

# ВВЕДЕНИЕ

**Н**евозможно представить современную деятельность человека без машин. Потребность человеческого общества в различных видах продукции, производимой с их помощью, определяет необходимость создания и совершенствования машин различного служебного назначения. Технология машиностроения представляет собой отрасль науки, которая занимается изучением закономерностей, действующих в процессе изготовления машин с целью достижения требуемого качества с наименьшей себестоимостью.

Начало формирования технологии машиностроения как отрасли науки относится к периоду появления в России научных трудов, содержащих описание и обобщение опыта изготовления машин, вооружения, изделий литейного и кузнечного производства. Современное представление технологии машиностроения сформировалось на основе трудов многих отечественных и зарубежных ученых и работников промышленности.

Значительный вклад в развитие технологии машиностроения был сделан советскими учеными Б. С. Балакшиным, Н. А. Бородачевым, К. В. Вотиновым, В. И. Дементьевым, М. Е. Егоровым, А. А. Зыковым, А. И. Кашириным, В. М. Кованом, И. А. Когановым, А. М. Кузнецовым, В. С. Корсаковым, А. А. Маталиным, Э. А. Сателем, А. П. Соколовским, Д. В. Чарнко, А. Б. Яхиным и др.

Эффективное развитие хозяйственной деятельности страны во многом определяется техническим прогрессом машиностроения. Увеличение выпуска продукции машиностроения и повышение ее качества осуществляется преимущественно за счет интенсификации производства на основе широкого использования достижений науки, техники и применения прогрессивных технологий.

Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкций машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. Важно изготовить машину качественно, экономично и в заданные сроки с минимальными затратами труда.

Актуальной задачей конструкторов является повышение качества выпускаемых машин, и прежде всего их точности. Технологическое обеспечение точности в процессе изготовления машин — основная задача технологов.

Развитие новых прогрессивных технологических процессов механообработки и сборки способствует конструированию более современных машин и снижению их себестоимости.

Знание технологических закономерностей, позволяющих выявить связи, которые действуют в процессе изготовления машин, является главным условием проектирования высокоэффективных технологических процессов изготовления деталей и сборки машин.

Увеличение номенклатуры выпускаемых изделий, уменьшение сроков их морального старения, обусловленное возрастающей потребностью в новых, более эффективных машинах, вызвало появление нового технологического оборудования, управляемого ЭВМ. Таким образом обеспечивается автоматизированное изготовление деталей небольшими сериями.

# ГЛАВА 1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

## 1.1. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС В МАШИНОСТРОЕНИИ

**П**ревращение предметов природы в полезное для человека изделие происходит в результате производственного процесса. Он включает все этапы, которые проходит исходное сырье по пути его превращения в готовое изделие. Так, для изготовления готовой продукции на машиностроительных заводах требуется выполнить комплекс работ, а именно: завезти на завод необходимые материалы, произвести контроль их качества и количества, организовать транспортировку, учет и хранение на складах. Затем необходимо изготовить заготовки, обработать их и получить готовые детали. В процессе изготовления детали контролируют и транспортируют как внутри цеха, так и между цехами. Из полученных отдельных деталей собирают изделия, которые потом окрашивают, упаковывают и сдают на склад готовой продукции.

**Производственным процессом (ПП)** называется совокупность всех выполняемых этапов, включающих действия людей, работы, применяемые на данном предприятии, орудия труда, которые необходимы для изготовления и ремонта выпускаемой продукции. Для его осуществления современный машиностроительный завод имеет основное и вспомогательное производство. К первому относится производство товарной продукции, ко второму — средств, необходимых для функционирования основного производства. Состав цехов и служб предприятия с указанием связи между ними представляют **производственную структуру** машиностроительного производства.

Производственный процесс осуществляется на **производственном участке** — группе рабочих мест, организованных по предметному, технологическому или предметно-технологическому принципам. Совокупность производственных участков образует **цех**.

Часть объема цеха, предназначенная для выполнения работы одним или группой рабочих, где размещены технологическое оборудование, инструмент, приспособления и стеллажи, называется **рабочим местом**; таким образом, оно является элементарной единицей структуры предприятия.

ПП состоит из отдельных частей-этапов, при выполнении которых происходит качественное изменение объекта производства. Под ним понимает-ся изменение:

- формы или размеров заготовки при механообработке;
- физико-механических свойств материала при термообработке;
- качества поверхности при отделке или покраске, а также изменение относительного положения деталей в процессе сборки изделия и др.

