

Задорожный Н.Ю.,
магистрант каф. ЭМ института Новых материалов и технологий УрФУ
Мирошин Д.Г.,
доцент каф. технологии машиностроения и методики профессионального
обучения РГППУ

Теоретические аспекты интеграции и типизации технологических процессов обработки деталей машин

Аннотация. В статье рассматриваются исторические аспекты развития САПР в машиностроении, анализируются подходы к типизации технологических процессов в механосборочном производстве, исследуются возможности модульного подхода к построению типовых технологических процессов в САПР ТП.

Ключевые слова: числовое программное обеспечение, CAD/CAM/CAE системы, механическая обработка, Siemens NX.

Исторические аспекты развития СПР ТП.

Историю развития CAD/CAM/CAE-систем в машиностроении часто разделяют на несколько этапов.

На первом этапе (до конца 70-х годов) был получен ряд научно-практических результатов, доказавших принципиальную возможность автоматизированного проектирования сложных промышленных изделий. Возможности систем на первом этапе в значительной мере определялись характеристиками имеющихся в то время графических аппаратных средств. Преимущественно использовались графические терминалы, подключаемые к мэйнфреймам, в качестве которых применялись компьютеры компаний IBM

и CDC, или к мини-ЭВМ типа PDP/11. По данным Dataquest в начале 80-х гг. стоимость одной лицензии CAD-системы доходила до \$90000.

На втором этапе (80-е годы) появились и начали использоваться графические рабочие станции компаний Intergraph, Sun Microsystems с архитектурой SPARC или автоматизированные рабочие места на компьютерах VAX от DEC под управлением ОС Unix. К концу 80-х гг. стоимость CAD-лицензии снизилась, примерно, до \$20000. Тем самым были созданы предпосылки для создания CAD/CAM/CAE-систем более широкого применения.

На третьем этапе (начиная с 90-х годов) бурное развитие микропроцессоров привело к возможности использования рабочих станций на персональных ЭВМ, что заметно снизило стоимость внедрения САПР на предприятиях. На этом этапе продолжается совершенствование систем и расширение их функциональности. Начиная с 1997 г., рабочие станции на платформе Wintel не уступают Unix-станциям по объемам продаж. Стоимость лицензии снизилась до нескольких тысяч долларов.

Четвертый этап (начиная с конца 90-х годов) характеризуется интеграцией CAD/CAM/CAE-систем с системами управления проектными данными PDM (Product Data Management) и с другими средствами информационной поддержки изделий.

Принято делить CAD/CAM-системы по их функциональным характеристикам на три уровня (верхний, средний и нижний). В 80-е годы и в начале 90-х такое деление основывалось на значительном различии характеристик используемого для САПР вычислительного оборудования.

Сегодня деление CAD/CAM-систем на САПР верхнего, среднего и нижнего уровней еще сохраняется, хотя и страдает очевидной нечеткостью.[1].

Типизация технологических процессов. Направления типизации.

Типизация технологических процессов является одним из путей повышения уровня технологии, уменьшения объема и сокращения сроков подготовки производства.

При отсутствии типизации изготовление каждой детали или сборка любого узла представляет собой новую задачу. Технологические процессы на штучные и неповторяющиеся партии деталей разрабатываются с применением универсальных способов, с широким использованием разметки при отсутствии, как правило, какой-либо специальной оснастки. Естественно, что это приводит к значительным затратам времени как на изготовление каждой отдельной детали, так и на разработку технологического процесса.

Однако идеи типизации технологических процессов, выдвинутые проф. Соколовским, позволяют находить и распространять общие технологические решения на определенные совокупности деталей. Сущность типизации технологических процессов состоит в том, что на основе предварительного изучения и анализа частных особенностей, свойственных обработке отдельных деталей, производится обобщение лучших достижений практического опыта, причем этим обобщениям придается характер технологических закономерностей, распространяемых затем на соответствующие классификационные группы.

Таким образом, осуществление типизации подразумевает необходимость классификации технологических процессов, которая обычно базируется на конструктивных и технологических признаках обрабатываемых деталей.

При рассмотрении конструкции любой машины довольно легко убедиться, что все детали можно разделить на три следующие группы.

1. Детали, общие для всех или многих машин: фланцы, шпонки, втулки, гайки, болты и другие детали этого вида обычно нормализованы.
2. Детали, отличающиеся между собой по конструктивным параметрам и размерам, но имеющие общность технологических задач: валы, зубчатые

колеса и др. Такого вида детали могут быть названы деталями общего назначения.

