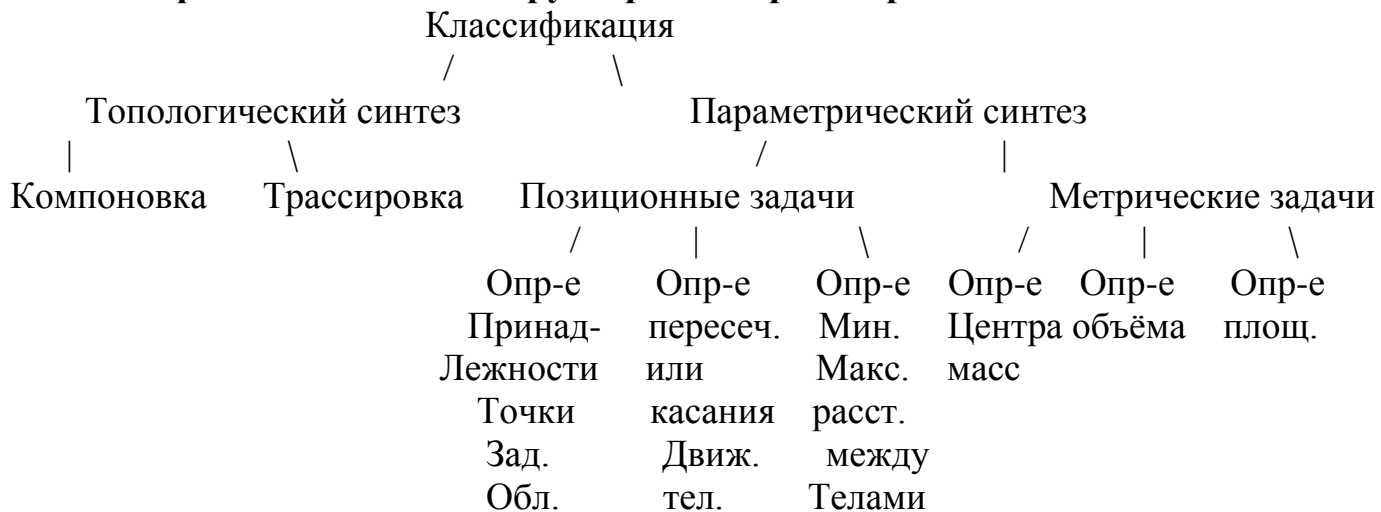


1. Классификация задач конструкторского проектирования.



2. Последовательность конструирования новых объектов.

Этап создания нового объекта в технике:

1. Обоснование необходимости создания нового объекта
2. Предпроектные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.
3. Конструирование (проектирование) – формируется концепция построения нового объекта и его воплощения в чертежах и текстовых документах. Данный этап отвечает на вопрос, что из себя представляет создаваемый объект.
4. Технологическая подготовка производства. Этап посвящен проектированию технологических процессов изготовления объекта спроектированного на предыдущем этапе. Отвечает на вопрос, как изготавливается изделие.
5. Изготовление объекта
6. наладка
7. Пуск в эксплуатацию.

Основные этапы конструирования нового объекта

1. Анализ назначения технологических процессов, находящихся в новом объекте.

Анализ исходных данных для конструирования

- исслед св-ва исх перераб в-в и конечных продуктов
- протек процессы
- изуч конструкция
- режимные параметры (давление, температура и т д)

2. Этап топологического проектирования, составление структурной схемы проектируемого объекта (компановка, трассировка)

Формир струк-а конструкции будущего об-та

Интеллект задачи (человек)

задачи ЭВМ

-компоновки

-трассировки

3. Параметрический синтез

Уточнение всех размеров элементов в проц работы.

Позиционные задачи

Метрические задачи

/		\	/		\
Опр-е	Опр-е	Опр-е	Опр-е	Опр-е	Опр-е
Принад-	пересеч.	Мин.	Центра	объёма	плоч.
Лежности	или	Макс.	масс		
Точки	касания	расст.			
Зад.	Движ.	между			
Обл.	тел.	Телами			

4. Оптимизация режимов работы объектов

Определ оптим парам-в (темп-ра, расход, концентрация, давление и т д)

5. Расчёты конструкций

Опред размеров констр-х элементов, а именно толщины стенки аппарата, сланцев, змеевиков, рубашек; выбор материала

Производ силовые и энергет расчёты

Силовые расчеты

6. Подготовка и оформление проектной документации

-текстовая

-графическая

Всё оформл по ЕСКД

ГОСТ на разраб констрок док-и:

1 эскизный проект 2

2 техн-й пр-т 3,4

3 рабочий проект 5,6

Анализ объекта конструирования.

В качестве объекта будем рассматривать технологическую машину.

Технологическая машина – устройство, в котором производятся изменения состояния физических, химических свойств, формы, положения элементов.

К технологическим машинам могут быть отнесены различные механические устройства, аппараты хим. технологии, ЭВМ и т.д.

Технологическая машина – как правило состоит из следующих составных частей:

1. Корпус – основная несущая часть конструкции, на которой закреплены все основные элементы.
2. Устройство ввода-вывода – подводит к машине сырье, энергию, информацию и отводит готовую продукцию.
3. Исполнительные устройства – органы, благодаря которым осуществляется действия, ради которых создается Технологическая машина.
4. Энергетический привод – устройство, снабжающее Технологическую машину энергией.
5. Устройство управления
6. Устройство нагрева-охлаждения
7. Устройство смазки

Иерархия:

Деталь – Сборочный узел (узел n-го уровня) – Комплекс – Комплект

3. Понятие топологического проектирования.

На этапе топологического синтеза решаются задачи создания обобщенной структуры конструируемого объекта. При этом решаются задачи компоновки элементов и трассировки связей между ними.

Компоновка - размещение элементов на плоскости или в объеме, обеспечивающих выполнение технологической машиной заданных функций.

Трассировка – соединение элементов заданными связями.

При решении задач топологического синтеза важнейшая роль отводится конструктору. При этом используются следующие приемы:

- 1) Метод проб и ошибок
- 2) Конструктивная приемственность
- 3) Метод трансформации и инверсии
- 4) Метод аналогии
- 5) Метод мозгового штурма

На этапе топологического синтеза две задачи (компоновки и трассировки) успешно решаются с помощью вычислительной техники. Задачи взаимосвязаны и решаются как правило с использованием различных алгоритмов.

4. Задачи компоновки и алгоритмы их решения.

Это построение сложного объекта из элементов более низкого уровня.

Дано: набор элементов (количество и размеры), критерии сравнения компоновочных решений.

А) Площадь (объем), занимаемый скомпонованной схемой. (мин)

Б) Суммарная длина всех связей между элементами (мин)

В) Экономические затраты (мин)

Ограничения:

- 1) Элементы не могут располагаться в одном месте пространства;
- 2) Связи не могут пересекаться;
- 3) Удобство обслуживания(около каждого элемента должна быть зона, свободная от других элементов);
- 4) Иногда необходимо предусмотреть минимально расстояние между связывающими линиями;
- 5) Элементы или связь не могут располагаться в некоторых, заранее определённых местах;
- 6) Заданная площадь (объём), на которой требуется скомпоновать схему.

Постановка задачи компоновки:

Пусть необходимо разместить n элементов на плоскости, аппроксимируя каждый элемент прямоугольником, в качестве базовой точки возьмём элементарную точку.

Пусть даны связи между элементами. Необходимо найти координаты базовых точек всех n элементов, при которых площадь, занимаемая всеми n элементами минимальна, при выполнении перечисленных выше ограничений. Таким образом, в данном случае, мы имеем плоскую задачу, где площадь сводится к минимуму.

