

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2019-13-55-59>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФОРМЫ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Красильникова В.А., Кугультинов С.Д.

Ключевые слова: система автоматизированного проектирования (CAD), система подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ (CAM), многокоординатная обработка, обработка сложных поверхностей, распознавание конструктивных элементов.

Аннотация. В статье представлен принцип назначения стратегии обработки деталей сложной пространственной формы, получаемых методом фрезерования на станках с ЧПУ, приведен уникальный алгоритм, основанный на распознавании конструктивных элементов.

DESIGNING THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF MACHINING DETAILS WITH COMPLEX SURFACES ON CNC MACHINES

Krasilnikova V.A., Kugultinov S.D.

Keywords: computer-aided design (CAD), computer-aided manufacturing (CAM), multi-axis metal processing, processing of complex surfaces, recognition of the structural elements.

Abstract. The article presents the principle of assigning a strategy for machining details with complex surfaces on CNC machines using a unique algorithm based on the recognition of structural elements.

Разработка выполняется при поддержке Фонда содействия инновациям по программе «У.М.Н.И.К.». Решение конкурсной комиссии Фонда, протокол заседания дирекции № 14 об утверждении итогов конкурсного отбора по программе «У.М.Н.И.К.» от 15 декабря 2017 г.

Создание технологического процесса механической обработки является одной из основных задач инженера-технолога на машиностроительном производстве и относится к предварительной технологической подготовке производства. Основным моментом разработки технологического процесса является выбор стратегии обработки, определение количества технологических переходов, уже от этого назначается оборудование и осуществляется подбор инструмента.

Особую сложность представляет проектирование производства деталей с пространственно-сложными поверхностями: крыльчатки, корпуса, рабочие поверхности штампов и пресс-форм. Удельная значимость таких деталей, в виду их стоимости и сложности проектирования и изготовления очень высокая.

В современном машиностроении удалось значительно сократить количество технологических операций и используемого оборудования за счет применения станков с ЧПУ и возможности обработки по сложным криволинейным траекториям, но такая обработка подразумевает сложную траекторию движения режущего инструмента для каждого элемента детали, что также является весьма трудоемким.

Например, проектирование обработки матрицы и пуансона штампа для деталей сложной конфигурации на предприятии без автоматизированной системы занимает от 6 до 12 месяцев. При наличии же систем автоматизации с разрабатываемым модулем предполагается сократить срок разработки технологического процесса и управляющих программ до 4-5 месяцев [1].

Таким образом, актуальной задачей является сокращение предварительной подготовки производства на стадии выбора стратегии обработки. Создание автоматизированной системы проектирования технологических процессов позволит сократить сроки технологической подготовки производства на 40%, тем самым уменьшив финансовые затраты производства в целом и увеличив его эффективность.

Решением этой проблемы является разработка усовершенствованного метода проектирования и расчета стратегии обработки сложных пространственных поверхностей с использованием систем автоматизированного проектирования.

Твердотельное моделирование осуществляется в системы автоматизированного проектирования ADEM (разработка фирмы ООО «Крона», г.Ижевск). Система ADEM подходит для проектирования деталей со сложными пространственными поверхностями [2].

При проектировании технологии механообработки в современных CAD/CAM системах деталь представляют комплексом конструктивных элементов (КЭ) – простейших геометрических элементов детали. В свою очередь каждый конструктивный элемент представляет собой группировку поверхностей [3]. На рисунке 1 представлена матрица штампа, образованная группой различных конструктивных элементов.

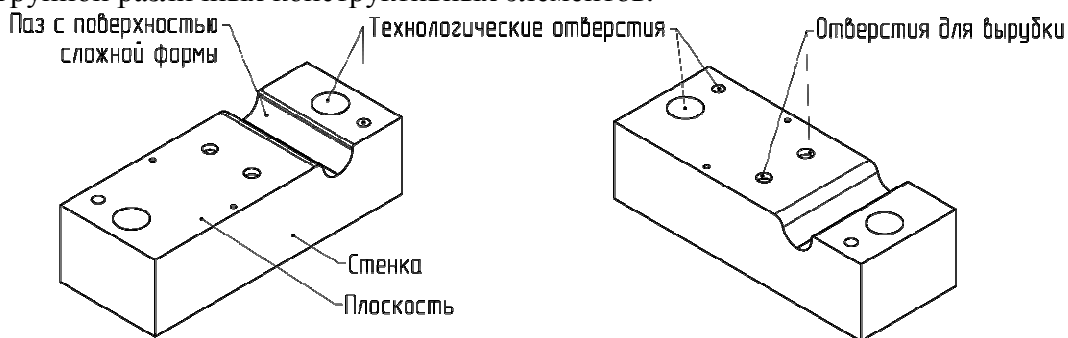


Рис. 1. Конструктивные элементы штампа для вырубki и гибки

Для правильного определения трехмерной модели детали необходимо задать конкретные конструктивные элементы, которые входят в базу данных. Приведем некоторые из них:

Отверстие цилиндрическое – внутренний конструктивный элемент, ограниченный цилиндрической поверхностью. Отверстие может быть глухим и сквозным.