3. Специальные детали, присущие только данному виду оборудования: станины ножниц горячей резки, барабаны мельниц, конусы засыпных аппаратов и др.

Типовая технология на нормализованные детали строится на принципах серийного и крупносерийного производства с применением наиболее прогрессивных методов обработки и высокопроизводительной оснастки.

Разработка типовых технологических процессов на нормализованные детали проводится в следующем порядке. Все типоразмеры какой-либо нормали, например фланцев, делятся на ряд размерных интервалов. Затем для каждого интервала составляется типовой технологический процесс, который оформляется для нескольких типоразмеров в одной технологической карте. Такое построение процесса открывает возможность широкой унификации оснастки за счет сокращения номенклатуры инструментов и приспособлений, а также за счет применения переналаживаемой оснастки для нескольких типоразмеров.

Унификация оснастки дает возможность получить значительный экономический эффект, поскольку число типоразмеров специальных инструментов и приспособлений, находящихся в обращении, сводится к минимуму.

Систематизация конструктивных элементов и технологических процессов создает исходные материалы для составления классификации. Эта работа должна охватывать возможно более широкий круг встречающихся в производстве деталей, относящихся к различным машинам. В соответствии с принятой схемой классификации все детали делятся на виды, классы, группы и типы. Под видом понимается совокупность деталей, близких по форме, и соотношению размеров. Классификатор предусматривает несколько совокупностей, например пять: В — валы, оси; Д — диски, фланцы,

шестерни, шкивы, шайбы; Ц — цилиндры, втулки, кольца; К — корпусные детали, плиты, кронштейны, рычаги и Р — разные детали.

Детали каждого вида делятся на классы, представляющие собой совокупность деталей, сходных по своей конфигурации, назначению и методам обработки. Например, в виде Д имеются классы крышек, шестерен, шкивов, блоков; в виде Ц — классы гильз цилиндров, втулок подшипниковых и т. д. Каждый класс обозначается буквой, указывающей, к какому виду он относится, и двумя цифрами от 01 до 99 в порядке регистрации класса.

Классы делятся на группы еще более близких по конструктивной форме деталей, имеющих одинаковую последовательность обработки. Например, внутри класса имеются группы глухих, сквозных крышек и т. д. Группа в классификаторе обозначается двумя цифрами от 01 до 99 в порядке ее регистрации.

Группа, в свою очередь, делится на типы деталей, отличающихся только отдельными конструктивными элементами и имеющих одинаковый технологический процесс обработки. Например, внутри группы сквозных крышек могут быть следующие типы: крышки с гладким отверстием, крышки с уплотнительными канавками и т. п. Номер типа обозначается двумя цифрами от 01 до 99. Например, плоская сквозная крышка с тремя канавками будет обозначаться Д-01, 03, 09, где Д—вид «диски», 01 — класс «крышки», 03—группа «крышки сквозные», 09—тип «плоские с уплотнительными канавками».

На основании проведенной классификации деталей общего назначения создаются технологические инструкции, с указанием назначения операций, технологических баз, исполнительных размеров, межоперационных припусков, станков, приспособлений и т. д.

Возможности САМ – систем с позиций интеграции и типизации технологий обработки деталей машин.

Одно из наиболее перспективных направлений развития САМ-систем – обработка на основе элементов (feature-based machining – FBM). Такой подход позволяет значительно ускорить и упростить программирование обработки призматических деталей на станках с ЧПУ. Featurebased machining – это модуль NX, который дает возможность автоматически распознавать типовые элементы и создавать для них операции обработки. Типовые элементы определяются тремя способами: извлекаются из дерева построения (identification), распознаются по геометрической модели (recognition) и прямым указанием граней и назначением их атрибутов (mapping). Затем распознанные элементы группируются по заданным признакам. Для групп рассчитываются операции, основанные на правилах и шаблонах; подбираются инструмент, метод и параметры обработки. Распознавание ведется на основе твердотельной модели, причем возможна работа с моделями без дерева построения, в том числе и с импортированной геометрией.

Важная особенность этого модуля в NX – возможность автоматически использовать PMI-данные или 3D-технические условия (ТУ) при назначении технологии обработки элементов. PMI-данные применительно к САМ – это размеры, данные о допусках, качестве поверхностей, цветовые атрибуты и др., которые размещаются непосредственно в 3D-пространстве или на модели и могут связываться с ребрами или гранями.