Производственный процесс на машиностроительных заводах включает ряд технологических процессов, например литье, ковку, штамповку, сварку, механическую обработку, термическую обработку, сборку и др.

#### 1.1.1. СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Часть производственного процесса, при выполнении которой происходит качественное изменение объекта производства, называется **технологическим процессом (ТП)**. Его примерами являются изготовление вала или зубчатого колеса, получение заготовки-штамповки или отливки, термообработка (закалка детали), сборка редуктора.

Технологический процесс изготовления изделия или отдельной детали разделяется на этапы, что обусловлено физическими и экономическими факторами. Так, физически невозможно осуществить обработку призматической заготовки со всех шести сторон с одной установки. Или экономически нецелесообразно создавать многшпиндельный станок для одновременной обработки группы отверстий в корпусной детали, изготавливаемой в единичном производстве в количестве 2...3 шт.

Изготовление деталей в общем случае связано с необходимостью обработки различных по геометрии поверхностей — плоских, цилиндрических, резьбовых и прочих, что требует различных методов обработки и оборудования. При этом для достижения требуемой точности предварительную (черновую) обработку заготовки следует отделять от чистовой, финишной, что также предполагает дробление технологического процесса.

Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте одним или несколькими рабочими, называется **операцией**. Она охватывает все действия, выполняемые рабочими и оборудованием над одним или несколькими совместно обрабатываемыми объектами производства. Как следует из определения, для операции характерна неизменность рабочего места, объекта обработки и исполнителей. Например, черновая токарная обработка, выполненная сначала на одном конце вала, а после переустановки — на другом, является одной операцией. Если черновую токарную обработку одного конца вала у всей партии заготовок выполняют на определенном рабочем месте, а потом на том же или другом рабочем месте обрабатывают второй конец вала, то имеют место две операции. Если чистовая обработка заготовки следует за черновой и обе выполняет на одном и том же рабочем месте один рабочий, то все это в целом представляет одну операцию. Если же между черновой и чистовой обработкой выполняют термическую обработку (закалку), то вся работа в целом представляет три операции.

Операция является основным элементом производственного планирования и учета. По количеству необходимых технологических операций определяют трудоемкость технологического процесса, требуемое число рабочих, необходимое количество оборудования и инструмента.

При выполнении производственного и технологического процессов возникает необходимость сопутствующих работ, которые непосредственно не определяют качественное изменение объекта производства, например контроль деталей, их транспортирование, складирование и т. п. Подобные работы являются **вспомогательными операциями** производственного и технологического процессов. Таким образом, различные технологические процессы механической обработки разделяют на операции, которые, в свою очередь, включают выполнение определенных переходов, проходов, приемов, установок заготовки и ее перемещения на заданные позиции.

**Технологический переход** — законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке. При обработке резанием технологический переход представляет собой законченный процесс получения каждой новой поверхности или сочетания поверхностей одним режущим инструментом. Например, на токарно-револьверном станке производят обработку диска: точение, подрезку торца и сверление в торце отверстия (рис. 1.1). Все это выполняется на одном станке различными инструментами, следовательно, представляет собой одну операцию, состоящую из трех переходов: первый — наружное точение в размер  $\varnothing 181,2$ ,  $h 12$ , второй — подрезка торца в размер  $\varnothing 53,6$ ,  $h 12$ , третий — зенкерование отверстия в размер  $\varnothing 78,2$ ,  $h 12$ .

Применительно к сборочным операциям технологический переход представляет собой законченный процесс присоединения одной детали к другой, например установка шпонки на вал, монтаж подшипника на вал, заворачивание винта или гайки, запрессовка втулки и др. На операциях термической обработки технологическими переходами являются нагрев заготовки, закалка, очистка окалины. Таким образом, формирование переходов осуществляется по технологическим принципам, а операций — по организационным.

