

МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ СВЕРЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗОВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

Федин И.В.

к.т.н., доц. каф. ТПИ, Карманов В. С.
Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск
e-mail: ivan_fedin@outlook.com

В работе предлагается методика оптимизации режимов резания труднообрабатываемых материалов, основанная на применении новых моделей стойкости инструмента, хорошо согласующихся с результатами экспериментов, а также на построении характеристических линий и поверхностей для параметров процесса резания. Данная методика основана на использовании закономерности экспериментальных стойкостей инструментов для различных участков факторного пространства режимов резания, что дает возможность снизить количество трудоемких стойкостных экспериментов, повысить точность расчетов оптимальных режимов обработки и графическую наглядность выбираемых решений. На основе предлагаемой методики разработан алгоритм планирования эксперимента для оценивания параметров выбранной стойкостной модели. Методика рассмотрена на примере операции сверления. Для нескольких простых математических моделей решена задача оптимального управления.

Обработка материалов резанием занимает до 75% трудоемкости изготовления машиностроительных изделий, [1]. Образование одной тонны стружки сопровождается расходом в среднем около 430 кВт·ч электроэнергии. Кроме того, доля затрат на электроэнергию в общей себестоимости продукции машиностроительных предприятий России и стран СНГ неуклонно возрастает – с 2% в 1984 году до 25–30% сегодня по различным данным. Поэтому снижение энергетических затрат является актуальной научной и прикладной задачей, от эффективного решения которой зависит рентабельность производства и конкурентоспособность выпускаемых изделий.

Исследования проводились на примере операции сверления. В качестве модели стойкости в работе была выбрана экспоненциальная модель, [2], параметры которой пересчитывались с помощью регрессионных моделей на основе экспериментов, проведенных в лаборатории резания НГТУ. Исследования процесса сверления [2,3] позволили на картине стойкости конкретного инструмента в зависимости от режимов обработки выделить геометрическое место точек, где для текущих значений минутных подач на поле факторного пространства находятся максимальные значения стойкостей инструмента. При нахождении оптимальных режимов резания в качестве критерия оптимальности был выбран критерий минимума затрат. Предложенная модификация известного критерия оптимизации включает в себя поправку, учитывающую энергопотребление оборудования.

Целью управления процессом резания является повышение точности обработки, стойкости инструмента, снижения затрат, повышения производительности технологического процесса. Если для стабилизации крутящего момента применить двухканальное регулирование по параметрам резания (частота вращения и подача сверла), организовав его таким образом, чтобы при подавлении возмущения по крутящему моменту на инструменте рабочая точка на двухпараметрическом поле перемещалась по линии максимальных стойкостей, то тем самым будет обеспечиваться изменение регулируемых параметров по оптимальному варианту. Решена задача оптимального управления в случае применения простых моделей, например, линейных и квадратичных.

Путём применения двухканального регулятора вышеописанным способом достигается учёт зависимостей точности обработки и стойкости инструмента от режимов сверления в более эффективном виде, при этом режимы автоматически регулируются вдоль линии максимальных стойкостей.

На основе базовых стойкостных экспериментов и определения стойкостных закономерностей, включая математическое описание процесса стойкости при сверлении труднообрабатываемых материалов, на кафедре проектирования технологических машин НГТУ совместно с кафедрой теоретической и прикладной информатики был разработан Программный комплекс проектирования режимов резания (ПК ПРР).

ПК ПРР позволяет рассчитать оптимальные режимы для различных начальных условий (материал детали, инструмента и пр.), представить результаты расчетов в графическом виде и облегчает технологу их применение. Кроме того, ПК ПРР позволяет решать задачи общего нормирования режимов сверления и возможности оптимизации частных режимов резания по критерию минимума затрат; расчета табличных режимов для заданных диаметров сверл для различных по обрабатываемости материалов; корректировки режимов резания для иных условий обработки по сравнению с базовыми при использовании существующих поправочных коэффициентов и применении процедуры плавающего индекса обрабатываемости.

Литература:

1. Оптимизация режимов обработки на металлорежущих станках / А. М. Гильман, Л. А. Брахман, Д. И. Батищев, Л. К. Митяева. — М.: Машиностроение, 1972. — 188 с.

2. Смагин Г. И., Карманов В. С. Алгоритм нормирования режимов резания труднообрабатываемых материалов по методу характеристических линий и поверхностей при использовании специальных планов эксперимента // Научный вестник НГТУ. — 2011. — № 3 (44). — С. 149–158.

3. Г. И. Смагин, В. С. Карманов, И. В. Федин. Использование базовой модели процесса сверления для нормирования режимов резания // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. — 2015. — № 4 (69). — с. 6 - 17.