

УДК 674.05:621.914

С. А. Гриневич, Г. В. Алифировец

Белорусский государственный технологический университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ФРЕЗЕРОВАНИЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

В данной статье приведена конструкция экспериментальной установки на базе одностороннего шипорезного станка ШО16-4, разработанная на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов. Установка предназначена для изучения полужакрытого и закрытого процесса попутного фрезерования древесины.

Экспериментальная установка позволяет воспроизвести условия промышленной обработки древесины на профилирующих узлах линий агрегатной переработки и получить выходные параметры процесса резания в удобном виде. Особенностью конструкции является жесткая фиксация универсального динамометра на шипорезной каретке станка. Скорость подачи каретки может плавно изменяться от 2,5 до 15,0 м/мин, а за счет смены ведущей звездочки этот диапазон может быть еще увеличен. Гидросистема станка обеспечивает надежную подачу и демпфирует ударные нагрузки, возникающие при врезании ножа фрезы в древесину. Образец обрабатываемого материала крепится в универсальном динамометре и вместе с кареткой подается на вращающийся инструмент. В работе экспериментальной установки задействован только пятый проушечный шпиндель, направление вращения которого реверсировано. Для плавного регулирования частоты вращения режущего инструмента электродвигатель привода резания подключен через частотный преобразователь. Для определения величины силы взаимодействия инструмента и древесины в процессе резания аналоговый выход универсального динамометра подключен к измерительной системе EX-UT10, где он регистрируется и обрабатывается, а затем уже оцифрованный сигнал передается с высокой точностью на персональный компьютер.

Ключевые слова: экспериментальная установка, фрезерование, щепа, сила, мощность, измерительная система.

S. A. Grinevich, G. V. Alifirovets

Belarusian State Technological University

EXPERIMENTAL FACILITY TO STUDY THE MILLING PROCESS WITH PRODUCTION OF TECHNOLOGICAL CHIPS

This article describes the design of an experimental facility based on unilateral tenoner ШО16-4, developed at the Department of woodworking machines and tools. The unit is designed to study the semi-closed and closed process of passing milling of wood.

The experimental setup allows to reproduce the conditions of industrial wood processing on the profiling units of the aggregate processing lines and to obtain the output parameters of the cutting process in a convenient form. A special feature of the design is a rigid fixation of the universal dynamometer on the machine spiked carriage. The feed rate of the carriage can vary smoothly from 2.5 to 15 meters per minute, and by changing the drive sprocket, this range can be further increased. The hydraulic system of the machine provides a reliable supply and damps the shock loads that occur when the cutter knife is inserted into the wood. The sample of the processed material is fixed in a universal dynamometer and together with the carriage is fed to the rotating tool. In the experimental setup involved only the fifth spindle, the direction of rotation of which is reversed. For smooth speed control of the cutting tool, the cutting drive motor is connected via a frequency converter. To determine the value of the force of interaction between the tool and wood in the cutting process, the analog output of the universal dynamometer is connected to the measuring system EX-UT10, where it is recorded and processed, and then the digitized signal is transmitted with high accuracy to a personal computer.

Key words: experimental facility, milling, chips, force, power, measuring system.

Введение. Эффективная переработка круглых лесоматериалов на современных деревообрабатывающих предприятиях как в нашей республике, так и за рубежом осуществляется с использованием линии агрегатной переработки древесины. Как правило, в технологический

процесс переработки сырья на данном оборудовании входит операция профилирования. Профилирование представляет собой процесс механической обработки двух или четырехкантных брусьев цилиндрическими фрезами с целью придания им ступенчатой формы, упро-

щающей процесс дальнейшей переработки. Последующая распиловка ступенчатого бруса позволяет получить обрезные материалы без применения специализированного оборудования [1]. Удаляемая фрезами часть древесины перерабатывается в технологическую щепу и может быть использована в целлюлозно-бумажной промышленности, производстве плит и других отраслях народного хозяйства [2, 3]. По сравнению с другими технологиями переработки лесоматериалов данная технология имеет ряд преимуществ:

- отпадает необходимость в применении обрезных круглопильных станков;
- упрощается система коммуникации (так как транспортировать щепу проще, чем рейки);
- уменьшается общая длина технологической линии и соответственно снижаются производственные площади;
- нет необходимости в применении массивных фундаментов.

Для изучения процесса фрезерования древесины профилирующими агрегатами на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ была разработана экспериментальная установка на базе одностороннего шипорезного станка модели ШО16-4 [5].