Алгоритмы решения задач компоновки:

- 1) Метод полного перебора;
- 2) Последовательный алгоритм: размещение элемента осуществляется с учётом размещения предыдущих, на первом этапе – ранжирование элементов по важности, на втором осуществляется размещение одного наиболее важного и т. д. Достоинство – быстрота. Недостатки – не всегда оптимально решение.
- 3) Параллельно последовательный алгоритм: Конструктором задано некоторое базовое размещение части элементов, после чего остальные элементы размещаются по последовательному алгоритму.
- 4) Итерационный – задаётся исходное размещение всех элементов, делается любым методом нелинейного программирования (градиентным, симплексным и т.д.), шаг путём изменения положения элементов. Если шаг удачен, то движение продолжается в данном направлении. Исходное размещение может быть случайным, а может быть решением задач компоновки последовательным или параллельно последовательным алгоритмом.
- 5) Эвристический алгоритм.

6. Задачи трассировки и алгоритмы их решения.

Компоновочная схема – исходные данные, на ней уже размещены элементы. Плюс связи между элементами, критерий – суммарная длина всех связей.

Ограничения:

- 1) Трасса не может проходить через элемент
- 2) Трассы не могут пересекаться
- 3) Расстояние между трассами не менее заданного
- 4) Расстояние между трассой и элементом не менее заданного
- 5) Количество поворотов каждой трассы не более заданного
- 6) Длина трассы от i -го к $i+1$ -ому элементу не более заданной

Постановка задачи трассировки:

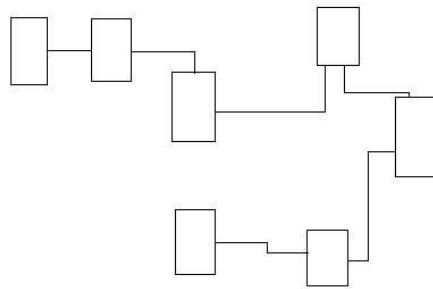
Необходимо соединить все скомпонованные элементы таким образом, чтобы суммарная длина всех связей была минимальной при выполнении ограничений.

Алгоритмы решения:

- 1) Волновой

Основан на дискретном принципе оптимальности Беллмена (во-первых распространение числовой волны от входа к выходу, во-вторых – в обратном направлении).

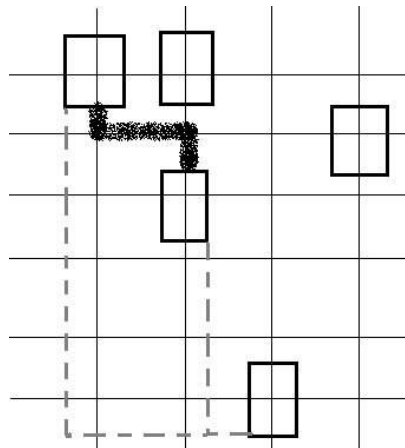
90% занимает расчет волны в прямом направлении, а 10% - в обратном.



- 2) Лучевой

Суть состоит в проложении трасс вдоль некоторых лучей.

Частный случай – канальный алгоритм, согласно которому трассы могут располагаться лишь в горизонтальном и вертикальном положении.



- 3) Итерационные алгоритмы – задается начальная или исходная трассировка
- 4) Эвристические

7) Понятие параметрического синтеза

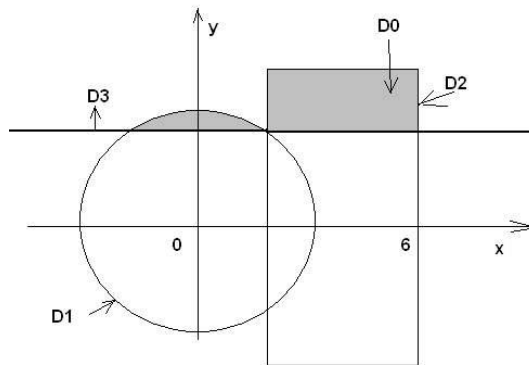
После получения компоновочной схемы на этапе топологического синтеза решаются задачи определения точной геометрии элементов и всего объекта в целом.

Результат: макрометрические характеристики (размеры, форма, положение в пространстве), микрометрические (шероховатость, отклонение размеров от заданных, чистота обработки поверхности).

8) Математические геометрические модели

Для решения всех задач параметрического синтеза требуются геометрические математические модели. Их существует несколько:

- 1) Аналитическая модель (данные модели представляют из себя формульную запись любой линии или поверхности на плоскости или в пространстве)
$$x^2 + y^2 - R^2 = 0$$
- 2) Алгебраические (в них алгебраическим способом задается набор областей, нужная нам область получается путем логического объединения (и/или) заданных областей).



$$D0 = (D1 \vee D3) \wedge (D3 \vee D2)$$

- 3) Каноническая модель – используется когда геометрию можно задать однозначно при помощи некоторых параметров, например, окружность однозначно определяется координатами центра и радиусом.

4) Каркасная модель

Поверхность объекта разбивается равномерной сеткой.

Элементы полученного каркаса аппроксимируются поверхностями, сегментами и тд.

5) Рецептторные модели

0000000

0001000

0011100

1100000

1100000

1000000

0000000

9) Позиционные задачи и алгоритмы их решения

Задачи параметрического синтеза делятся на позиционные и метрические.

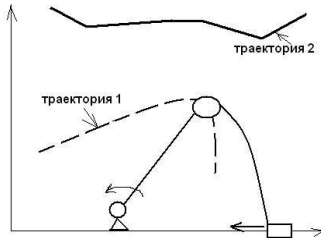
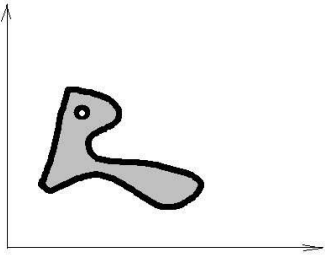
Позиционные – определение принадлежности точки заданной плоской или объемной области.

- определить принадлежность точки замкнутой плоской или объемной фигуре
- Определение касания 2х объектов в процессе движения.

$$\rho = \max |y_1(x) - y_2(x)|$$

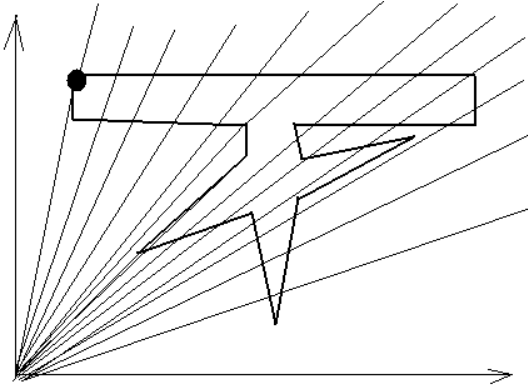
$$0 \leq x \leq X$$

- Определение минимального или максимального расстояния между 2мя элементами в процессе движения.



10) Метрические задачи и алгоритмы их решения.

Метрические – определение площади поверхности плоского или объемного тела или его частей.



- Определение объема – разбиением на элементарные части.
- Определение центра масс.
- Определение момента инерции.

11) Силовые расчеты конструкций.

Расчет динамики машин.

На механическую систему действует ряд сил:

1. Сила полезного сопротивления (того, ради чего создана машина)
2. Сила трения
3. Сила тяжести звеньев
4. Сила подаваемая от привода для преодоления первых трех.

Основная цель силового расчета заключается в нахождении этой самой 4ой силы, в зависимости от первых трех. Это требуется для последующих расчетов элементов конструкции на прочность, энергетических расчетов в том числе и расчета КПД.

Расчет уравнивания масс.

При нем необходимо рассчитать уравнивающие массы, при которых центр масс совпадает с центром вращения и воздействие сил инерции на механизм минимально. Для этого используют принцип Даламбера. Различают статическое и динамическое уравнения.

12) Расчеты конструкций на прочность

Исходные данные:

1. Конструктивная характеристика объекта (габариты, размеры, объем и т.д.)
2. Технологические параметры, температура и давление в аппарате.
3. Действующие силы.

Надо найти материал, из которого изготавливаются различные части объекта, толщину стенок, и других элементов, обеспечивающих необходимую жесткость и прочность конструкции.

Жесткость – способность конструкции сохранять форму при действующих на нее заданных силах.

Прочность – способность противостоять разрушению при заданных силах.

