

# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЕ

---

УДК 621:004.896

*К.А. Алтунин, Е.В. Шашкова\**

## БЛОЧНО-МОДУЛЬНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ САПР ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Процесс резания представляет собой сложный комплекс физико-механических, теплофизических и других явлений, которые протекают одновременно, взаимосвязаны между собой и образуют единую систему, которая называется системой резания [1].

В системе резания рассматриваются входные, функциональные и выходные параметры.

Входные (или первичные) параметры подразделяют на определяющие, управляемые и возмущающие.

К определяющим, или обязательным, параметрам относят марку обрабатываемого материала, вид обработки резанием, точность и качество обработки и другие параметры, значения которых регламентируются технологическим процессом обработки и не могут быть изменены произвольно.

К управляемым параметрам относятся: способ получения и величина припуска заготовки; марка инструментального материала, конструкция и геометрия режущего инструмента; тип, модель станка и приспособления; режим обработки; состав и способ подачи технологической среды и др.

Среди возмущающих параметров процесса резания можно выделить систематические и случайные параметры. К числу систематических возмущающих параметров можно отнести изменение скорости, глубины резания, геометрии инструмента и другие, которые вызваны конструктивными особенностями обрабатываемых деталей и кинематикой резания.

К возмущающим параметрам резания случайной природы относятся неконтролируемые колебания физико-механических свойств заготовки и инструмента, припуска на обработку, статических и динамических характеристик оборудования и системы СПИД и др.

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» С.И. Пестрецова; д-ра техн. наук, зав. кафедрой ФГБОУ ВПО «ТГТУ» М.В. Соколова.

К выходным (или вторичным) параметрам процесса резания относят точность обработки, свойства поверхностного слоя детали, стойкость, износ режущего инструмента, производительность обработки и экономические показатели.

Так как до настоящего времени реальная физическая природа влияния входных параметров на выходные до конца не выявлена, то связь между первыми и вторыми можно рассматривать как «черный ящик», функциональные параметры которого определяются совокупным действием кинематики процесса резания и физических явлений, вызванных этим процессом. Функциональные параметры количественно характеризуют физико-химический механизм процесса резания, определяя его протекание во времени.

Исследования системы резания основаны на определении функциональных связей между ее элементами. Основными ее связями являются функция, связывающая входные параметры с процессом резания, и функция, связывающая процесс резания с выходными параметрами. Конечным результатом исследований является получение функции, связывающей получаемые выходные параметры с задаваемыми входными и складывающейся из ряда математических зависимостей, связывающих отдельные физические явления, составляющие процесс резания. Следует отметить большое число этих составляющих функций, а также сложность их аналитического определения.

Качество системы резания определяется ее механическими, тепловыми, электрическими и другими свойствами, поэтому систему резания можно разделить на ряд частных подсистем: механическую, тепловую и т.д. Все они являются замкнутыми, т.е. выход одного элемента связан со входом другого. Структурная схема процесса резания определяет как строгую аналитическую, так и вероятностную взаимосвязь входных и выходных параметров. Такой подход позволяет установить роль отдельных физических явлений и на основе этого обеспечить оптимизацию процесса резания, т.е. достижение заданного качества поверхности и точности обработки при максимальной производительности.

В работе [2] предложен алгоритм оптимизации лезвийной обработки материалов с использованием CAD/CAE/CAM-систем. На основе данного алгоритма были созданы следующие блоки системы автоматизированного проектирования (САПР) для оптимизации процесса резания [3]:

- блок задания исходных параметров, включающий в себя базу данных параметров процесса резания (таких как геометрические параметры режущего инструмента, теплофизические и физико-механические свойства обрабатываемого материала) и приложение, отвечающее за получение начальных данных, и переработку полученной информации;

