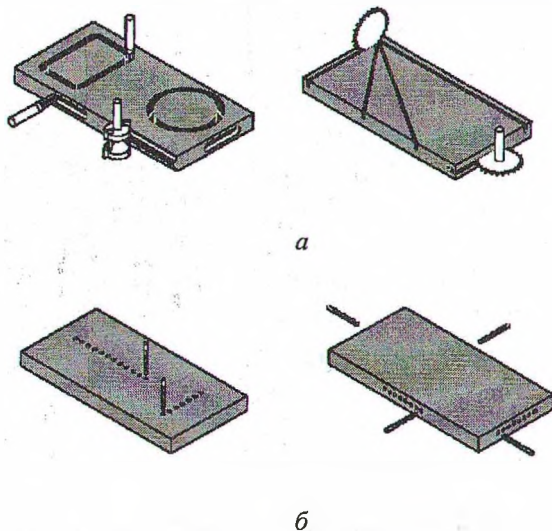


Рис. 3 Варианты обработки:
а – вертикальное и горизонтальное фрезерование и пиление; б – вертикальное и горизонтальное сверление

Таблица 2

Группа	Инструменты A, B		Инструмент C	
	D_{\max}	L_{\max}	D_{\max}	L_{\max}
Сверлильная и фрезерная	20	60	50	60

Циркулярная пила (рис. 6) устанавливается на вал и фиксируется при помощи фланца. Технические характеристики пилы указаны в табл. 3.

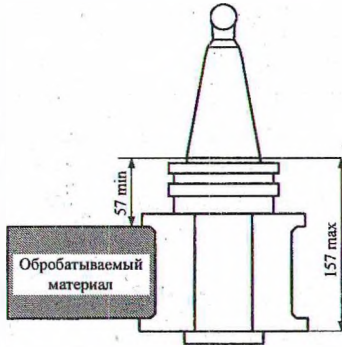


Рис. 4. Схема крепления инструмента к шпинделям с цилиндрическим хвостовиком

Блок-схему экспериментальной установки можно представить следующим образом (рис. 7).

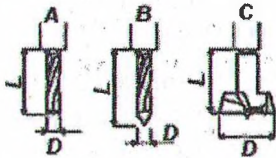


Рис. 5. Сверлильные инструменты

Таблица 3

S_b	D_i	b_i	D_{\max}	h_{\max}	b_{\max}
23	35	$2 \div 6$	120	26	4

Принцип работы установки 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.

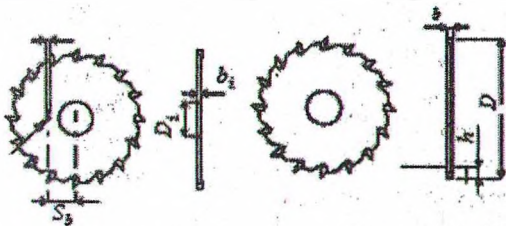


Рис. 6. Пильный инструмент

Данные, поступающие в компьютер, регистрируются специальной программой, а затем анализируются в специализированных программах типа MathCad, Mathematica, Excel, которые строят графические и математические зависимости получаемых данных.

Выводы

1. На экспериментальной установке возможно проводить исследования процесса фрезерования древесины и древесных материалов в широком диапазоне переменных факторов.



Рис. 7. Блок-схема экспериментальной установки

2. Возможность использования широкого спектра операций и инструмента позволяет проводить эксперименты различной степени сложности и направленности.

3. Установка создана на базе современного, серийно производимого станка, что позволяет исследовать режимы резания, максимально приближенные к промышленным.

4. Универсальность формата выходных данных позволяет анализировать их в любом современном математическом пакете и получать не только графические зависимости, но и математическое описание данных.

Литература

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.