Колодец – внутренний конструктивный элемент, представляющий собой углубление, ограниченное стенками.

Паз – внутренний конструктивный элемент, представляющий продолговатое углубление, ограниченное по крайней мере с двух сторон.

Стенка – наружный конструктивный элемент, который представляет цепочку вертикальных граней.

Для того, чтобы избежать неоднозначности при проектировании технологического процесса рационально производить обработку всех элементов сверху вниз по глубине [4].

При обработке конструктивных элементов, а также сложных поверхностей, в том числе и криволинейных необходимо придерживаться определенного алгоритма. Этот алгоритм представлен в виде схемы на рис. 2.



Рис. 2. Алгоритм назначения стратегии обработки

Проектирование стратегии обработки начинается с ввода данных детали и заготовки: геометрические параметры (3D модель), материал, параметры точности и шероховатости поверхности, срок и объем выпуска продукции. На

основании этих данных выявляется объем удаляемого материала, что в дальнейшем определяет и стратегию обработки.

Следующим этапом необходимо произвести анализ 3D модели детали с разбивкой на конструктивные элементы.

Этап кодирования поверхностей и конструктивных элементов выполняется для поиска аналога с целью сокращения процесса автоматизированного проектирования за счет использования баз данных. Данный этап выполняется на основании классификатора поверхностей и конструктивных элементов.

Для грамотной работы системы формируются первоначальные базы данных со стандартными случаями обработки простых конструктивных элементов. В первую очередь по уникальному коду производится поиск аналога простых конструктивных элементов в базе данных (БД) «Типовых КЭ», каждый конструктивный элемент обладает определенными параметрами, например, у отверстия – это глубина и диаметр, а также точность, от этих параметров в дальнейшем зависит стратегия обработки (для отверстий повышенной точности необходима доработка разверткой). Затем производится определение конструктивных элементов, обладающих сложными поверхностями, образованными сплайнами. Поиск аналога в этом случае производится в БД «Сложных КЭ». Базы данных строятся в виде таблиц и к каждой поверхности назначается код.

Если анализ детали включает, что не все конструктивные элементы представлены в базах данных, то стратегия обработки для данного уникального элемента назначается «вручную», а затем автоматически попадает в базу данных, где в последствии будет использована для подобных случаев.

Далее, на основании шероховатости и точности поверхностей, габаритных размеров детали предлагается стратегия обработки, с учетом таких параметров как глубина резания, количество технологических переходов. Предлагается для каждого типа поверхности предоставлять несколько вариантов стратегии обработки, с целью выбора оптимального. На данном этапе технолог может вносить корректировки в полученный технологический процесс на свое усмотрение.

И финальным этапом является перевод назначенной стратегии в кадры управляющей программы станка ЧПУ для осуществления дальнейшей обработки.

Список литературы

1. Кугультинов С.Д., Хисамутдинов Р.М. Разработка системы создания и эксплуатации инструмента для крупных машиностроительных предприятий на примере ОАО «КамАЗ» // Металлообработка. 2013. №5–6. С. 59–62.
2. CAD/CAM/CAE Observer. – 5(97)/2015. – 88 с.

3. Дружинский И.А. Сложные поверхности: Математическое описание и технологическое обеспечение: Справочник. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. – 263 с.
4. Аверченков В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов: учеб. пособие для вузов / В.И. Аверченков, Ю.М. Казаков. – 2-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА, 2011. – 229 с.

References

1. Kugultinov S.D., Khisamutdinov R.M. Development of a system for creating and operating a tool for large machine-building enterprises on the example of KamAZ // Metalworking. 2013. No. 5–6. P. 59–62.
2. CAD/CAM/CAE Observer. – 5(97)/2015. – 88 p.
3. Druzhinsky I.A. Complex surfaces: Mathematical description and technological support: Handbook. – L.: Mechanical Engineering, Leningrad branch, 1985. – 263 s.
4. Averchenkov V.I. Automation of the design of technological processes: studies. manual for universities / V.I.Averchenkov, Yu.M. Kazakov. – 2nd ed., stereotype. – М.: FLINTA, 2011. – 229p.

Красильникова Валерия Андреевна – аспирант, vkrassilnikova@gmail.com	Krasilnikova Valeriia Andreevna – postgraduate student, vkrassilnikova@gmail.com
Кугультинов Сергей Данилович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сопротивление материалов», kugultinov2015@mail.ru	Kugultinov Sergey Danilovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the department "Resistance of Materials", kugultinov2015@mail.ru
Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, г.Ижевск, Россия	Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

Received 04.02.2019