Технологические переходы при механической обработке могут выполняться за один или несколько **проходов (рабочих ходов)**. Это часть технологического перехода, которая заключается в однократном перемещении инструмента относительно

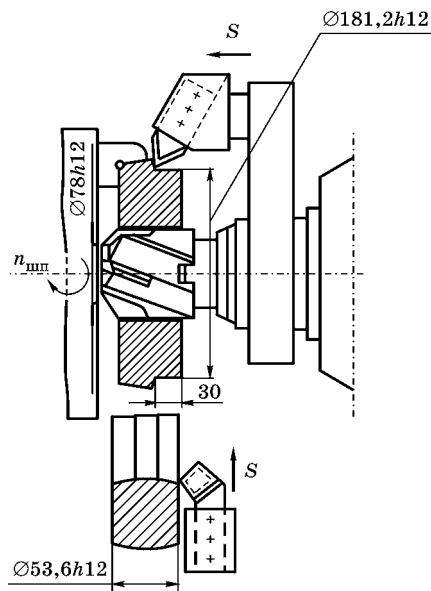


Рис. 1.1  
Технологические переходы, выполняемые на токарно-револьверном станке при обработке диска

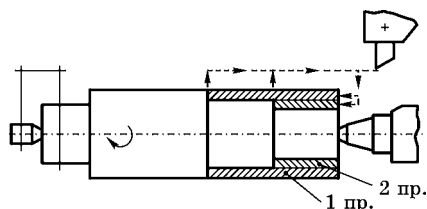


Рис. 1.2

Схема многопроходной обработки ступенчатого валика на токарном станке с ЧПУ:

1 пр. — первый проход; 2 пр. — второй проход.

заготовки, в результате которого с ее поверхности или сочетания поверхностей снимается один слой материала. Так, шлифование валика на круглошлифовальном станке выполняется за несколько проходов. Аналогично точение ступенчатого валика из круглого проката на токарном станке с числовым программным управлением (ЧПУ) также выполняется за несколько проходов (рис. 1.2).

В процессе выполнения операций, помимо технологических переходов, опре-

деляющих непосредственное изменение качественного состояния объекта, выполняют также **вспомогательные переходы** — это часть технологической операции, которая включает законченное действие человека или оборудования без изменения формы, размеров или качества поверхностей. Они необходимы для выполнения технологического перехода. К вспомогательным переходам относятся установка и закрепление заготовки, включение и выключение станка, подвод и отвод режущего инструмента и др.

Итак, технологические операции состоят из технологических и вспомогательных переходов, которые, в свою очередь, включают **проходы** — рабочие и вспомогательные ходы. Они могут быть совмещены во времени за счет одновременной обработки нескольких поверхностей детали несколькими режущими инструментами. Проходы можно выполнять последовательно, параллельно (например, одновременная обработка нескольких поверхностей на агрегатных или многорезцовых станках) и параллельно-последовательно.

Для осуществления обработки заготовку устанавливают и закрепляют с требуемой точностью в приспособлении или на станке. В процессе сборки деталь аналогично устанавливают на сборочном стенде или относительно другой базовой детали.

Процесс придания заготовки (детали) требуемой точности относительно положения при закреплении ее в приспособлении, на станке или в собираемом изделии называется **установом**. При механообработке он представляет собой часть технологической операции, это один из первых выполняемых вспомогательных переходов. Операция может выполняться за один или несколько установов. Например, вал, закрепленный в трехкулачковом патроне, обтачивают с одного конца, затем вынимают заготовку из патрона, поворачивают ее на  $180^\circ$ , повторно закрепляют и обтачивают с другого конца. Таким образом, операция выполняется за два установа.

**Позицией** называют фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции (одного или нескольких переходов). Так, например, при обработке отверстия зубчатого колеса на вертикальном сверлильно-расточном полуавтомате с поворотным столом заготовка проходит четыре позиции (рис. 1.3).

На позиции I происходит установка и сьем заготовки, на II — сверление отверстия, на III — зенкерование, на IV — развертывание отверстия.

Аналогично при обработке заготовки на шестишпиндельном токарном автомате закрепленная заготовка в процессе цикла обработки проходит шесть позиций. Каждый поворот шпиндельного барабана соответствует определенной позиции.

Технологический процесс сборки также разделяется на операции, если собираемое изделие переходит с одного рабочего места на другое. При этом имеют место различные переходы, а также разделение на установы и позиции.

Количество времени, затрачиваемое на выполнение технологического процесса или его части при нормальной интенсивности работы в нормальных производственных условиях, называется **трудоемкостью**. Ее единицей измерения является человеко-час. Различают трудоемкость расчетную (нормируемую) и фактическую.

Для расчета необходимого количества оборудования применяют понятие **станкоемкость** — время занятости работы станка или нескольких станков для выполнения определенной технологической операции, единица измерения — станко-час. Станкоемкость также бывает расчетной и фактической. Различают станкоемкость технологической операции, станкоемкость изготовления детали, станкоемкость изделия.

