

Подходы к повышению степени автоматизации разработки технологических процессов

Е.В. Маерова, email: mayorova68liza@mail.ru ¹

А.И. Скоморохова, email: nasta373@mail.ru ²

¹ ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

² ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

***Аннотация.** Рассматриваются современные решения в области повышения автоматизации подготовки технологических процессов для операций, выполняемых на станках с ЧПУ. Обоснована актуальность разработки универсальных циклов обработки резанием.*

***Ключевые слова:** технологический процесс, САПР, обработка резанием, ЧПУ.*

Введение

Одна из важнейших задач, которая ставится перед технологией машиностроения, – повышение производительности труда при сохранении требуемого качества выпускаемой продукции с наименьшей себестоимостью. В настоящее время это достигается повышением степени автоматизации производства, применением накопленного опыта и научных знаний в области машиностроения. Широкое распространение получают системы автоматизированного проектирования (САПР) и математическое моделирование процессов с применением вычислительной техники [1-3].

По целевому назначению САПР в общем случае подразделяются на:

– CAD-системы (Computer-aided design), предназначенные для конструирования деталей, подготовки чертежей, спецификаций и сопутствующей документации. Эти системы автоматизируют труд инженера-конструктора и позволяют решать задачи проектирования изделий и оформления технической документации при помощи персонального компьютера;

– CAE-системы (Computer-aided engineering), предназначенные для проведения инженерного анализа с целью предварительной оценки работоспособности проектируемого изделия. Их применяют, например, для расчетов конструктивной прочности, анализа тепловых процессов, расчетов гидравлических систем и механизмов и т.д.;

– САМ-системы (Computer-aided manufacturing), предназначенные для выполнения технологической подготовки производства изделия. Их используют для автоматизации расчетов траекторий перемещения инструмента при обработке на станках с ЧПУ и генерирования УП.

Развитие САД/САМ/САЕ-систем продолжается уже несколько десятилетий. Применение САПР во много раз ускоряет и облегчает разработку как конструкторской, так и технологической документации от стадии проектирования на ранних этапах до передачи изделия в производство. При этом достигается сокращение ошибок при осуществлении расчетов, составлении текстовой и технической документации, выполнении чертежно-графических работ.

Наиболее эффективным средством повышения производительности труда является внедрение в технологические линии станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Внедрение на предприятиях станков с ЧПУ значительно облегчило производство сложных деталей высокой точности и вместе с тем изменило применявшиеся ранее подходы к проектированию ТП. Стремление к развитию гибких систем, способных к быстрой переналадке на выпуск новой продукции, и автоматизации труда сопровождается необходимостью детальной проработки всех этапов создания изделия [4-5].

При создании технологического процесса необходимо комплексно решать как технологические задачи, ориентированные на определение параметров операций изготовления данного объекта в заданных производственных условиях, так и организационно-экономические, определяющие форму взаимодействия элементов производства для обеспечения создания детали с требуемыми качественными показателями.

1. Проектирование технологического процесса

В общем виде можно сформулировать следующую последовательность действий, выполняемых при проектировании технологического процесса:

- обеспечение технологичности конструкции изделия;
- разработка маршрутного технологического процесса обработки на основе имеющегося опыта;
- анализ производственных возможностей конкретного предприятия;
- создание операционных карт и эскизов с указанием всех переходов и перемещений режущего инструмента;
- проектирование и изготовление средств оснащения, выбор инструмента;

- разработка УП на основе особенностей условий производства и технологического оснащения с использованием современных САПР;
- оценка экономических показателей и целесообразности принятых решений;
- отработка и внедрение УП в производство, корректировка разработанной технологии на основе эмпирических данных.

Все технологические задачи, решаемые в процессе подготовки производства можно представить в виде структурной схемы (рис. 1).

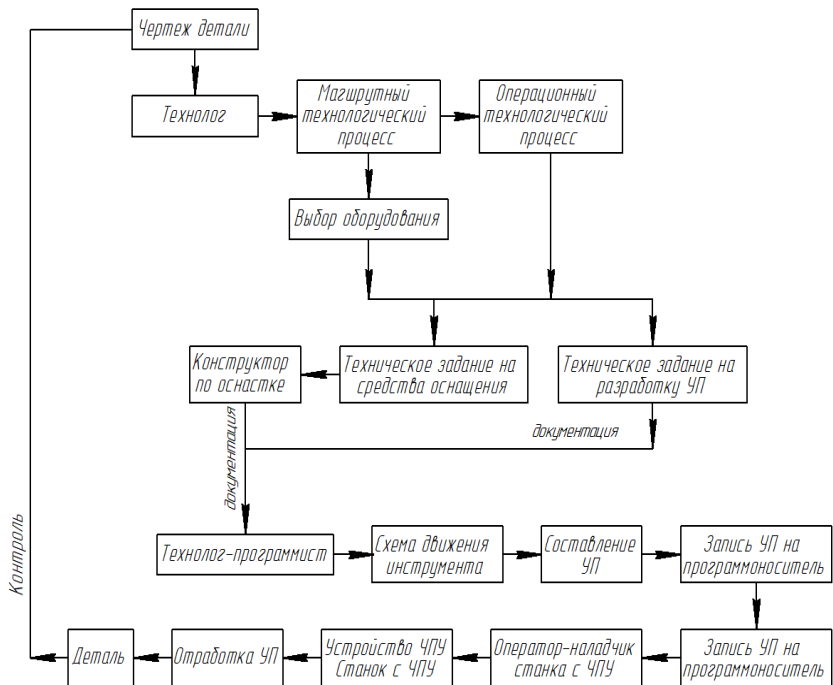


Рис. 1. Структура проектирования технологии изготовления деталей на станках с ЧПУ

2. Разработка управляющей программы

Основным этапом при подготовке технологических процессов механической обработки с применением станков с ЧПУ является разработка и последующее внедрение управляющей программы (УП) в производство.

