

В. В. Раповец, доц., канд. техн. наук;
Б. М. Розин, вед. науч. сотр., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

МЕТОД РОБАСТНОЙ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ

В реальных задачах оптимизации данные обычно неточны, в результате точно неизвестно, когда решение найдено [1, 2]. При традиционном подходе «небольшая» (доли процентов) неопределенность данных просто игнорируется, и проблема решается так, как если бы номинальные данные были идентичны фактическим данным [1]. Таким образом, в приложениях существует реальная потребность в методологии, которая дает робастные (т.е. надежные) решения.

Целью такого моделирования является повышение устойчивости оптимальных параметров технологического процесса по отношению к неопределенности исследуемой характеристики.

Предлагаемый робастный подход к решению задачи оптимизации с неопределенными характеристиками, входящими в целевые функции и ограничения задачи, основывается на построении выпуклых либо вогнутых оболочек в зависимости от типа ограничения, в которое входит характеристика, характера ее влияния на целевую функцию задачи.

Приведем алгоритм построения вогнутой оболочки многогранным множеством на двумерной сетке экспериментальной характеристики $F(x, y)$, входящей в ограничение в модели задачи:

$$F(x, y) \leq \bar{F}.$$

Предполагается, что формируемая аппроксимация является непрерывной и вогнутой функцией по каждой из своих переменных x, y функцией. При этом никаких предположений на характер исходной экспериментальной зависимости не накладывается.

Приведенный ниже алгоритм строит по экспериментальным значениям $F(x_i, y_k)$ функции $F(\cdot, \cdot)$ функцию $\tilde{F}(x_i, y_k)$ для всех $i=1, \dots, n, k=1, \dots, m$ такую, что она является вогнутой по x_i при любом фиксированном $y_k, k=1, \dots, m$ и вогнутой по y_k при любом фиксированном $x_i, i=1, \dots, n$.

Алгоритм заключается в итеративной по координатной корректровке значений аппроксимируемой функции.

Сравнительный анализ результатов решения исходной оптимизационной задачи и робастного решения

Для исходной постановки задачи.

Найденные оптимальные параметры:

Время между сменами инструмента=480 (мин).

Угол между задней кромкой резца и поверхностью обработки=20 град.

Толщина срезаемого слоя=1 мм.

Толщина стружки=0.299 мм.

Скорость резания=25.228 м/сек.

Энергопотребление=0.6128 кВт·час/см.

Для робастной постановки задачи.

Найденные оптимальные параметры:

Время между сменами инструмента=480 (мин).

Угол между задней кромкой резца и поверхностью обработки=20 град.

Толщина срезаемого слоя=1 мм.

Толщина стружки=0.299 мм.

Скорость резания=25.228 м/сек.

Энергопотребление=0.6239 кВт·час/см.

Вывод: Для того же режима фрезерования энергопотребление возросло на 1.8%.

Для разработанной ранее модели многокритериальной оптимизации параметров режимов технологических процессов деревообработки [3] предложен метод повышения надежности решения, основанный на построении вогнутой (либо выпуклой) оболочки экспериментально получаемых характеристик процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ben-Tal, A., Nemirovski, A. Robust Optimization — methodology and applications. Math. Progr. Series B 92 (2002), 453–480.
2. Ben-Tal, A., Nemirovski, A. Robust solutions of uncertain linear programs. OR Letters 25 (1999), 1–13.
3. Раповец, В. В. Многокритериальная оптимизация режимов деревообработки фрезерованием / В. В. Раповец, Б. М. Розин, Н. Н. Гущинский // Технология и техника лесной промышленности : материалы докладов 83-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 4-14 февраля 2019 г. - Минск : БГТУ, 2019. - С. 102-103.