Информация о методах расчета конструкций на жесткость и прочность собрана в специальной литературе и представляет собой как правило несколько несложных и простых для программирования формул. Информация о коэффициентах, зависящих от материала, представлена в справочниках в табличной форме, из которой удобно формировать базу данных.

При разработке САПР необходимо использовать методики расчета, позволяющие снизить расход материала при сохранении заданных жесткости и прочности за счет использования некоторых конструктивных особенностей, например – ребер жесткости.

13) Автоматизация оформления конструкторской документации.

Интерфейс формирования граф. Документации должен решать след. Задачи:

- 1) Иметь возможность создания и редактирования граф документации, в том числе и разрезов сечений
- 2) Формировать чертежи согласно стандартам ЕСКД
- 3) Возможность копирования, переноса и масштабирования как фрагментов так и чертежа в целом
- 4) Наличие динамических контекстных подсказок
- 5) Возможность работы с произвольными надписями (горизонтальные, вертикальные, произвольные размеры шрифта)
- 6) Возможность формирования размерных линий (обычные, стрелочки, угловые - создание угла, радиуса и длины)
- 7) Возможность формировать штамп и надписи над ним
- 8) Возможность формирования выноски
- 9) Вынос в меню наиболее часто используемых элементов
- 10) Функции отмены предыдущих и восстановление отмененных действий.
- 11) Функции визуальной параметризации
- 12) Возможность работать с данными как в векторной, так и в растровой форме

Требования к подсистеме формирования текстовой документации:

- 1) возможность автомат формирования спецификаций
- 2) автоматическая корректировка спецификации при изменении сборочного чертежа
- 3) возможность использования нестандартных шаблонов спецификаций
- 4) набор заготовок для оформления пояснит записки, отражающий информацию в традиционных разделах пояснительной записки

14)Примеры конструкторских САПР и их проектирующих подсистем.

1. лёгкие компас, автокад

2 средние тефлекс

3 тяжёлые сис-ы в аэрокосм обл, автомобильн промышл

T-flex – Эта система включает в себя 3 взаимосвязанные подсистемы:

1. Подсистема расчетная (автоматизация проектирования штампов, расчет и проектирование зубчатых передач. Расчет многозвенных маршрутных механизмов, расчет пружин, автоматический раскрой материала)

2. Подсистема оформления графической и текстовой документации

3. Подсистема технологической подготовки производства

15 Основные технологические процессы машиностроения.

1Получение заготовки

Заготовки для производства деталей машин, механизмов и т. д. получают литьем, прокатом, штамповкой, ковкой и др. способами.

Литье – процесс получения заготовки путем заливки в специальные формы материала, нагретого до жидкого состояния. Используется для получения корпусных деталей.

Ковка – процесс получения заготовки путем ударного воздействия на материал, нагретый до пластичного состояния.

Прокат – процесс получения заготовки путем прокатывания через специальные вальцы материала, нагретого до пластичного состояния. Основные профили, получаемые прокатом: уголок, швеллер, двутавр, пруток, труба.

Штамповка – процесс получения заготовки путем ударного воздействия пуансона на листовой материал, помещаемый на матрицу. Различают холодную и горячую штамповку, а также плоскую и объемную.

2Механическая обработка

Технологические операции в механической обработке связаны с удалением слоя материала. Получение новых поверхностей путем отделения слоев материала с образованием стружки называется обработкой резанием. К общим видам обработки резанием относится так называемая лезвийная обработка (рис. 1). Лезвийная обработка осуществляется лезвийными инструментами, к которым относятся резцы, фрезы, сверла.

Точение – лезвийная обработка с вращательным главным движением резания и возможностью изменения радиуса его траектории. Разновидности точения: обтачивание, растачивание, подрезание.

Обтачивание – точение наружной поверхности с движением подачи вдоль образующей линии обрабатываемой поверхности (рис. 2).

Растачивание – точение внутренней поверхности с движением подачи вдоль образующей поверхности

Осевая обработка – лезвийная обработка с вращательным главным движением резания при постоянном радиусе его траектории и движении подачи только вдоль оси главного движения резания. Разновидности осевой обработки – сверление, зенкерование, развертывание.

Сверление – процесс получения отверстий. Сверло является более сложным, чем резец инструментом – имеет 5 лезвий. Для процесса сверления важным фактором является геометрия режущей части сверл. Для различных технологий (размеры отверстий, материал заготовки, точность обработки и т.д.) используют различные способы заточки сверл.

Зенкерование отверстий – обработка просверленных отверстий для увеличения диаметра, а также обработка отверстий, отлитых или штампованных, осуществляемых специальным инструментом – зенкером.

Фрезерование – лезвийная обработка с вращательным главным движением резания при постоянном радиусе его траектории, сообщаемым инструменту, и хотя бы одним движением подачи, направленным перпендикулярно оси главного движения резания. В зависимости от вида лезвийного инструмента (фрезы) фрезерование может быть периферийным, торцовым, круговым.

Периферийное фрезерование – применяется для обработки плоских поверхностей цилиндрической (рис. 9, а) или дисковой фрезой. При обработке ось фрезы

параллельна обрабатываемой поверхности; работа производится зубьями, расположенными на цилиндрической поверхности фрезы.

Торцовое фрезерование – применяется для обработки плоских поверхностей торцовой фрезой (рис. 9, з, д). При торцовом фрезеровании ось фрезы перпендикулярна обрабатываемой поверхности; в работе участвуют зубья, расположенные как на цилиндрической, так и на торцовой поверхности фрезы. Торцовое фрезерование имеет ряд преимуществ по сравнению с цилиндрическим – обеспечивает более равномерное фрезерование.

Обработка набором фрез. Используются дисковые (рис. 9, б) и фасонные (рис. 9, е) фрезы.

Шлифование поверхностей – операция резания, осуществляемая абразивным инструментом (шлифовальным кругом) для целей черновой обработки заготовок.

3Технология сборочных процессов

Процесс сборки составляет 20 – 50 % в общей трудоемкости изготовления машины.

Сборку подразделяют на узловую и общую. Объектом узловой сборки являются сборочные элементы машины, объектом общей сборки – сама машина. Детали поступают на сборку после их окончательного технического контроля. Процесс сборки состоит из двух основных частей: подготовки деталей к сборке и собственно сборочных операций. К подготовительным работам относятся: различные слесарно-пригоночные работы, выполняемые при необходимости; окраска отдельных деталей; очистка и промывка деталей; смазывание сопрягаемых деталей, если это необходимо по техническим условиям. К собственно сборочным работам относится процесс соединения сопрягаемых деталей и узлов с обеспечением правильного их взаимного положения и определенной посадки. Различают следующие виды соединений: – *неподвижные разъемные* – которые можно разобрать без повреждения соединяемых и скрепляемых деталей (например, резьбовые);

– *неподвижные неразъемные* – разъединение которых связано с повреждением или полным разрушением деталей (такие соединения получают посадкой с натягом, развальцовкой, сваркой, пайкой, клепкой, склеиванием);

– *подвижные разъемные* – соединения с подвижной посадкой;

– *подвижные неразъемные* – подшипники качения, втулочно-роликовые клепаные цепи, запорные краны.

К сборочным процессам относятся также балансировка собранных узлов. При выполнении сборочных работ возможны ошибки во взаимном расположении деталей и узлов, их повышенные деформации, несоблюдение в сопряжениях необходимых зазоров. Погрешности сборки вызываются рядом причин:

- отклонением размеров и формы сопрягаемых деталей;
- несоблюдением требований к качеству поверхностей деталей;
- неточной установкой и фиксацией элементов машины в процессе ее сборки;
- несоблюдением режима сборочной операции, например, при затяжке винтовых соединений или склеивании;
- геометрическими неточностями сборочного оборудования и технологической оснастки.

Для достижения заданной точности сборки используют методы взаимозаменяемости, регулирования и пригонки. В методе взаимозаменяемости предъявляются высокие требования к точности изготавливаемых деталей, в результате чего сборка сводится лишь к соединению сопрягаемых деталей, что является преимуществом. Кроме того,

унификация деталей позволяет использовать продукцию различных предприятий. Недостаток – высокая сложность и трудоемкость изготовления деталей.