Для нормирования труда и планирования производства используют понятие **норма времени**, что означает установленное количество труда надлежащей квалификации и нормальной интенсивности, необходимое для выполнения какой-либо операции или технологического процесса в нормальных производственных условиях. Нормы времени измеряют в единицах времени — в часах и минутах с указанием разряда выполняемой работы, например 1,5 ч 4-го разряда.

На малотрудоемкие операции, измеряемые в долях минуты, устанавливают **норму выработки** — количество заготовок, которое необходимо обработать в единицу времени, например 100 шт. в час (шт/ч) или 5 шт. в минуту (шт/мин). При этом также указывают разряд выполняемой работы — 100 шт/ч, работа 3-го разряда.

Промежуток календарного времени, измеренный от начала какой-либо периодически повторяющейся операции технологического или производственного процесса до его окончания, называется **циклом**. Различают цикл операции, цикл изготовления детали, цикл изготовления машины. Последний представляет собой отрезок календарного времени от начала изготовления

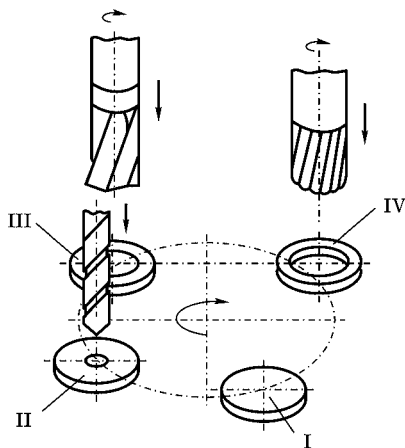


Рис. 1.3  
Схема обработки отверстия зубчатого колеса на четырехпозиционном вертикальном сверлильно-расточном полуавтомате с поворотным столом

первой детали до выпуска готовой машины. Если процесс протекает один раз, то говорят не о цикле, а о продолжительности процесса.

**Тактом выпуска** называют промежуток времени, через который происходит периодический выпуск машины, сборочной единицы, детали или заготовки. Выражение «такт выпуска изделия равен 3 мин» означает, что через каждые 3 мин завод выпускает готовое изделие.

Величина, обратная такту выпуска, называется **ритмом выпуска**. Ритм характеризует скорость выпуска изделий, измеряемую в единицах, — шт./мин, шт./ч.

## 1.2. ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

**Выпуск** изделий машиностроения осуществляется в соответствии с потребностями экономики страны, по запросам рынка. Объем выпуска характеризует количество изделий, подлежащих изготовлению в планируемый период времени — год, квартал, месяц. Программа выпуска определяет состав выпускаемых изделий заданного объема по каждому наименованию в определенную единицу времени — год, квартал, месяц.

**Величиной серии** называют общее количество изделий, подлежащих изготовлению по неизменным чертежам. При переходе на выпуск новой конструкции данного типа изделий или при модернизации изделия происходит изменение чертежей и замена в обозначении изделия. Так, при изготовлении револьверных станков выпускались модели 136, 1Д36, 1М36, при изготовлении токарных станков — 1А62, 1К62.

**Партией** называется определенное количество заготовок, одновременно поступающее для выполнения обработки на одно рабочее место.

В зависимости от количества выпускаемых изделий, их номенклатуры, регулярности и объема выпуска меняются организация производства и характер технологического процесса.

В машиностроении существуют три основных типа производства — единичное, серийное и массовое.

**Единичным** называется производство, характеризующееся малым объемом выпуска однотипных изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматриваются. Продукция единичного производства обычно не имеет широкого применения, это опытные образцы изделий, единичные машины и агрегаты, уникальные станки и пр.

**Серийным** называется производство, характеризующееся периодическим изготовлением или ремонтом изделий повторяющимися партиями. В зависимости от количества изготавливаемых изделий в партии различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство. Примерами продукции являются периодически выпускаемые определенными партиями металлорежущие станки, компрессоры, тепловозы и др. Продукция серийного производства значительно дешевле, чем при единичном производстве, а цикл ее изготовления короче.

**Массовым** называется производство, характеризующееся большим объемом непрерывного выпуска одинаковых изделий по неизменным чертежам в те-

чение продолжительного времени, когда на большинстве рабочих мест выполняется определенная рабочая операция. Характерным признаком массового производства является малая номенклатура и большой объем выпуска изделий. Изделия массового производства находят наибольший спрос. Примерами такой продукции являются подшипники, электродвигатели, холодильники, автомобили и пр.