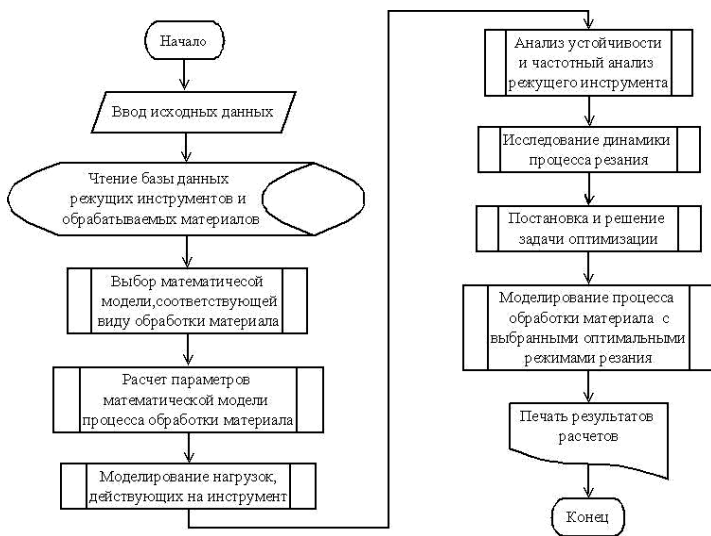
– блок расчета параметров математической модели резания. Математическая модель процесса резания построена по блочному принципу. Она включает в себя блоки определения силовых и тепловых нагрузок, возникающих во время резания;

– блок анализа результатов моделирования нагрузок, действующих на режущий инструмент, осуществленного в программах твердотельного моделирования. Данный модуль исследует напряженно-деформированное состояние режущего инструмента;

– блок исследования динамики процесса резания;

– блок расчета оптимальных параметров процесса резания.

В качестве примера рассматривается токарная обработка основных металлов и сплавов, используемых в промышленности. Укрупненная блок-схема САПР представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Обобщенная блок-схема САПР**

Таким образом, разработанный алгоритм позволяет наиболее полно учесть определяющие, управляемые и возмущающие входные параметры системы резания, моделирует данную систему и дает возможность выбрать оптимальные варианты выходных параметров.

Работа предлагаемой САПР требует сложных вычислений и обработки большого количества информации. Предполагается, что с целью повышения производительности системы и точности вычислений возможно применение искусственного интеллекта, искусственных нейронных сетей (ИНС) и методов нечеткой логики в математическом

моделировании процессов механической обработки материалов. Таким образом, данная САПР может стать интегрированной интеллектуальной системой, в которой нейросетевые технологии могут быть полезными при создании набора базовых программных моделей-блоков, наделенных определенными свойствами соответствующими некоторым реальным процессам или явлениям, для дальнейшего их комбинирования в более сложных системах.

Нейронная сеть, обладая способностью к накоплению и последующей репрезентации опытного знания, может стать достойной альтернативой полноценной математической модели и быть использованной для поиска оптимальных решений.

Также методы искусственного интеллекта могут быть применены для определения управляемых параметров системы резания. Одним из примеров применения ИНС является получение требуемой шероховатости заданным инструментом [4]. Входы ИНС при этом – вид обработки, условия резания, тип крепления заготовки, ее материал, выходы – параметры, определяющие режущий инструмент.

Таким образом, рассматривая применение различных методов искусственного интеллекта к постановке и решению задач моделирования и оптимизации процессов резания можно перейти к созданию интеллектуальной САПР процессов механической обработки материалов. Применение данной системы в производстве могло бы существенно повысить эффективность технологического процесса.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыжкин, А.А. Обработка материалов резанием: учеб. пособие / А.А. Рыжкин, К.Г. Шучев, М.М. Климов. – Ростов н/Д. : Феникс, 2008. – 411 с.
2. Пестрецов, С.И. Методика оптимального проектирования процессов лезвийной обработки материалов / С.И. Пестрецов, А.А. Родина // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2010. – № 10 – 12 (31). – С. 369 – 372.
3. Концепция создания системы автоматизированного проектирования процессов резания в технологии машиностроения / С.И. Пестрецов, К.А. Алтунин, М.В. Соколов, В.Г. Однолько. – М. : Издательский дом «Спектр», 2012. – 221 с.
4. Özel, T. Predictive Modeling of Surface Roughness and Tool Wear in Hard Turning Using Regression and Neural Networks / T. Özel, Y. Karpat // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2005. – Т. 45. – С. 467 – 479.

*Кафедра «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*