Сборка методом регулирования заключается в том, что точность сборки достигается путем изменения размера заранее выбранного компенсирующего звена (рис. 10). Компенсирующее кольцо подбирается сборщиком по результатам измерения фактического размера замыкающего звена.

Недостаток – большая длительность сборки. Преимущество – универсальность (метод применим к любым деталям, требования к точности их изготовления низкие); простота сборки при высокой ее точности; возможность регулирования соединения в процессе работы. Сборка методом пригонки заключается в достижении заданной точности сопряжения путем снятия с одной из сопрягаемых деталей необходимого слоя материала опиловкой или любым другим способом. Метод трудоемкий и применяется в единичном и мелкосерийном производствах.

16 Основные понятия технологической подготовки производства.

Основные понятия

Подготовка любого производства состоит из научного, организационного, конструкторского и технологического этапов.

Технологическая подготовка включает комплекс работ, обеспечивающих наиболее эффективное применение новых, высокопроизводительных технологических процессов (ТП) с использованием передовых достижений науки и техники на базе максимальной механизации и автоматизации.

Под технологической подготовкой производства (ТПП) в общем случае понимается комплекс работ по обеспечению технологичности конструкции запускаемого в производство изделия, проектированию технологических процессов и средств технологического обеспечения, расчету технико обоснованных материальных и трудовых нормативов, необходимого количества технологического оборудования и производственных площадей, внедрению технологических процессов и управлению

ими в производствах, обеспечивающих возможность выпуска нового изделия в заданных объемах.

Целью технологической подготовки является достижение в процессе изготовления продукции оптимального отношения между затратами и получаемыми результатами.

Одним из важнейших элементов ТПП является отработка на технологичность конструкций деталей, узлов, машин и механизмов.

Технологичной является такая конструкция, которая не только полностью удовлетворяет эксплуатационным

требованиям, но и обеспечивает применение высокопроизводительных методов изготовления изделий, рациональное использование оборудования и материалов, преемственность и повторяемость деталей и сборочных единиц.

Процесс ТПП состоит из эвристических и формализованных методов. Эвристические методы базируются на различных идеях, интуитивном мышлении, способности к изобретательству. Эти методы реализуются высококвалифицированными инженерами. Формализованные методы, которые основываются на физико-математических закономерностях, широко используются при автоматизации ТПП.

17 МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ ПРОИЗВОДСТВА

В настоящее время на машиностроительных предприятиях используют следующие методы реализации ТПП: управление технологической подготовкой производства, вариантного, адаптивного и нового планирования. Следует отметить, что границы методов весьма условны. Возможно сочетание отдельных элементов различных методов.

Выбор метода для конкретной задачи зависит от условий производства, способов изготовления, назначения изделий, а также от субъективных факторов.

Управление ТПП

Метод управления ТПП заключается в организации хранения информации по технологическим маршрутам в соответствии с определенной системой классификации и кодирования и выбора нужной информации в соответствии с требованием заказа.

Этот метод применяется в качестве повторного планирования. Его область применения является ограниченной, так как повторяемость обрабатываемых деталей, как правило, невелика.

18 Метод вариантного планирования технологической подготовки производства.

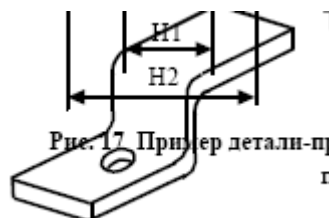
Вариантное планирование

Исходной предпосылкой данного метода является разбиение инженерами-технологами деталей на классы. В каждый класс входят детали, изготавливающиеся по аналогичной технологии. В каждом классе выделяются детали-представители, которые являются обобщенными представителями, включающими все специфические особенности каждой детали. Для такой детали-представителя разрабатывается стандартный технологический маршрут. Для каждой конкретной детали данного класса выбирается вариант стандартного маршрута, являющегося его подмножеством. Вариантное планирование предусматривает возможность уточнения стандартного маршрута путем изменения параметров процесса в определенных границах. Увеличение числа обрабатываемых элементов не допускается.

Вариантный метод наиболее употребим на предприятиях с сильно ограниченной номенклатурой деталей. Ограничения на номенклатуру значительно снижают степень гибкости системы ТПП.

19 Метод адаптивного планирования технологической подготовки производства.

Первым этапом данного метода является построение некоторого множества технологических маршрутов инженерами-технологами. На этапе технологического проектирования осуществляется поиск наиболее близкого к заданному технологического маршрута из имеющихся с помощью определенного классификатора. Далее выбранный технологический маршрут адаптируется к конкретным требованиям заказчика путем добавления, удаления, изменения отдельных шагов проектирования. Рассмотрим в качестве примера ситуацию, когда требуется построить технологический маршрут для



изготовления детали, представленной на рис. 18.

По классификатору определили, что наиболее близким из имеющихся является технологический маршрут для изготовления детали, показанной на рис. 19.

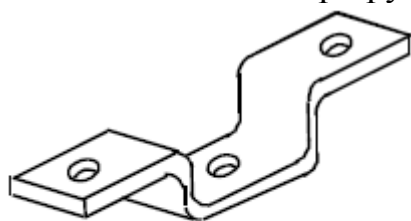


Рис. 19 Деталь для которой
разработан технологический
маршрут

Для построения технологического маршрута для заданной детали из имеющегося технологического маршрута удаляются две операции изгиба пластины и две операции сверления. Кроме того, уточняются размеры (аналогично методу вариантного планирования).

Адаптивное планирование в противоположность методам управления и вариантного планирования обеспечивает порождение дополнительных технологических данных.

20 Метод нового планирования технологической подготовки производства.

Позволяет вести разработку технологических маршрутов для подобных и новых деталей в соответствии с общими и специфическими данными и правилами технологического проектирования. Основой этого служат описания деталей и требования, предъявляемые к ее обработке. Анализ этих требований позволяет выявить возможные пути решения технологических задач и в соответствии с определенными критериями выбрать метод решения. Таким образом, этот метод является и генерирующим, и оптимизирующим. Наиболее ценен в связи с этим и наиболее сложен для автоматизации. Поскольку технологические процессы механообработки и сборки существенно различаются, рассмотрим основные этапы метода нового планирования для этих случаев отдельно. Основные этапы разработки технологического процесса механообработки методом нового планирования следующие.

1 Анализ исходных данных. По имеющимся сведениям о программе выпуска и конструкторской документации на изделие изучаются назначение и конструкция изделия, требования к его изготовлению и эксплуатации.

2 Выбор заготовки. По классификатору заготовок, методике расчета и технико-экономической оценке выбора заготовок, стандартам и техническим условиям на заготовку и основной материал выбирают исходную заготовку и методы ее изготовления. Дается технико-экономическое обоснование выбора заготовки.

3 Выбор технологических баз. Производится оценка точности и надежности базирования. Используют классификаторы способов базирования и существующую методику выбора технологических баз.

4 Составление технологического маршрута обработки (по документации типового, группового или единичного ТП); определяют последовательность технологических операций и состав технологического оснащения.

5 Разработка составов технологических операций и расчет режимов обработки. На основании документации (типовых, групповых или единичных технологических операций) и классификатора технологических операций составляют последовательность переходов в каждой операции.

6 Выбор основного оборудования. Здесь используются спецификации оборудования, данные о параметрах обработки.

В соответствии с заданными критериями, определяется оборудование, на котором должен быть выполнен конкретный технологический переход. При выборе станка производится дополнительная проверка технических и экономических условий использования.

В качестве технических критериев могут использоваться:

- параметры рабочей зоны станка, которые определяют максимально возможную массу детали (или размеры);
- требуемое качество обработки.

7 Выбор вспомогательных средств. Используются каталоги с данными по инструменту, приспособлениям, средствам контроля.

Инструменты, приспособления, зажимные устройства характеризуются как вспомогательное оборудование, так как они определяются основным оборудованием в соответствии с параметрами обрабатываемой позиции. В технологическом маршруте должны постоянно присутствовать данные о необходимых вспомогательных средствах для реализации каждого технологического перехода.