При оценке типа производства необходимо учитывать не только объем выпуска, но также вид изделия, его габариты, вес и трудоемкость изготовления. Например, изготовление 500 гаек относят к единичному производству, а 500 станков — к крупносерийному. Для определения типа производства используют коэффициент закрепления операции  $K_{з.о.}$ , методика расчета которого приведена в разделе 8.1.

По форме организации и характеру протекания производственный процесс делят на поточный и непоточный.

**Поточным** считается производство, при котором заготовки, детали или сборочные единицы, пройдя определенную операцию, непосредственно передаются на следующую операцию, продолжительность которой равна или кратна такту выпуска. При этом оборудование расставляется по ходу технологического процесса. В результате заготовки, детали и собираемые сборочные единицы находятся в движении постоянного потока, скорость которого определяется тактом выпуска готового изделия. Характерной особенностью поточного производства является соблюдение постоянства такта выпуска изготавливаемого изделия.

**Непоточным** называется производство, при котором заготовки, детали или сборочные единицы проходят не синхронизированные во времени операции с различной продолжительностью пролеживания между ними, без соблюдения постоянства или кратности такта выпуска. Отсутствует ритмичность, такт выпуска не соблюдается (он, по существу, отсутствует), а организация производства основывается на графике, определяющем количественный выпуск изделий к заданному моменту времени — к концу месяца, квартала, года.

Имеет место также **переменно-поточная** форма организации производства. Ее применяют при серийном производстве для периодического выпуска изделий, близких по служебному назначению (например, электродвигатели разных типоразмеров). Другим примером может служить поточная линия, на которой в течение определенного промежутка времени обрабатывают заготовки одного типоразмера. Затем осуществляют переналадку линии для обработки заготовки другого типоразмера.

Поточную форму применяют для организации крупносерийного и массового производства. При таком производстве сокращаются цикл изготовления продукции и межоперационные заделы, а также снижается трудоемкость и себестоимость изделия в целом. Непоточную форму применяют для организации единичного и мелкосерийного производства.

В качестве классификационной категории производства, выделяемой по технологическому признаку методов изготовления изделий, используют также понятие **вид производства**. Например, литейное производство, механо-сборочное, сварочное и др.

# ГЛАВА 2 МАШИНА КАК ОБЪЕКТ ПРОИЗВОДСТВА. СЛУЖЕБНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ И КАЧЕСТВО МАШИН

## 2.1. ВИДЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Различные поверхности деталей машин в общем случае могут быть классифицированы по функциональному назначению на четыре вида.

**Исполнительные поверхности** — поверхности детали, с помощью которых реализуется ее служебное назначение.

**Основные базирующие поверхности** (основные конструкторские базы детали) — поверхности, при помощи которых определяется положение детали в машине.

**Вспомогательные базы** — поверхности детали, при помощи которых определяется положение других деталей, присоединяемых к данной.

**Свободные поверхности** — поверхности, которые не соприкасаются и не контактируют с поверхностями других деталей.

Во многих случаях вспомогательные базы деталей выполняют роль исполнительных поверхностей. В качестве примера на рисунке 2.1 представлен вал редуктора с установленным на нем зубчатым колесом, его исполнительными поверхностями являются боковые поверхности зубьев, обеспечивающие передачу крутящего момента от одного колеса к другому.

Основные конструкторские базы зубчатого колеса — это базовое отверстие, левый торец и шпоночный паз в отверстии, по которым зубчатое колесо устанавливается на вал. В свою очередь, основными базами вала являются опорные шейки под подшипники, торец буртика и шпоночный паз на конце вала, через который передается крутящий момент на вал. Подшипники, определяющие положение вала, установлены в отверстие корпуса. Основные базы подшипника — это

