

## Стенд для исследований характеристик процесса резания

*Ю.В. Суханов, Т.А. Царев, А.С. Васильев, М.В. Ивашинев*

*Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск*

**Аннотация:** Создание лабораторного оборудования, обеспечивающего наглядность демонстрации изучаемых технологических процессов при обеспечении возможности его использования в научно-исследовательских целях студентами, является актуальной задачей. Цель работы: разработка конструкции стенда для наглядной демонстрации студентам процесса воздействия режущего рабочего органа на заготовку при обеспечении возможности фиксирования характеристик процесса резания. В ходе работы на основе системного анализа была выполнена классификация лабораторного оборудования для изучения процесса резания, изучены его особенности с выделением достоинств и недостатков, предложена оригинальная конструкция стенда. Конструкция стенда обеспечивает возможность изучения характеристик процесса резания при неподвижной фиксации заготовки и движении режущего рабочего органа, что наглядно имитирует реальный процесс резания и позволяет при этом определять его параметры.

**Ключевые слова:** резание, стружкообразование, обучение студентов.

Резание материалов – сложный процесс зависящий от множества факторов [1,2]. К таким факторам относятся высокие скорости относительного движения режущего инструмента и заготовки, повышенные температуры в зоне резания, упругопластические деформации и сружкообразование. Показатели процесса резания определяются в первую очередь физико-механическими свойствами обрабатываемого материала. Резание древесины, с точки зрения изучения, интересно еще и тем, что древесина – это материал с ярко выраженными анизотропными свойствами, что объясняется анатомическим строением ствола дерева. Кроме того, на процесс резания древесины заметно влияет не только направление резания и порода, но и влажность обрабатываемой древесины, а также углы заточки и состояние рабочего инструмента.

Резание классифицируется на бесстружечное [3, 4] и с образованием стружки [5, 6]. Ввиду того, что в лесной отрасли преимущественное применение нашел метод резания с образованием стружки, который лежит в

основе работы подавляющего большинства деревообрабатывающих станков, ему и было уделено более пристальное внимание.

Изучение студентами процесса резания древесины и его параметров необходимо для более глубокого понимания технологических процессов деревообработки, что позволит будущим специалистам совершенствовать существующие технологические решения на предприятиях и разрабатывать научно-обоснованные рекомендации по настройке режущего оборудования и совершенствованию режущих органов.

Как отмечено в работе [7]: «основой процесса резания является представление о режущем клине, внедряющемся в обрабатываемую поверхность под действием силы резания при одновременном наличии главного движения и движения подачи». Для изучения процесса образования режущего клина требуется специализированное оборудование.

Для успешного освоения студентами теории резания древесины требуется проведение лабораторных занятий, где обучающиеся смогут закрепить свои знания, что, в свою очередь, требует наличия в учебном заведении современного и наглядного лабораторного оборудования. Целью коллектива авторов была разработка оригинальной конструкции стенда, наиболее подходящей для использования в учебных заведениях.

Многочисленные исследования отечественных и зарубежных ученых показывают, что для поиска новых технических решений необходим анализ рассматриваемого объекта техники с различных точек зрения – проведение системного анализа [8].

Как показал проведенный системный анализ, существуют различные конструкции установок для изучения процесса резания с образованием стружки, например [9, 10], но во всех из них режущий орган неподвижно связан с рамой конструкции, а поступательное движение совершает заготовка, установленная на подвижных салазках.

---

Данные установки позволяют фиксировать различные параметры процесса резания, но при этом следует отметить, что процесс резания не в полной мере соответствует реальному, так как резание осуществляется за счет перемещения заготовки при неподвижном режущем рабочем органе, в то время как в реальном процессе резания движущимся звеном является режущий рабочий орган.

В ходе системного анализа было установлено, что одним из путей совершенствования лабораторного оборудования для изучения процесса резания и использования его в процессе обучения студентов является создание конструкции, обеспечивающей определение различных параметров резания с обеспечением наглядности данного процесса путем приближения его к реальному за счет осуществления процесса резания путем передвижения не заготовки, как это свойственно аналогам, а режущего органа.

