

МЕТОДИКА ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

С.И. Пестрецов, А.А. Родина

ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор В.А. Ванин

Ключевые слова и фразы: лезвийная обработка материалов; применение CAD/CAE/CAM-систем; стружкообразование и виброустойчивость процесса резания.

Аннотация: Предложен алгоритм оптимизации конструктивных параметров режущего инструмента и режимных параметров процессов лезвийной обработки материалов с учетом силовых нагрузок на режущий инструмент, устойчивости стружкообразования и виброустойчивости процесса резания. При этом алгоритм оптимизации предполагает применение CAD/CAE/CAM-систем.

Для совершенствования существующих и разработки новых технологических процессов необходимо проведение процедуры оптимизации конструктивных (под этим будем понимать нахождение оптимальных конструкций и геометрии режущего инструмента, механизмов, устройств, а также металлообрабатывающего оборудования в целом) и режимных (под этим будем понимать нахождение оптимальных режимов резания, подачи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), траекторий для обработки на станках с ЧПУ и т.д.) параметров проведения процесса резания. Решение такого комплекса задач одновременно весьма трудоемко.

Снизить затраты на разработку и внедрение нового оборудования позволяют CAD/CAE/CAM-системы, которые находят все большее применение в различных отраслях промышленности. В связи с этим, от специалиста требуются определенные навыки работы с этими системами.

Пестрецов Сергей Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты», e.mail: tmmsii@tmmsii.jesby.tstu.ru, ТамбГТУ; Родина Антонина Александровна – ассистент кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты», ТамбГТУ, г. Тамбов.

В автоматизированном проектировании изделий широко используются САD-программы твердотельного моделирования среднего уровня: Autodesk Inventor, Solid Works и T-Flex CAD. Встроенные в них расчетные модули (**САЕ-модули**) позволяют проводить прочностные, тепловые и гидродинамические расчеты разрабатываемой конструкции. Кроме того, в указанные САD-программы могут быть встроены САМ-модули, позволяющие имитировать процесс обработки поверхностей и генерировать управляющие программы (**УП**) для станков с ЧПУ.

В настоящей статье предлагается алгоритм оптимизации лезвийной обработки материалов с использованием САD/САЕ/САМ-систем.

Предлагаемый алгоритм оптимизации заключается в следующем.

1. Для обрабатываемой заготовки (известны размеры заготовки и конструкционный материал) назначаются материал и геометрические параметры режущего инструмента, а также режимы резания (глубина резания t , подача s и скорость резания v).

2. Рассчитываются составляющие силы резания, сечение стружки, длина контакта стружки с передней поверхностью режущего инструмента, температуры в зоне резания, а также тепловые потоки в системе заготовка–режущий инструмент–стружка.

3. Создается твердотельная модель режущего инструмента в одной из программ твердотельного моделирования. Используя встроенные в программы твердотельного моделирования САЕ-модули, исследуется напряженно-деформированное состояние режущего инструмента. В результате проведения такого анализа могут быть получены распределения напряжений по телу инструмента и перемещения режущих кромок инструмента. По этим показателям делается вывод о допустимости принятых режимов резания в зависимости, например, от требуемых показателей к качеству изготавливаемой детали или жесткости системы станок–приспособление–инструмент–деталь (**СПИД**).

4. С помощью САЕ-модулей программ твердотельного моделирования проводится анализ устойчивости и частотный анализ режущего инструмента, в результате которых определяются критические нагрузки и минимальные относительные перемещения режущей кромки инструмента при определенной величине резонансной частоты. Ниже и выше этой величины деформации как режущей кромки, так и тела самого инструмента довольно значительны. Исходя из этих обстоятельств, делается вывод о необходимости нахождения оптимальных геометрических параметров режущего инструмента с точки зрения обеспечения устойчивости процесса резания.

5. Исследуется динамика процесса резания на основе анализа передаточных функций, частотных характеристик (амплитудно-фазовой частотной характеристики (**АФЧХ**), амплитудной частотной характеристики (**АЧХ**) и т.д.), характеристических уравнений системы СПИД и производится оценка устойчивости процесса по различным критериям устойчивости (критерии Раussa, Гурвица, Найквиста, Михайлова) в зависимости от конкретного процесса резания. В частности, исследование динамики

процесса резания может быть осуществлено на основе построения АФЧХ процесса резания и АФЧХ упругой системы заготовка–режущий инструмент. По форме первой АФЧХ делается вывод о необходимости нахождения оптимальных геометрических параметров режущего инструмента с точки зрения обеспечения устойчивости процесса резания, а по форме второй АФЧХ (при использовании известных критериев устойчивости систем) – о необходимости повышения виброустойчивости системы. Например, виброустойчивость системы может быть обеспечена получением граничных значений скорости резания, ниже и выше которых система устойчива и вибрации отсутствуют.

Все действия, выполняемые по пунктам 2–5, являются формированием ограничений для решения задачи оптимизации.

6. Проводится выбор диапазона варьирования конструктивных и режимных параметров процесса резания.

7. Осуществляется постановка и решение задачи оптимизации конструктивных и режимных параметров процесса резания.

Например, постановку задачи оптимизации можно осуществлять в традиционной трактовке: для конкретного вида металлообработки (точение, сверление, фрезерование и т.д.) на выбранном (предполагаемом) виде металлорежущего оборудования (указывается тип и марка станка) при заданных программе выпуска детали, параметрах качества обработки и т.д., требуется выбрать конструктивные и режимные параметры процесса резания (указываются эти параметры), при которых критерий оптимизации (указывается критерий оптимизации) достигает минимального (максимального) значения при связях в форме уравнений математической модели (дается ссылка на уравнения математической модели) и ограничениях (дается ссылка на ограничения).

8. Проводится моделирование процесса обработки материала на выбранном металлорежущем оборудовании с принятыми оптимальными режимами резания. При этом моделируются траектории обработки поверхностей с проведением бэкплота и твердотельной верификации, а затем осуществляется постпроцессирование (преобразование полученного в результате верификации CL-файла в файл УП для станка с ЧПУ).

Предлагаемый подход к моделированию и оптимизации процесса лезвийной обработки материалов может быть использован в учебном процессе технических вузов, готовящих специалистов в области технологии машиностроения [1], а также будет полезен для конструкторов и технологов, разрабатывающих новые виды инструментов и технологии металлообработки.

Список литературы

1. Пестрецов, С.И. Компьютерное моделирование и оптимизация процессов резания : учеб. пособие / С.И. Пестрецов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 104 с.

Technique of Optimum Designing of Edge Processing of Materials

S.I. Pestretsov, A.A. Rodina

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: application of CAD/CAE/CAM-systems; chip making and vibration resistance of cutting process; edge processing of materials.

Abstract: The algorithm of optimization of design data of the cutting tool and regime parameters of edge processing of materials with respect of power load on cutting tool is offered, stability of chip making and vibration resistance of cutting process. Thus the algorithm of optimization assumes the application of CAD/CAE/CAM-systems.

© С.И. Пестрецов, А.А. Родина, 2010