Существуют три метода программирования обработки для станков с ЧПУ [2]:

- ручное программирование;
- программирование на пульте УЧПУ;
- программирование при помощи САМ-системы.

При ручной подготовке программы составляются в коде и записываются на носитель, после чего производится контроль УП и ее редактирование. Такое программирование является достаточно утомительным занятием, однако в нашей стране существует немало предприятий, где используется именно этот метод. Объясняется это тем, что если на заводе несколько станков с ЧПУ, на которых изготавливаются относительно простые детали, то грамотный технолог-программист способен эффективно работать без средств автоматизации собственного труда.

При программировании на пульте УЧПУ программы создаются и вводятся непосредственно на стойке ЧПУ с использованием клавиатуры и дисплея. Данный метод приобрел популярность благодаря развитию систем ЧПУ, улучшению их интерфейса и возможностей. Особенно эффективен такой подход при наличии постоянных циклов и заранее разработанных подпрограмм, которые оператору достаточно вставить в код основной УП.

При программировании с использованием САМ-систем технолог-программист описывает исходные данные о детали на входном языке системы, задает траекторию и параметры инструмента, а САПР через постпроцессор преобразует УП в понятный машине код. Несмотря на удобство такого подхода, он имеет существенный недостаток в виде необходимости наличия дорогостоящих постпроцессоров для различных станков с ЧПУ. По этой причине интерес представляет написание базовой УП с использованием стандартных циклов и подпрограмм, которые по мере необходимости вызываются при обработке конкретных изделий.

Современные системы ЧПУ обладают большим набором разнообразных постоянных циклов (преимущественно для обработки отверстий, точения контуров, фрезерования, получения элементарных поверхностей и др.), что в значительной степени сокращает затраты времени на написание УП. Однако, при программировании обработки деталей, обладающих сложной конфигурацией, встроенных в систему циклов может быть недостаточно [6].

Для решения этой проблемы в научно-исследовательской лаборатории систем ЧПУ МГТУ «Станкин» была разработана универсальная система ЧПУ «АксиОМА Контрол» [7], позволяющая создавать собственные постоянные циклы в виде параметрических программ, как показано в работе [8]. На основе конструктивно-

технологического анализа определяются геометрические параметры цикла и разрабатывается алгоритм выполнения цикла. После выбора стратегии обработки подготавливается код параметрической программы и осуществляется ее отработка.

Заключение

Стремительное развитие компьютерных и информационных технологий привело к появлению CAD/CAM/CAE-систем, которые являются наиболее продуктивными инструментами для решения указанных задач. Несмотря на то, что программирование с использованием САМ-систем достаточно удобно, существует существенный недостаток, заключающийся в необходимости дорогостоящего постпроцессора для преобразования УП в понятный машине код, что делает актуальным вопрос о разработке универсальных параметрических программ.

Список литературы

1. Digital manufacturing: History, perspectives, and outlook / G. Chryssoulouris [et al.] // Proc. Inst. Mech. Eng. Part B J. Eng. Manuf. – 2009. – Vol. 223. – № 5. – P. 451–462.
2. Ловыгин, А.А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система / А.А. Ловыгин, Л.В. Тверовский. – Москва: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.
3. Мартинова, Л.И. Мировые тренды, возможности и перспективы развития систем ЧПУ станочного оборудования / Л. И. Мартинова, Г. М. Мартинов // СТИН. – 2019. – №7. – С. 28-31.
4. Гурьянихин, В.Ф. Проектирование технологических процессов обработки заготовок на станках с ЧПУ: учебное пособие. / В.Ф. Гурьянихин, М.А. Белов, А.Д. Евстигнеев. – Ульяновск: УлГТУ, 2007 – 121 с.
5. Программирование обработки на оборудовании с ЧПУ. В 2 томах: учебник / Евгеньев Г.Б. [и др.] – Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. – 328 с.
6. Мартинова, Л. И. Разработка постоянных циклов токарной обработки / Л. И. Мартинова, С. Ю. Цай // Вестник МГТУ «Станкин». – 2021. – № 4(59). – С. 8-12.
7. ЧПУ "АксиОМА Контрол" [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – Режим доступа: <http://www.ncsystems.ru/index.php/ru/chpu-aksioma-kontrol>
8. Martinova, L. I. Development of standardized tools for shopfloor programming of turning and turn-milling machines / L. I. Martinova, R. L.

Pushkov, N. N. Fokin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment 2019 (Sevastopol, 9–13 сентября 2019 г.) – Sevastopol: Institute of Physics Publishing, 2020. – С. 044064.