В ходе исследования была разработана и построена силовая конструкция прототипа оригинального стенда для исследования характеристик процесса резания (рисунок 1), а также разработана его электронная часть (рисунок 2).

Данный стенд включает в себя раму, поворотный стол для закрепления заготовки, подвижный режущий рабочий орган. Защитные экраны из прозрачного ударопрочного материала, которые позволяют визуально наблюдать за процессом воздействия режущего рабочего органа на заготовку и при этом выполняют защитную функцию. Выполнение стола для закрепления заготовки поворотным позволит устанавливать стандартные заготовки, изготовленные из анизотропного материала, под разным углом к траектории движения режущего органа. Перемещение режущего органа осуществляется за счет винтовой передачи. При этом конструкцией стенда

---

предусмотрена возможность регулировки высоты положения режущего органа относительно заготовки и тем самым управление глубиной реза.



Рис. 1. – Стенд для исследования характеристик процесса резания

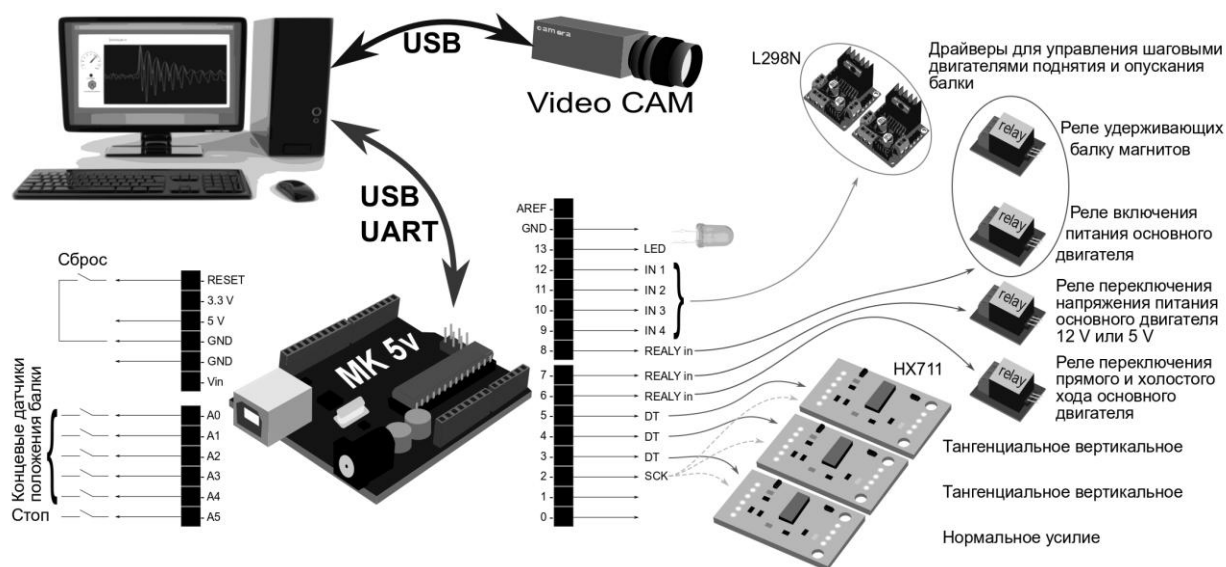


Рис. 2. – Схема стенда для исследования характеристик процесса резания

Стенд оснащен системой тензометрических датчиков для определения силовых характеристик процесса резания, а также может быть опционально

оснащен видеокамерой, фиксирующей процесс воздействия режущего органа на заготовку. Собранные с тензометрических датчиков данные передаются на персональный компьютер, где, для наглядности, предварительно визуализируются на экране и записываются в файл для возможности последующей обработки студентами.

Для взаимодействия со стендом было разработано кроссплатформенное программное обеспечение на языке Object Pascal, позволяющее управлять работой установки, получать данные с тензометрических датчиков, визуализировать работу на экране и сохранять данные в файл. При оснащении стенда видеокамерой, программа во время старта процесса резания дает видеокамере команду на запись и сохранение видеопотока в виде видео-файла, доступного для последующего изучения студентами. Разработанное программное обеспечение обладает скромными техническими требованиями, что позволяет использовать со стендом любые актуальные персональные компьютеры и ноутбуки.