8 Составление программ для станков с ЧПУ.

9 Нормирование ТП. Устанавливаются исходные данные расчета норм времени и расхода материалов; производится расчет и нормирование труда на выполнение процесса, расчет норм расхода материалов; определяется разряд работ и профессии исполнителей операций (используют нормативы времени и расхода материалов, классификаторы разрядов работ и профессий).

10 Обеспечение требований техники безопасности и производственной санитарии. Используются стандарты системы безопасности труда, инструкции.

11 Выбор оптимального ТП из нескольких вариантов по методике расчета экономической эффективности. При разработке ТП ручными методами количеств вариантов не велико. Использование автоматизированных методов позволяет получить более рациональные решения.

12 Оформление технической документации.

Основные этапы разработки технологического процесса сборки методом нового планирования следующие.

1 Расчет такта сборки и выбор организационных форм сборочного процесса. Такт сборки – частное от деления расчетного фонда (за смену, месяц и т. п.) на программу выпуска изделий за тот же период. Организационная форма – не поточная (стационарная) – при единичном производстве; поточная – при серийном и массовом.

2 Составление технологических схем сборки узлов и изделия в целом, в которых указывается последовательность сборки изделия и его узлов.

3 Проектирование технологических операций сборки: уточняют содержание технологических переходов; определяют схему закрепления базового элемента (детали, узла); выбирают технологическое оборудование, приспособления, рабочий и измерительный инструмент; устанавливают режимы работы, норму времени и разряд работы.

4 Определение состава контрольных операций и испытаний.

5 Обоснование эффективности сборочного процесса. Оценку разработанных вариантов технологических процессов производят, используя абсолютные и относительные показатели. Абсолютные – себестоимость отдельных операций и процесса сборки в целом и трудоемкость сборки узлов и изделия. Относительные – коэффициент загрузки каждого сборочного места, коэффициент загрузки сборочной линии, коэффициент трудоемкости сборочного процесса (отношение трудоемкости сборки к трудоемкости изготовления деталей, входящих в сборочный элемент).

6 Оформление технологической документации.

7 Проектирование специальной технологической оснастки, в том числе подъемно-транспортных средств.

8 Разработка технологической планировки сборочного цеха.

21 Формы и правила оформления маршрутных карт

Формы и правила оформления маршрутных карт установлены ГОСТ 3.1118-82. Они являются унифицированными, и их следует применять независимо от типа и характера производства и степени детализации описания технологических процессов.

Для изложения технологических процессов в МК используют способ заполнения, при котором информацию вносят построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ.

В качестве обозначения служебных символов приняты буквы русского алфавита, проставляемые перед номером соответствующей строки, например, М01, А12 и т.д. Содержание информации по строкам приведено в табл. 1.

Таблица 1

Тип строки	Содержание информации, вносимой в графы строки
А	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция; номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции.
Б	Код, наименование оборудования и информация по
Тип строки	Содержание информации, вносимой в графы строки
	трудозатратам.
К	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием наименования деталей, сборочных единиц, их обозначений, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, коды единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода.
М	Информация о применяемом основном материале и исходной заготовке; информация о применяемых вспомогательных и комплектующих материалах с указанием наименования и кода материала, обозначения подразделений, откуда поступают материалы, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода.
О	Содержание операции (перехода).
Т	Информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ О, следует руководствоваться ГОСТ ЕСТД седьмой классификационной группы, устанавливающих правила записи операций и переходов. Запись информации следует выполнять в технологической последовательности по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ Т, следует руководствоваться требованиями соответствующих классификаторов. Информацию по применяемой на операции технологической оснастке записывают в следующей последовательности:

– приспособления;

- вспомогательный инструмент;
- режущий инструмент;
- слесарно-монтажный инструмент;
- специальный инструмент;
- средства измерения.

Запись следует выполнять по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. Разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять через знак "точка с запятой".

22 Автоматизация методов управления, вариантного и адаптивного планирования.

Автоматизация метода управления ТПП

Характерным для данного метода – наиболее простого и поэтому первого, для которого были разработаны АСТПП, является хранение информации в соответствии с определенной системой классификации и кодирования и выдача этой информации в



удобной для пользователя форме. Основой этого служит наличие множества технологических карт на обрабатываемые детали и определение требований по выполнению заказа (рис. 21).

Код карты отражает различные аспекты классификации: вид заготовки, методы обработки и т.д. Кроме того, система классификации предназначена для организации доступа информации, цель которой состоит в минимизации затрат на поиск.

По виду поиска метод управления использует метод поиска по имени объекта.

Автоматизация метода вариантного планирования

При использовании метода вариантного планирования определенный класс деталей представлен стандартной

технологической картой, которая отражает полный технологический процесс для всех вариантов класса деталей. Функциями этого метода ТПП являются ввод и хранение стандартных технологических карт, их поиск, расчет переменных параметров процесса, выдача карт (рис. 22).

На этапе поиска в базе данных стандартной технологической карты, так же, как и в методе управления, используется метод поиска по имени объекта.



Автоматизация метода адаптивного планирования ТПП

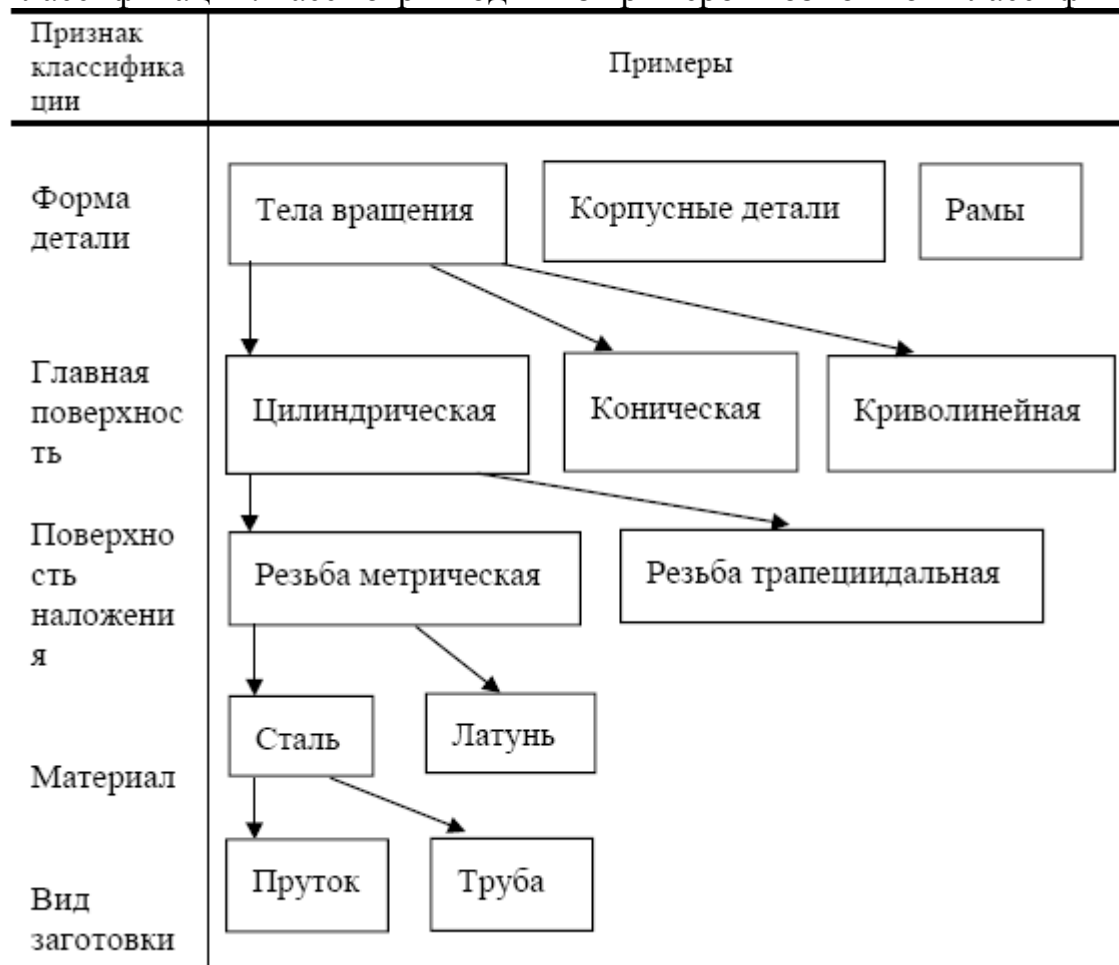
Основные функции метода: ввод и хранение технологических карт, поиск карты-аналога, модификация процесса обработки, проведение дополнительных расчетов (рис. 23).