В NX распознается большое количество типовых элементов (features) разного типа. Они, в свою очередь, состоят из простых элементов (elements) типа пазов, отверстий, граней в разном сочетании. Каждый такой элемент – это шаг в полной технологии обработки всего типового элемента. В NX8 добавилась возможность описания пользовательских типовых элементов.

Технология обработки каждого типового элемента описана в базе знаний обработки (Machining Knowledge database) и доступна для редактирования. Выбор операции для каждого шага осуществляется с учетом текущего состояния заготовки. Важно и то, что операциям в базе знаний

назначен приоритет, который обычно связан со стоимостью выполнения каждой из них. Это позволяет при прочих равных условиях выбрать более экономичный вариант обработки.

Для работы с базой знаний обработки в NX имеется Редактор правил обработки (Machining Knowledge Editor). Он позволяет создавать или модифицировать последовательность операций для обработки типовых элементов, чтобы учесть особенности конкретного производства.

Модульный подход к разработке типовых технологий обработки поверхностей деталей машин.

Модульный принцип – это построение различных технических систем с разнообразными характеристиками путем компоновки их из типовых модулей ограниченной номенклатуры.

Модульный принцип в машиностроении призван связать в единую систему проектирование изделий, разработку технологических процессов, создание средств технологического оснащения и организацию производственных процессов. Таким образом, все эти этапы должны отвечать определенным требованиям и обладать определенными свойствами, должны быть организованы на основе одной единой технологии - модульной технологии.

Началом использования модульной технологии в машиностроении явилось нахождение элементарных единиц, а именно конструктивных элементов деталей, названных как модуль поверхности или модуль поверхностей. Данные модули поверхностей представляют собой отдельные поверхности или совокупность поверхностей детали, обрабатываемые за один ее установ и обладающих определенными свойствами.

На сегодняшний день разработана и классификация модулей поверхностей, на верхнем уровне которой все модули разделены по служебному признаку на три группы (рабочие, базирующие, связующие). На следующих уровнях классификации модули поверхностей подразделяются по признакам, характеризующим их конструктивно-геометрическое

оформление (внутренние, наружные, тела вращения, цилиндрические, конические, плоские поверхности и т.д.).

Каждому модулю поверхности должны соответствовать свои технологические процессы их обработки и соответственно свое технологическое оснащение.

Проектирование деталей методом компоновки из модулей поверхностей предполагает и иное оформление чертежа – теперь на чертеже детали должны быть указаны модули поверхностей, из которых она состоит, код каждого модуля поверхности в соответствии с их классификацией, порядковые номера и их граф. В спецификации детали также необходим ввод дополнительной информации, отражающей размерные связи модулей поверхностей, определяющие их положение, требования к точности размеров и т.д. Таким образом, конструкторский чертеж детали может быть представлен в более понятном для технолога виде, что значительно снизит время технологического проектирования. Однако на сегодняшний день наибольший интерес представляет автоматическое распознавание конструктивных элементов на 3D-модели детали, так как современные CAD/CAM-системы работают именно с трехмерными моделями. Для этого необходимо не только изменение представления чертежа детали, но и изменение свойств трехмерных моделей, их совершенствование. Например, отверстия трехмерной модели детали должны обладать точностью как диаметрального размера, так и относительного расположения оси, а кроме того и рядом других характеристик, для автоматического создания технологического процесса их обработки.

Вывод.

Такой подход к организации машиностроительных производств хорошо поддается автоматизации. Таким образом, для каждого распознанного конструктивного элемента на трехмерной детали автоматизированные системы смогут самостоятельно применить необходимый технологический процесс его обработки. Однако для этого

необходимо создание четких и однозначных взаимосвязей между модулями поверхностей и технологическими процессами. Необходимо создание классификации технологических процессов обработки модулей поверхностей. Определенную трудность в создании подобной классификации составляет существование большого разнообразия самих технологических процессов, что требует их предварительной унификации, а также выявления основных критериев, которые будут положены в основу классификации технологических процессов.

Список использованных источников

1. История развития систем автоматизации проектирования. Получено из <http://metodpro.ru/>
2. Siemens NX. Получено из <https://ru.wikipedia.org/wiki/NX>