В ходе системного анализа была предложена оригинальная конструкция стенда для исследования характеристик процесса резания. Данный стенд предназначен для демонстрации студентам процесса резания, а также в научно-исследовательских целях с целью фиксирования и изучения различных характеристик данного процесса.

### Литература

1. Любченко В.И. Резание древесины и древесных материалов. Москва: Лесная промышленность, 1986. 296 с.
  2. Germashev A.I., Logominov V.A., Dyadya S.I., Kozlova Y.V., Krishtal V.A. Influence of the cut axial depth on surface roughness at high-speed milling of thin-walled workpieces // Наука и техника. 2021. Т. 20. № 2. Рр. 127-131.
  3. Овчинников В.В. Оборудование бесстружечной разделки лесоматериалов. Москва: Лесная промышленность, 1990. 224 с.
-

4. Захаров В.В. Импульсное резание древесины. Москва: Лесная промышленность, 1983. 160 с.
5. Шегельман И. Р., Лукашевич В.М., Васильев А.С., Суханов Ю.В. Бурав возрастной и пути его совершенствования // Инженерный вестник Дона, 2013, № 2. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1743](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1743).
6. Naylor A, Hackney P. A review of wood machining literature with a special focus on sawing // Bioresources, 2013. Vol. 8. No. 2. Pp. 3122-3135.
7. Отений Я.Н., Мартыненко О.В. Исследование особенностей процесса обработки резанием цилиндрических поверхностей деталей машин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2015, № 9-3. С. 452-456.
8. Боргоякова Т.Г., Лозицкая Е.В. Системный анализ и математическое моделирование. // Инженерный вестник Дона, 2018, № 1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4763](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4763).
9. Ярославцев В. М., Гусенко А. Ю. Установка для изучения процесса резания материалов на малых скоростях резания // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013, № 3. С.77-84.
10. Басов В.А., Кравчук С.И., Кравченко Н.В., Очирова Л.А., Воробьев А.А. Экспериментальная установка для исследования процессов резания древесины и древесных материалов // Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов. Брянск: БГИТУ, 2019. Вып. 54. С. 248-250.

### References

1. Ljubchenko V.I. Rezanie drevesiny i drevesnyh materialov [Cutting wood and wood-based materials]. Moskva: Lesnaja promyshlennost', 1986. 296 p.
  2. Germashev A.I., Logominov V.A., Dyadya S.I., Kozlova Y.V., Krishtal V.A. Nauka i tehnika. 2021. Vol. 20. № 2. pp. 127-131.
-



3. Ovchinnikov V.V. Oborudovanie besstruzhechnoj razdelki lesomaterialov [Equipment for chipless cutting of timber]. Moskva: Lesnaja promyshlennost', 1990. 224 p.
4. Zaharov V.V. Impul'snoe rezanie drevesiny [Impulse cutting of wood. Moscow: Timber industry]. Moskva: Lesnaja promyshlennost', 1983. 160 p.
5. Shegel'man I. R., Lukashevich V.M., Vasil'ev A.S., Suhanov Ju.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, № 2. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1743](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1743).
6. Naylor A, Hackney P. Bioresources, 2013. Vol. 8. No. 2. Pp. 3122-3135.
7. Otenij Ja. N., Martynenko O.V. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij, 2015, № 9-3. Pp. 452-456.
8. Borgojakova T.G., Lozickaja E.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, № 1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4763](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4763).
9. Jaroslavcev V. M., Gusenko A. Ju. Nauka i obrazovanie: nauchnoe izdanie MGTU im. N.Je. Baumana, 2013, № 3. Pp.77-84.
10. Basov V.A., Kravchuk S.I., Kravchenko N.V., Ochirova L.A., Vorob'ev A.A. Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. Sbornik nauchnyh trudov. Brjansk: BGITU, 2019. Vol. 54. Pp. 248-250.