Поиск аналога может осуществляться методом поиска по имени объекта; ассоциативным поиском – по известным свойствам объекта (геометрические размеры, форма и т.д.) или смешанным поиском – по имени и известным свойствам.



23 Классификация и кодирование деталей.

Детали могут классифицироваться различными методами в зависимости от цели классификации. Рассмотрим один из примеров возможной классификации,



В данном примере основными признаками классификации являются форма детали, основная поверхность и поверхности наложения, материал, вид заготовки. Для уточнения могут быть добавлены признаки: размеры (габаритные, основной поверхности и поверхностей наложения); покрытия; термообработка и т.д. Представленная классификация не единственная; могут быть предложены другие подходы. На базе проведенной классификации осуществляется кодирование информации о детали.

Кодирование деталей

Кодирование может быть осуществлено двумя способами.

Первый способ – кодово-текстовое описание детали. Полученный код (как правило, примерно одна страница печатного текста) содержит полную информацию как о детали в целом, так и о всех ее конструктивных элементах (поверхностях, покрытиях, термической обработке и др.).

Второй способ – конструкторско-технологический код, который содержит обобщенную информацию о детали без излишней детализации.

Код состоит из отдельных фрагментов, описывающих тот или иной признак. Каждый фрагмент имеет фиксированное количество разрядов. Заранее оговаривается, как кодируется признак – цифровым или символьным кодом. Конкретный код каждого признака устанавливается, как правило, по-разному в каждой конкретной АСТПП.

Значение класса детали обозначают в соответствии со Всесоюзным технологическим классификатором деталей машиностроения и приборостроения: тела вращения – код 71; корпусные детали – код 72 и т.д.

Следующий фрагмент кода – обрабатываемая поверхность – может быть закодирован, например, следующим образом.

Сначала кодируется основная форма, как это показано в табл. 5. Элементы основной формы определяют форму детали, ее структуру и габаритные размеры.

Следующий этап – кодирование элементов наложения, т.е. различных поверхностей, образованных в результате последующей обработки поверхностей основной формы или поверхностей наложения (к таким относятся фаски, грани, резьбы, элементы зубчатых зацеплений, отверстия и т.д.). Например, кодирование резьб может быть осуществлено следующим образом: метрическая внутренняя – код 010, метрическая наружная – код 110, трапециидальная внутренняя – код 020, трапециидальная наружная – код 120 и т. д. Аналогично кодируется вид заготовки, например: литье в разовые формы – код 100, прокат круглый 211, прокат квадратный 212, прокат шестигранный 213, прокат трубный 216, штамповка 310 и т.д.

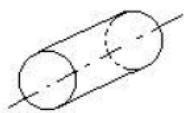

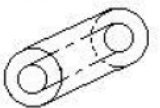
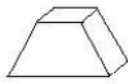

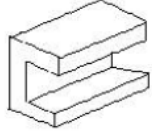
24 Классификация и кодирование технологий обработки деталей и сборки.

Кодирование может быть осуществлено двумя способами.

Первый способ – кодово-текстовое описание детали. Полученный код (как правило, примерно одна страница печатного текста) содержит полную информацию как о детали в целом, так и о всех ее конструктивных элементах (поверхностях, покрытиях, термической обработке и др.).

Второй способ – конструкторско-технологический код, который содержит обобщенную информацию о детали без излишней детализации.

Код состоит из отдельных фрагментов, описывающих тот или иной признак. Каждый фрагмент имеет фиксированное количество разрядов. Заранее оговаривается, как кодируется признак – цифровым или символьным кодом. Конкретный код каждого признака устанавливается, как правило, по-разному в каждой конкретной АСТПП. Значение класса детали обозначают в соответствии со Всесоюзным технологическим классификатором деталей машиностроения и приборостроения: тела вращения – код 71; корпусные детали – код 72 и т.д. Следующий фрагмент кода – обрабатываемая поверхность – может быть закодирован, например, следующим образом. Сначала кодируется основная форма, как это показано в табл. 5. Элементы основной формы определяют форму детали, ее структуру и габаритные размеры. Следующий этап – кодирование элементов наложения, т.е. различных поверхностей, образованных в результате последующей обработки поверхностей основной формы или поверхностей наложения (к таким относятся фаски, грани, резьбы, элементы зубчатых зацеплений, отверстия и т.д.). Например, кодирование резьб может быть осуществлено следующим образом: метрическая внутренняя – код 010, метрическая наружная – код 110, трапециидальная внутренняя – код 020, трапециидальная наружная – код 120 и т. д. Аналогично кодируется вид заготовки, например: литье в разовые формы – код 100, прокат круглый 211, прокат квадратный 212, прокат шестигранный 213, прокат трубный 216, штамповка 310 и т.д.

Эскиз	Код	Эскиз	Код
	001		010
	002		011
	006		203

Рассмотрим пример построения кода детали. В качестве детали будем использовать трубу с внутренней резьбой (рис. 24).

Полученный код (71 002 010 216) расшифрован в табл. 6.

Код	71	002	010	216
Расшифровка	Тело вращения	Труба	Внутренняя метрическая резьба	Заготовка: прокат трубный

Кодирование технологических процессов

Кроме кодирования деталей в АСТПП важное место занимает кодирование технологических операций и переходов. Один из вариантов кодирования: значения

кодов переходов возрастают в соответствии с традиционной в машиностроении последовательностью их применения при обработке деталей. Пример кодирования приведен в табл. 7.

Наименование операции	Код операции	Наименование перехода	Код перехода
Отрезная	001	Отрезать заготовку	001
Слесарная	002	Заправить концы прутка	002
Правильная	003	Править прутки	003
Торцефрезерная	005	Фрезеровать торец № 1;	005
		фрезеровать торцы № 1 и № 2	006
Токарная черновая	010	Точить торец начисто;	010
		наметить центр отверстия;	011
		сверлить отверстие;	012
		расточить отверстие начерно	018

25 Оптимизационные задачи, решаемые при автоматизации метода нового планирования.

Автоматизация этого метода наиболее трудоемка, т.к. при его использовании осуществляется проектирование и документирование ТП на основе введенных данных. По исходным данным (описанию детали и программе выпуска) осуществляется выбор заготовки, построение технологического маршрута, выбор оборудования, осуществляются временные расчеты. Рассмотрим отдельные задачи метода нового планирования.

Выбор вида заготовки и методов ее изготовления Виды заготовок: отливки; прокат; поковки; штамповки; сварные заготовки. В качестве критериев оптимизации выбора заготовок используют:

- себестоимость изготовления заготовки $C_z \rightarrow \min$;
- себестоимость механической обработки заготовки для получения детали $C_m \rightarrow \min$;
- стоимость отходов металла $C_o \rightarrow \min$.

Алгоритм выбора оптимального метода получения заготовки состоит из следующих шагов:

- выбор возможных видов заготовки по материалу детали. В зависимости от вида материала (сталь, чугун, сплавы и т.д.) выбираются методы получения заготовок – отливки, штамповки, прокат, поковки;
- выбор возможных методов изготовления заготовок исходя из серийности детали (единичная, серийная, крупносерийная, массовая); конструктивной формы детали (цилиндрическая, дисковая, пространственная, корпусная и т.д.); массы и размеров детали;
- определение технических характеристик для выбранных видов заготовок (точность, коэффициент использования материала и др.);
- определение себестоимости изготовления заготовки;
- определение себестоимости механической обработки заготовки;
- определение стоимости отходов материала;
- выбор оптимального метода изготовления заготовки для конкретных условий производства.

