

## Литература

1. Гришкевич А. А., Аникеенко А. Ф., Гаранин В. Н. Особенности фрезерного сборного инструмента с изменяемыми углами: передним и наклона режущей кромки // Труды БГТУ. 2014. № 2. Лесная и деревообработ. пром-сть. С. 175–177.
2. Гришкевич А. А., Вихренко В. С., Гаранин В. Н., Аникеенко А. Ф. Расчет параметров адаптивного фрезерного инструмента по разработанной 3D-модели // Труды БГТУ. 2017. №1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. С. 372–377.
3. Гришкевич А. А., Гаранин В. Н. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания. Минск БГТУ, 2014. 90 с.

**И.К. Клепацкий, В.В. Раповец**

Белорусский государственный технологический университет

### **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ АДАПТИВНЫМ ФРЕЗЕРНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ**

Высокоскоростные процессы механической обработки древесины и древесных материалов требуют оптимизации параметров применяемого лезвийного режущего инструмента и режимов резания. Необходимо моделирование и разработка методики построения основных зависимостей технико-экономических характеристик таких процессов.

Определение способов сокращения затрат ресурсов и длительности проведения полномасштабных экспериментов является актуальной задачей. Цель исследования: исследование режимов работы инструмента и определение оптимального режима обработки.

Большинство научных исследований в деревообработке имеет прикладной характер. Поэтому требованиям актуальности, эффективности, практической значимости их результатов уделяется первостепенное внимание.

Существующий хвостовой сборный фрезерный инструмент, предназначенный для обработки древесины твердых и мягких пород, плитных материалов имеет один существенный недостаток: он предназначен для обработки только одного конкретного вида материала на определенных технологических режимах.

На кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ была создана передовая материально-техническая база для ис-

следования энергоэффективных режимов обработки: лаборатория оснащена современным оборудованием на базе обрабатывающего центра с числовым программным управлением *ROVER B 4.35*. Станок состоит из станины, группы устройств, которые позволяют осуществлять позиционирование и блокировку обрабатываемой детали, а также из серии групп (оперативный блок), предназначенных для обработки детали. Оперативный блок может быть конфигурирован согласно любым требованиям обработки. Разработана управляющая программа на основе программного обеспечения *Biesse Application for XNC 2* и специально изготовлен фрезерный инструмент с адаптивными свойствами (рисунок 1).