Основная часть. Целью работы является разработка конструкции экспериментальной установки для изучения процесса фрезерования древесины профилирующими агрегатами фрезерно-брусующих станков на базе одностороннего шипорезного станка ШО16-4.

Экспериментальная установка на базе шипорезного одностороннего станка ШО16-4 предназначена для проведения исследований по определению касательной составляющей силы резания при процессе полузакрытого и закрытого фрезерования.

На рис. 1 представлен общий вид экспериментальной установки.

Экспериментальная установка представляет собой четырехшпиндельную модель с пильной, прорезной и двумя вертикальными прорезными режущими головками. Первой по ходу подачи материала расположена пильная головка, за ней шипорезные и прорезная головка, которая может быть использована для набора крючьев фрез или другого инструмента. Шпинделями режущих головок являются удлиненные концы валов электродвигателей, каждый из которых смонтирован на отдельном суппорте. Пильный, верхний шипорезный и прорезной суппорты оборудованы механизмами, обеспечивающими вертикальное и горизонтальное перемещение, и смонтированы на колонке станка. Нижний шипорезный суппорт

имеет только вертикальное перемещение и установлен на опорной балке.

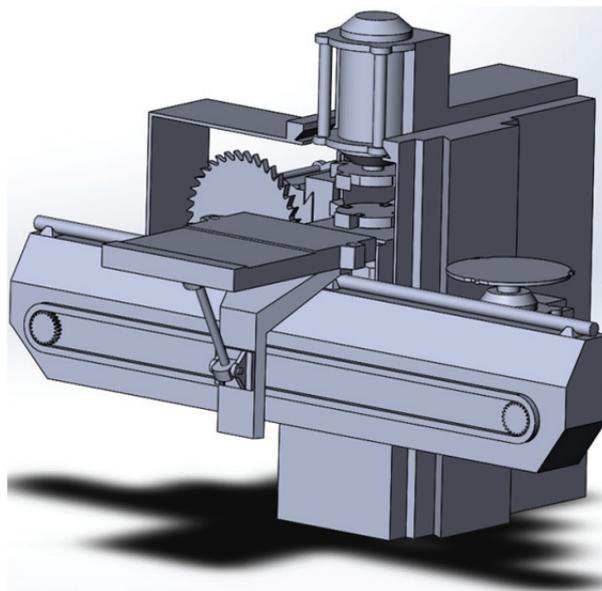


Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки

Все режущие головки имеют ограждения, обеспечивающие безопасность работы на установке. Шторки ограждения имеют электроблокировку, исключающую возможность пуска станка при снятом или поднятом ограждении. Каретка установки совершает обратно-поступательное движение по верхней цилиндрической и нижней плоской направляющим, которые укреплены на опорной балке. Балка и колонка установлены на станине. На столе каретки установлен гидроприжим, обеспечивающий надежное крепление обрабатываемых заготовок в процессе резания. Возврат каретки и останов ее в исходном положении происходят автоматически при срабатывании конечных выключателей, установленных на корпусе.

В состав экспериментальной установки на базе станка ШО16-4 входят следующие основные узлы и элементы: каретка; привод подачи; электрооборудование; суппорт пильный; гидроагрегат; суппорт прорезной; станина; гидрозажимы; суппорт шипорезный нижний; суппорт шипорезный верхний; кожух.

Техническая характеристика экспериментальной установки приведена в таблице.

В качестве измерительной системы экспериментальной установки используется динамометр УДМ-1200, который позволяет измерять три взаимоперпендикулярные составляющие силы резания, а также крутящий момент. Динамометр соединяется с блоками аналоговых вольтметров.

**Техническая характеристика
экспериментальной установки
на базе шипорезного станка ШО16-4**

Параметр	Значение
Скорость подачи, м/мин: наибольшая	15
наименьшая	2,5
Скорость резания, м/с	50
Номинальное давление в гидросистеме, МПа	2,5
Масса установки, кг	1200
Мощность электродвигателя привода резания, кВт	4
Мощность электродвигателя гидропривода, кВт	1,1

В комплект набора измерительной системы экспериментальной установки входят динамометр УДМ-1200, который жестко скреплен с обрабатываемым образцом древесины в виде пераллелепеда, тензометрическая измерительная система EX-UT10 (Япония), позволяющая регистрировать аналоговые данные с УДМ-1200, обрабатывать, сохранять, передавать и представлять в удобном для пользователя виде уже оцифрованные данные, персональный компьютер HP Compaq nx 7400 и соединительные кабели [5].