Выбор технологических баз Алгоритм выбора технологических баз заключается в следующем. После ввода конфигурации детали осуществляется автоматический расчет площадей всех поверхностей детали и их ранжирование в порядке убывания. В качестве основной базы пользователю предлагается поверхность с наибольшей площадью. Если пользователя устраивает данный вариант, то осуществляется переход к выбору вспомогательных баз, если нет – пользователю предлагается следующая по размеру площади поверхность. Выбор вспомогательных баз осуществляется аналогично из поверхностей, оставшихся после выбора основной базы.

Проектирование технологического маршрута Данная задача - главная и наиболее трудная. В методе нового планирования используют различные диалоговые подсистемы формирования технологического маршрута. Исходная информация о детали:

- общие сведения;
- сведения о заготовке (поступают из подсистемы выбора заготовки);
- описание наружных и внутренних поверхностей;
- допустимые отклонения.

Вся исходная информация кодируется.

База данных подсистемы – наборы последовательностей технологических операций; значения параметров для расчета режимов резания и времени обработки. В диалоговом

режиме осуществляется подбор технологических операций, расчет и оптимизация режимов резания, расчет затрат времени на изготовление детали, расчет какого-либо критерия оптимальности (например, себестоимости изготовления детали), оптимизация технологического маршрута по выбранному критерию.

Проектирование технологических операций Каждая технологическая операция, выбранная на этапе проектирования технологического маршрута, проектируется в виде последовательности переходов. Одну и ту же операцию возможно реализовать различной последовательностью отличающихся переходов. Выбор наилучшего варианта осуществляется по критериям: себестоимость операции; время выполнения операции и другим.

Выбор основного оборудования Оборудование для выполнения операций выбирается в зависимости от намеченного состава операций, габаритов и конфигурации детали, требуемой точности обработки, программы выпуска деталей. Состав операции (т.е. перечень поверхностей, обрабатываемых на операции) зависит от возможностей оборудования, и наоборот, оборудование выбирается в зависимости от состава операции, поэтому эти задачи решаются параллельно. База данных о станках содержит следующую информацию: код оборудования в соответствии с классификатором; мощность станка; максимальные размеры сечения резцов, которые можно установить в резцедержателе (для токарного станка); максимальное количество инструментов, которые можно одновременно установить на станке; числа оборотов и др. Выбор оборудования обычно оптимизируется по критерию стоимости.

Выбор инструмента Выбор режущего инструмента осуществляется для каждого технологического перехода. Исходные данные:

- геометрия детали;
- сведения о заготовке;
- технологические характеристики применяемого оборудования.

Инструмент выбирается из справочной базы, охватывающей все его разновидности.

Последовательность выбора инструмента следующая:

- по коду технологического перехода определяется код группы инструмента;
- по модели станка выбирается код подгруппы инструмента;
- уточняются размеры и другие характеристики инструмента по размерам и форме удаляемого металла, чистоте обработки, материалу заготовки и т.д.
- ищется нужный инструмент в базе данных (по сформированным размерам и другим характеристикам).

Оптимизация проектирования сборочных процессов Сборочные работы являются многовариантными как по возможному составу и последовательности операций техпроцесса, так и по составу применяемой оснастки, оборудования, инструмента. В качестве критериев оптимизации используются:

- трудоемкость процесса сборки;
- технологическая себестоимость;
- цикл сборки (время);
- затраты на сборочную оснастку.

Последовательность проектирования: – выбор схемы базирования сборочной единицы; – выбор оптимальной последовательности установки элементов сборочной единицы; – выбор состава и последовательности выполнения операций соединения, доводочных работ; – выбор состава оснастки, инструмента, оборудования; – расчет технико-экономических показателей; – выбор оптимального варианта технологического процесса сборки; – вывод документации.

26 Автоматизация технологической подготовки производства при использовании станков с ЧПУ.

Технологическая подготовка производства для станков с ЧПУ состоит из трех этапов.

1 этап – разработка маршрутной технологии.

2 этап – геометрические расчеты и разработка управляющей программы.

3 этап – подготовка станка к работе и отладка готовой программы непосредственно на станке с ЧПУ.

Первый этап совпадает с ТПП для обычного производства; второй и третий этапы рассмотрим подробнее.

Геометрические расчеты – описание обрабатываемых поверхностей для целей последующего программирования.

Геометрические расчеты включают в себя снятие координат с чертежа и задание базовой и опорных точек.

Базовая точка – такая, куда выводится инструмент перед началом и после завершения обработки.

Опорная точка – в которой осуществляется изменение направления движения инструмента.

По степени сложности геометрические расчеты могут быть классифицированы следующим образом.

Расчет перемещений по контуру:

- прямолинейных плоских;
- криволинейных плоских;
- прямолинейных объемных;
- криволинейных объемных;

Расчет перемещений по эквидистанте:

- прямолинейных плоских;
- криволинейных плоских;
- прямолинейных объемных;
- криволинейных объемных.

Автоматизированные системы ТПП включают решение следующих задач, отсутствующих в ТПП обычных производств:

- автоматизация геометрических расчетов. Программно осуществляются расчеты, особенно сложные для криволинейных поверхностей и расчетов перемещений по эквидистанте;
- автоматизация программирования. Для простых задач – например, для сверлильных станков с ЧПУ – вводится информация о координатах, диаметрах и глубинах отверстий, после чего программа формируется автоматически. Для более сложных задач программа формируется в диалоге с технологом. Далее осуществляется синтаксический анализ правильности программы – компьютер ищет и указывает ошибки, технолог – исправляет. Следующий этап – кодирование программы в коды требуемого станка и вывод перфоленты (или запись на магнитную ленту или гибкий диск) – осуществляется автоматически;
- графическое моделирование траектории движения инструмента для тестирования программ ЧПУ. Данная задача ТПП станков с ЧПУ может быть решена только с использованием вычислительной техники. Построение траектории движения инструмента и вывод ее на экран дисплея или графопостроителя позволяет провести тестирование программы ЧПУ на этапе ее разработки и значительно снизить время на наладку станка с ЧПУ. При решении задач пространственной обработки, для контроля

получаемых программ ЧПУ на графопостроителе (или графическом дисплее), например, для определения глубины сверления, движения фрезы и т.д., необходимо построить и вычислить значения сечений в двух или трех проекциях. Это требует много времени. Кроме того, при решении задачи одновременной обработки по нескольким направлениям часто бывает невозможно однозначно восстановить образ детали по чертежам ее проекций, а значит, и невозможно проверить правильность программы ЧПУ. В этом случае используется изометрическое представление траектории движения инструмента (рис. 29).

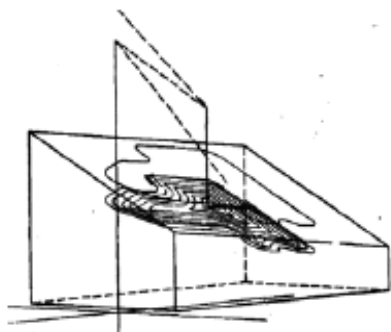


Рис. 29 Траектория движения инструмента в изометрии

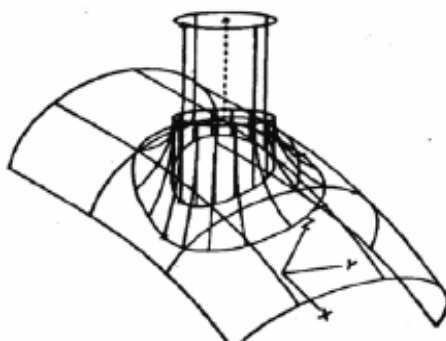


Рис. 30 Сопряжение поверхностей

При этом моделируется возможность поворота деталей (имитация изменения точки наблюдателя) для возможности удостовериться в правильности полученной детали в случае ее сложной формы (например, дважды искривленные фигуры – лопатки турбин и т.д.). Следующий этап – составление программ сопряжения поверхностей, обрабатываемых различным инструментом. Получение чертежей в этом случае также выполняется в изометрии и разным цветом (рис. 30). Для проверки правильности программ сверлений и внутренней обработки, разрабатываются программы получения сечений.