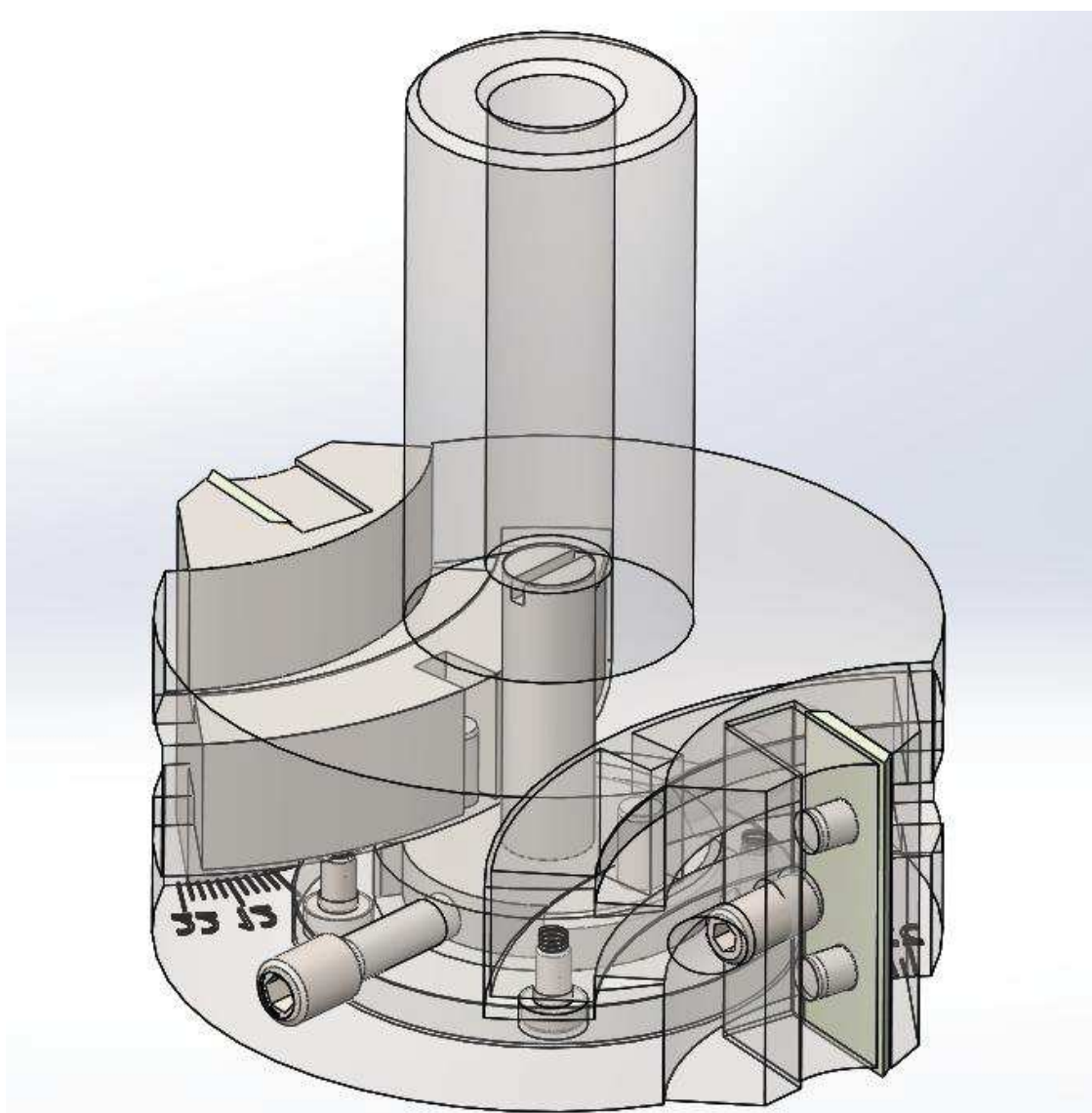
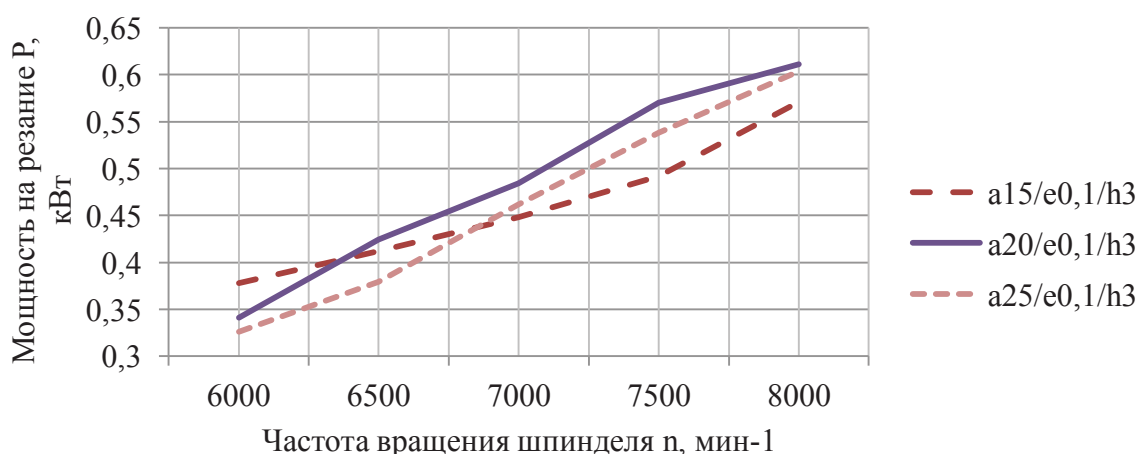


Рисунок 1 – Хвостовая фреза с адаптивными свойствами

Для проведения серии экспериментов была разработана методическая сетка опытов. В качестве варьируемых параметров были выбраны частота вращения шпинделя  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$ , толщина стружки  $e$ , мм, высота снимаемого припуска  $h$ , мм, задний угол резания  $\alpha$ , град, и скорость подачи  $V_S$ , м/мин, как наиболее значимые технологические параметры в отрасли деревообработки, напрямую влияющие на мощность резания при фрезеровании. В программе реализована возможность настраивать значения требуемых переменных факторов, за исключением заднего угла  $\alpha$ , который мы изменяли непосредственно на самом инструменте и толщины стружки, которая изменялась косвенно через значение скорости подачи  $V_S$ .

Древесина – материал анизотропный (различные пороки древесины, направления перерезания волокон и т.д.), следовательно нельзя говорить о достоверности получения данных в какой-либо определённый момент времени. В ходе проведения эксперимента для каждого режима обработки (со своими уникальными значениями параметров), программным обеспечением записывался массив данных об изменении мощности резания на шпинделе с частотой обновления 0,06 секунд. Этот массив данных приводился к усреднённому значению, что равноценно использованию древесины однородной по структуре (с учётом пороков древесины).

Для более удобного представления результатов эксперимента, сведём в графический вид все исследования мощностей резания для значения заднего угла  $\alpha$  равному 15, 20 и 25 градусам.



