

УДК 674.053

В.В. Раповец, к.т.н., доцент  
(БГТУ, г. Минск)

Б.М. Розин, к.т.н., вед. науч. сотр., Гущинский Н.Н., к.ф-м.н., науч. сотр.  
(ОИПИ НАН Беларуси, г. Минск)

### **МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ ФРЕЗЕРОВАНИЕМ**

Совершенствование процессов механической обработки древесины, параметров режущего инструмента и режимов обработки требует построения основных зависимостей технико-экономических характеристик и разработки методов оптимизации технологических параметров, учитывая множество критериев [1, 2].

В результате выполненных научных исследований проанализирован состав компонент концептуальной модели оптимизации технологических процессов деревообработки с использованием ряда источников, посвященных моделям обработки различных материалов резанием. Параметры, характеризующие технологический процесс, подразделяются на управляемые (параметры режима обработки и геометрические параметры инструмента), и неуправляемые. Разработанная модель включает критерии качества процесса (себестоимость обработки, производительность, энергоемкость) и правила их использования для сравнения вариантов процесса. Также модель описывает множество допустимых вариантов значений, управляемых переменных посредством системы ограничений на диапазоны управляемых параметров и характеристик процесса, зависящих от этих параметров. При расчете упомянутых характеристик учитывается динамика износа инструментов и ее влияние на период стойкости инструмента.

Рассмотрены подходы к построению компонент модели оптимизации технологических процессов деревообработки на базе экспериментальных данных. Для аппроксимации физических характеристик процесса резания и износа инструмента наиболее часто используются кусочно-степенные функции, полиномы либо логарифмические полиномы второго порядка. Наилучшие значения параметров аппроксимирующих характеристик обычно находятся по результатам натурных экспериментов с использованием метода наименьших квадратов.

Рассмотрены подходы к построению ограничений математической модели для оптимизации режимов деревообработки на базе экспериментальных данных. Для аппроксимации физических характеристик процесса резания и износа инструмента используются наборы

степенных функций. С учетом свойств характеристик их аппроксимация строится по методу наименьших квадратов.

Описана модифицированная концептуальная модель оптимизации технологических процессов деревообработки, учитывающая влияние параметров износа режущего инструмента на физико-механические характеристики высокоскоростного процесса резания древесины. Сформулирована математическая задача многокритериальной оптимизации параметров процесса высокоскоростной деревообработки для частного случая одноинструментального фрезерования деталей при серийном их выпуске.

Разработана программа многокритериальной оптимизации режимов деревообработки фрезерованием (МОМСW), БГЛИ.51037-01, реализующая предложенные методы оптимизации параметров технологических процессов деревообработки. Программа предназначена для определения наилучших режимов одноинструментальной обработки фрезерованием заготовок из древесины в условиях серийного производства. При реализации данной программы была использована технология объектно-ориентированного программирования на языке C#. Проведены тестовые расчеты на основе полученных экспериментальных данных.

Выводы: полученные результаты показали, что наилучшими технологическими режимами, обеспечивающими одновременно минимальную удельную себестоимость обработки и минимальную энергоемкость в заданных диапазонах управляемых параметров (толщины стружки и скорости резания) являются режимы, обеспечивающие максимальную производительность на деревообрабатывающих центрах с числовым программным управлением. Целесообразно рассмотреть промышленные примеры обработки твердых лиственных пород древесины, при которых затраты на обслуживание инструменты, времени на их смену, а также расходы на потребляемую электроэнергию составляют большую долю в себестоимости процесса деревообработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учеб. пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2005. – 544 с.
- 2 Соболев, И.М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями / И.М. Соболев, Р.Б. Статников. – М.: Дрофа, 2006. – 175 с.