Принцип работы измерительной системы состоит в следующем (рис. 2). При действии сил резания на образец древесины, закрепленный в динамометре-датчике УДМ-1200, деформируются чувствительные элементы динамометра (опоры) с наклеенными на них проводочными датчиками, сопротивление которых изменяется пропорционально прилагаемым

усилиям и изгибающему моменту, чем и определяется пропорциональное изменение соответствующего сигнала. Аналоговые сигналы от динамометра-датчика по 4 каналам поступают далее на входы измерительной системы EX-UT10, где регистрируются и обрабатываются, а затем уже оцифрованный сигнал передается с высокой точностью (до 0,1 Н) на персональный компьютер (ПК). На компьютере при помощи установленного базового программного обеспечения измеренные величины сохраняются и представляются для пользователя в удобном виде (табличном, графическом).

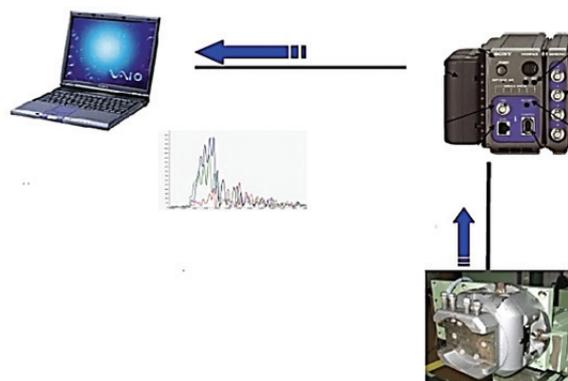


Рис. 2. Измерительная система для синхронной регистрации составляющих сил резания

Заключение. На кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ разработана новая конструкция экспериментальной установки на базе одностороннего шипорезного станка ШО16-4, позволяющая проводить исследование процесса попутного фрезерования древесины с получением технологической щепы и при этом регистрировать в реальном времени все составляющие силы резания.

Литература

1. Гришкевич А. А., Аникеенко А. Ф. Экспериментальная установка для исследования процесса фрезерования древесины и древесных материалов // Труды БГТУ. Серия II, Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2005. Вып XIII. С. 202–204.
2. Щепы технологическая. Технические условия: ГОСТ 15815–1983. Введ. 01.01.1985. М.: Издательство стандартов, 1983. 12 с.
3. Боровиков Е. М., Фефилов Л. А., Шестаков В. В. Лесопиление на агрегатном оборудовании. М.: Лесная промышленность, 1985. 216 с.
4. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия: СТБ 1713-2007. Введ. 30.01.2007. Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2007. С. 19.
5. Гришкевич А. А., Аникеенко А. Ф. Методика проведения экспериментальных исследований по фрезерованию древесных плитных материалов на обрабатывающем центре с числовым программным управлением Rover B4.35 // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2007. Вып. XV. С. 213–216.

References

1. Grishkevich A. A., Anikeenko A. F. Experimental setup to study the process of milling wood and wood-based materials. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series II, Forestry and Woodworking Industry, 2005, issue XIII, pp. 202–204 (In Russian).

2. GOST 15815-1983. Wood chips. Specifications. Moscow, Publishing House of Standards, 1983. 12 p. (In Russian).
3. Borovikov E. M., Fefilov L. A., Shestakov V. V. *Lesopilenie na agregatnom oborudovanii* [Wood sawing on aggregate equipment]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1985. 216 p.
4. STB 1713-2007. Sawn softwood. Specifications. Minsk, State Committee for Standardization of the Republic of Belarus, 2007. P. 19 (In Russian).
5. Grishkevich A. A., Anikeenko A. F. A methodology for conducting experimental research on the milling of wood-based panel materials at the processing center with numerical programmed control of Rover B4.35. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series II, Forest and Woodworking Industry, 2007, issue XV, pp. 213–216 (In Russian).

Информация об авторах

Гриневич Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: gres410a@ya.ru

Алифировец Григорий Васильевич – заведующий лабораторией кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: alifirovez@tut.by

Information about the authors

Grinevich Sergey Anatol'yevich – PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gres410a@ya.ru

Alifirovets Grigoriy Vasil'yevich – head of laboratory, the Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: alifirovez@tut.by

Поступила 14.03.2019