**Рисунок 2 – Графики изменения мощности на шпинделе при обработке открытым фрезерованием доски из массива сосны при толщине снимаемой стружки  $e = 0,1$  мм**

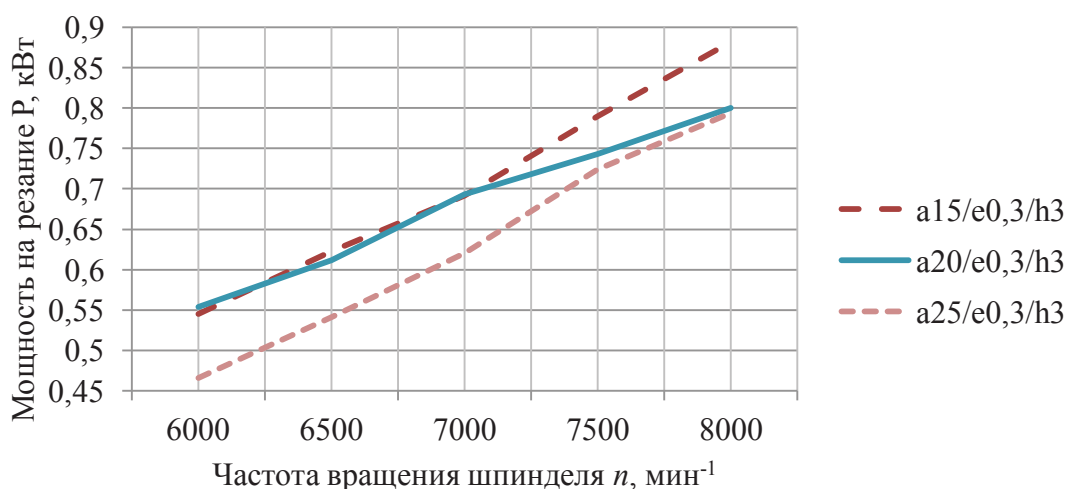


Рисунок 3 – Графики изменения мощности на шпинделе при обработке открытым фрезерованием доски из массива сосны при толщине снимаемой стружки  $e = 0,3$  мм

Отображение графиков на показывает, что минимальное энергопотребление во всём диапазоне частот вращения шпинделя станка будет при значении заднего угла  $\alpha=25^\circ$ . При уменьшении заднего угла с 25 до 15 градусов, увеличивается мощность на резание на 22,2% во всём диапазоне частот вращения шпинделя.

**Выводы.** Результаты экспериментальных исследований позволили убедиться в том, что минимальное энергопотребление при резании осуществляет при толщине снимаемой стружки  $e = 0,1$  мм, заднем угле  $\alpha=25^\circ$  на частотах вращения инструмента в диапазоне 6000...7000 мин<sup>-1</sup>, припуск на обработку составляет 3 мм. При вышеперечисленных технологических условиях обеспечивается чистовая обработка, что соответствует девятому классу шероховатости поверхности. С увеличением частоты вращения мощность на резание увеличивается с 0,326 до 0,462 кВт. При этом скорость подачи может варьироваться в диапазоне 6,2 – 7,2 м/мин. Представленные энергоэффективные режимы могут быть рекомендованы для использования на деревообрабатывающих предприятиях при чистовой обработке древесины сосны на фрезерных станках с ручной подачей и деревообрабатывающих центрах с числовым программным управлением.

## Литература

1. Бершадский, А.Л. Резание древесины / А.Л. Бершадский, Н.И. Цветкова – Мн.: Вышэйшая школа, 1975 – 304 с.

2. Гришкевич А.А. Проектирование и производство дереворежущего инструмента / А.А. Гришкевич, А.П. Клубков. – Минск: БГТУ, 2005. – 166 с.
3. Горский В.Г. Планирование промышленных экспериментов / В.Г. Горский, Ю.П. Адлер, А.М. Талалай. – М.: Металлургия, 1974 – 264с.
4. Кряжев В.А. Фрезерование древесины / В.А. Кряжев. – М.: Лесная промышленность, 1979. – 200с.

**Д.А. Кононович**

Белорусский государственный технологический университет

### **РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ЛЕСОСЕК НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА МАШИН ДЛЯ СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКИ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ**

Своевременная и качественная очистка лесосек, является одним из наиболее важных условий эффективного лесопользования после проведения заготовки древесины. Это позволяет обеспечить все необходимые условия для продуктивного лесовосстановления, а также выполнить противопожарные и санитарные требования.

Очистка лесосек от лесосечных отходов может осуществляться непосредственно в процессе ее разработки или после окончания. Существенные отличия в технологии очистки лесосек будут наблюдаться в применении на лесосечных работах различных систем машин (бензиномоторных пил или валочно-сучкорезно-раскряжевочных машин, трелевочных машин с канатно-чокерным оборудованием или погрузочно-транспортных машин и др.), и технологических процессов (заготовка сортиментов на пасеке или промежуточном складе). В связи с этим, кафедрой лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства разработаны технологии очистки лесосек после проведения сплошных рубок бензиномоторными пилами, после проведения сплошных рубок без сохранения подроста с применением валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины и с сохранением подроста с применением валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины. Особенностью таких технологий является проведение механизированной заготовки лесосечных отходов после основных лесосечных работ. Такой техникой являются совместно разработанные БГТУ и ОАО «МТЗ» опытные образцы машины для сбора (рисунок 1, а) и транспортировки лесосечных отходов (рисунок 1, б).