

УДК 674.053

В.В. Раповец, канд. техн. наук, доц.;
И.К. Клепацкий, асп.;
О.И. Морозова, инж.
(БГТУ, г. Минск)

МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Проведенный с использованием натуральных и вычислительных экспериментов анализ данных позволил сформировать концептуальную модель оптимизации технологических процессов деревообработки. В модели учитывается влияние параметров износа режущего инструмента на физико-механические характеристики процесса (усилие резания, крутящий момент, потребляемая мощность, температура в зоне резания, и др.), а также показатели качества обрабатываемой поверхности (шероховатость, сколы, прижоги, вырывы и т.п.). Динамика изменения параметров износа инструмента (радиус закругления лезвия и др.) также в общем случае зависит от текущих значений этих параметров, выбранных режимов резания и времени работы инструмента на этих режимах.

Модель оптимизации технологических процессов деревообработки отражает производственные условия: используемое оборудование, период времени, на который рассчитан процесс, динамика спроса на выпускаемые детали в течение этого периода и соответствующие требования к производительности, стоимость рабочей силы и других ресурсов и пр.

В качестве исследуемого процесса рассматривается процесс фрезерования деталей из древесины сосны на обрабатывающем центре с ЧПУ RoverB 4.35. Предполагаются заданными характеристики станка (эффективная мощность, частота вращения шпинделя и др.). Критериями качества рекомендуемых режимов принят набор основных технико-экономических показателей технологического процесса, включающий производительность, себестоимость и энергоемкость. Искомые режимы обработки должны удовлетворять ряду ограничений, учитывающих следующие организационно-технические, технологические и экономические факторы: заданные диапазоны возможных режимов обработки; требуемое качество обрабатываемой поверхности; предельно допустимые для используемого оборудования усилия резания, угловые скорости, крутящий момент и мощность на шпинделе; требуемая производительность; допустимые доли в общем выпуске деталей некондиционных (бракованных) деталей для каждой

из рассматриваемых категорий брака; заданный набор предпочтительных интервалов календарного времени работы оборудования между сменами инструмента.

Искомыми параметрами приняты: средняя толщина стружки a , (мм), скорость резания V , (м/с), время между сменами инструмента τ_0 , (мин). Исходные (более 20) параметры процесса: толщина срезаемого слоя h , (мм), ширина обработки H , (мм), диаметр фрезы D , (мм), число зубьев z фрезы, задний угол α , (град) и др. Представлены расчетные зависимости для остальных характеристик процесса, например, число циклов обработки за период между сменами инструмента:

$$N_1 = N_1(a, V) = \frac{K\tau_0 - \tau_{cm}}{l_x / S(a, V) + \tau_s},$$

где $l_x / S(a, V)$ – время прохода фрезой одной детали; $K\tau_0 - \tau_{cm}$ – длительность работы оборудования в течение одной установки инструмента.

Выходными характеристиками процесса являются следующие: производительность $\Phi(a, V)$, (дет/мин), процесса в деталях в минуту; средняя себестоимость $\tilde{C}_o(a, V)$, (тыс. руб.), обработки одной детали; средняя энергоёмкость $\tilde{E}(a, V)$, (Вт·час), на единицу продукции.

При принятых предположениях и допущениях в модели сформулирована задача многокритериальной оптимизации:

$$\{\Phi(a, V), \tilde{C}_o(a, V), \tilde{E}(a, V)\} \rightarrow \text{opt.}$$

Для решения сформулированной задачи в общем случае могут использоваться методы эвристики и метаэвристики, а также методы зондирования области поиска типа ЛП-последовательностей и случайного поиска[1]. Предложен эвристический метод роя частиц, хорошо зарекомендовавший себя при решении ряда задач, аналогичных исследуемой в работе.

Выводы: результаты исследований являются основой для разработки системы расчета оптимальных режимов резания для высокоскоростных процессов лезвийной обработки древесных материалов для деревообрабатывающих предприятий концерна «Беллесбумпром» и Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь.

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.