27 Автоматизация технологической подготовки гибких производственных систем.

Гибкие производственные системы (ГПС) представляют собой комплекс технологического оборудования, промышленных роботов, транспортных систем, автоматических складов и системы управления, обеспечивающий производство различных изделий по различным технологиям. В качестве примеров могут быть рассмотрены ГПС механической обработки на базе станков с ЧПУ; многопроцессные гальванические линии; многономенклатурные химические производства (красителей, химикатов – добавок). Технологическая подготовка гибкого производства кроме традиционных задач включает планирование сменно-суточных заданий гибким производственным модулям, в которых указывается, в какое время, на каком оборудовании, по каким технологиям будут изготавливаться детали, изделия, изготовление которых предусмотрено плановым заданием. Брак, сбой и поломки оборудования, несвоевременные поставки определяют изменяющуюся внешнюю по отношению к ГПС среду.

Таким образом, ГПС функционирует в условиях воздействия случайных факторов. Это приводит к необходимости перераспределения изделий по производственным подразделениям для их изготовления в заданные сроки, что в свою очередь требует возврата в систему ТПП для корректировки технологических процессов и планов-графиков управления производственными системами. Время корректировки и эффективность прямой и обратной связей между системой ТПП и ГПС определяет скорость перестройки работы ГПС и потери, возникающие при этом. С течением времени на предприятии изменяются технология, номенклатура выпускаемых изделий. Это требует пересмотра состава и структур производственных подразделений в ГПС. Это еще одна задача ТПП. Динамичность производства, которая характерна для предприятий с единичным и серийным производством, приводит к резкому возрастанию объема работ по ТПП. В период, когда осуществляется ТПП нового изделия, необходимо проектировать до 10 тысяч управляющих программ ЧПУ. Анализ показывает, что трудоемкость проектных работ составляет на предприятиях единичного и серийного производства 50 – 90 % всех затрат на изготовление изделия, т.е. производительность производства все в большей мере становится зависимой не от производительности рабочих мест, а от производительности проектных работ, в том числе ТПП.

В общем случае ТПП ГПС включает следующие этапы:

- технологический анализ производства;
- группирование объектов производства;
- разработка технологического маршрута;
- разработка технологического процесса;
- выбор состава оборудования;
- выбор компоновочной схемы ГПС;
- проектирование и изготовление автоматизированной технологической оснастки;
- разработка управляющих программ для устройств управления, ЧПУ и т.д.;
- разработка календарных планов;
- внедрение.

Рассмотрим подробнее этапы.

Технологический анализ производства. Анализируется оборудование ГПС, возможные технологические операции и переходы, системы команд устройств управления и ЧПУ, и т.д. Группирование объектов производства. Детали и изделия группируются по технологическим признакам для разработки групповых технологий. Данный этап

аналогичен ТПП обычного производства. Разработка технологического маршрута, разработка технологического процесса, выбор состава оборудования аналогичны этапам ТПП обычного производства. Выбор компоновочной схемы ГПС. Компоновочная схема включает комплекс технических средств, обеспечивающий проведение технологического процесса, их расположение, а также схему связей, которые определяют пути движения изделий и их составных частей в процессе производства.

Поскольку на гибкой линии одновременно может обрабатываться несколько изделий, то используются три класса концентрации операций: выполнение операций последовательно, параллельно и параллельно-последовательно. В качестве критериев при решении задачи компоновки используют:

- затраты на изготовление партии деталей $Z \rightarrow \min$;
- производительность линии $PR \rightarrow \max$;
- трудоемкость изготовления деталей $TR \rightarrow \min$;
- количество станков (оборудования), используемых для производства детали $K \rightarrow \min$.

Могут быть и другие критерии.

Задача компоновки – типичная многокритериальная задача. Наиболее распространенный подход для ее решения – метод главного критерия. В качестве главного критерия используют в большинстве случаев PR при ограничениях на Z , или Z при ограничениях на PR . Проектирование и изготовление автоматизированной технологической оснастки – трудноформализуемая задача. Разработка управляющих программ – для ЧПУ рассмотрена выше. При разработке управляющих программ для устройств управления используются языки высокого уровня и методы машинного моделирования. Разработка календарных планов. Задача оптимального планирования чрезвычайно трудноразрешима. Построение графика поступления детали на обработку и графика их обработки осуществляется, как правило, комбинаторно-эвристическими методами и требует больших ресурсов памяти и быстродействия ЭВМ. При этом оптимальное решение удастся получить далеко не всегда. Существенное усложнение в данную задачу вносит необходимость внеплановой обработки деталей. В этом случае необходимо оперативно составить новый график с учетом изменения; на это обычно времени нет; оборудование простаивает или работает не оптимально.

В некоторых случаях используют принципиально другой подход к данной задаче – метод ситуационного управления. В этом случае график не составляется. Поступающая на обработку по любому возможному технологическому процессу заготовка или направляется на гибкую линию, либо, если оборудование или транспорт заняты, ставится в очередь в накопителе. При перемещении обрабатываемой детали по гибкой линии системой управления непрерывно анализируется состояние всех ее звеньев. При этом обслуживаются следующие виды заявок:

- заявки от оборудования, завершающего обработку очередной детали (или партии деталей);
- заявки на транспортное обслуживание. Очереди таких заявок возникают, когда интенсивность поступления заявок превышает интенсивность их обслуживания.

Выбор заявки из очереди может осуществляться различными методами:

- фиксированного приоритета FIFO (First in – first out);
- ситуационного приоритета – в этом случае первой из очереди берется деталь наиболее важная (приоритеты определяются заранее) или используется наименее загруженное оборудование и т.д. При использовании метода ситуационного управления существенно упрощаются программы управления и ускоряются расчеты

28. ПРИМЕРЫ АСТПП

Система автоматизированного проектирования технологических процессов "КАРУС"

Система автоматизированного проектирования технологических процессов "КАРУС" разработана фирмой "АЛТИМ", г. Краснодар.

Принцип действия: гибкое использование диалоговых и автоматизированных процедур принятия решений. В процессе проектирования технологического процесса система помогает технологу выбрать заготовку, создать маршрут обработки (последовательность операций); перечень переходов к операциям.

Система самостоятельно автоматизированными процедурами рассчитывает массу заготовки; выбирает необходимое оборудование; рассчитывает межоперационные припуски и размеры; выбирает приспособления и формирует набор режущего, измерительного и вспомогательного инструмента к операции; рассчитывает режимы обработки и нормы времени для одно- и многоинструментальной обработки.

Все выходные результаты автоматизированных процедур определяются содержанием легко изменяемой базы данных и не зависят от программного обеспечения. Технологу может оперативно изменять любые принятые системой решения при проектировании технологии, хранить, редактировать и распечатывать ранее спроектированные технологические процессы.

Имеются модификации системы для:

- механической обработки;
- сборочных работ;
- холодной штамповки;
- термообработки.

Имеются также программы-спутники:

- расчет норм расхода материалов;
- архив технологических процессов;
- формирование ведомости деталей к типовому техпроцессу;
- связь с графической системой для построения операционных эскизов;
- технологический и конструкторский классификаторы деталей.

Для параметрического проектирования и создания 2D-чертежей и моделей в полном соответствии с ЕСКД и международными стандартами компания «Топ Системы» предлагает программу T-FLEX CAD 2D. Программа T-FLEX CAD 2D особенно эффективна для вариантного, перспективного и параллельного 2D-проектирования, создания сборочных конструкций. Это стало возможным за счет технологий визуальной параметризации, контекстной сборки, диалогового управления проектом и других.

КОМПАС-3D LT — это система трехмерного моделирования для домашнего использования и учебных целей, облегченная версия профессиональной системы КОМПАС-3D.

AutoCAD — двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения, разработанная компанией Autodesk.