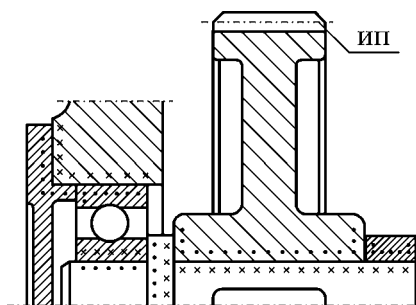
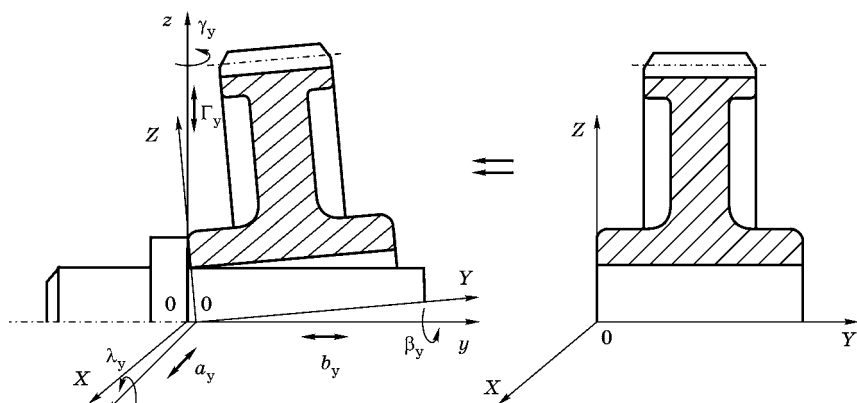


Рис. 2.1  
Схема расположения  
четырех видов поверхностей  
на деталях редуктора:

ИП — исполнительные поверхности; ... — основные базы детали; x x x — вспомогательные базы детали.



**Рис. 2.2**  
Совмещение координатных систем присоединяемой  
и базовой деталей в процессе сборки

цилиндрическая поверхность наружного кольца и его торец, который упирается в крышку. Две крышки закрывают отверстие в корпусе. Основными базами крышки являются фланец и центрирующий пояс, по которым крышка базируется в корпусе.

Положение зубчатого колеса на валу определяют вспомогательные базы вала — это центральная ступень вала и торец его буртика. Отверстия, в которых установлены подшипники, являются вспомогательными базами корпуса. Роль вспомогательных баз выполняют также две торцевые поверхности корпуса, определяющие положение крышек. Вспомогательной базой крышки является ее торец, который определяет осевое положение наружного кольца подшипника.

Анализ приведенной на рисунке 2.1 схемы показывает, что соединение деталей в машинах происходит путем совмещения основных базирующих поверхностей присоединяемой детали, например зубчатого колеса, со вспомогательными базирующими поверхностями базовой детали — вала.

Если с основными базами присоединяемой детали — шестерни (рис. 2.2) — связать координатную систему  $(X, Y, Z)$ , а со вспомогательными базами базовой детали — вала — координатную систему  $(x, y, z)$ , то сборку деталей можно представить как совмещение координатной системы основных баз шестерни  $(X, Y, Z)$  с координатной системой вспомогательных баз вала  $(x, y, z)$ :

$$(X, Y, Z) \Rightarrow (x, y, z).$$

$$\downarrow$$

$$\omega_y$$

Отклонение одной координатной системы относительно другой характеризует погрешность установки зубчатого колеса на вал  $\omega_y$ , которая определяется вектором

$$\omega_y = (a_y, b_y, c_y, \lambda_y, \beta_y, \gamma_y),$$

где  $a_y, b_y, c_y$  — параметры смещения;  $\lambda_y, \beta_y, \gamma_y$  — параметры поворота одной координатной системы относительно другой.

Так как положение детали в изделии определяют ее основные базы, а работает деталь в изделии исполнительными поверхностями или вспомогательными базами, то наиболее важными размерами детали, постановка которых на чертеже обязательна, являются линейные и угловые размеры, определяющие положение вспомогательных баз детали относительно ее основных баз.

Процесс разработки конструктивных форм машины (изделия) и детали обычно выполняют в следующей последовательности:

- четко формулируют служебное назначение изделия с указанием количественных значений параметров;
- выбирают геометрию исполнительных поверхностей машины;
- выбирают законы относительного движения исполнительных поверхностей, т. е. устанавливают кинематические связи между исполнительными поверхностями;
- разрабатывают кинематическую схему машины, в которой реализуются данные связи;
- зная силы, действующие на исполнительных поверхностях машины, рассчитывают нагрузку на каждом из звеньев кинематической цепи;
- зная силы, действующие на каждое из звеньев (деталей), выбирают материал для каждой детали с учетом ее служебного назначения и фактической нагрузки;
- путем расчета определяют размеры и конструктивную форму каждой детали машины.

В общем случае между исполнительными поверхностями машин действуют различные виды связей — механические, электрические, гидравлические и др. Однако все они закладываются в машину при ее конструировании в виде кинематических и размерных связей, т. е. расстояний и поворотов, формируемых между ее исполнительными поверхностями.

### 2.1.1. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ МАШИНЫ И СВЯЗИ МЕЖДУ НИМИ

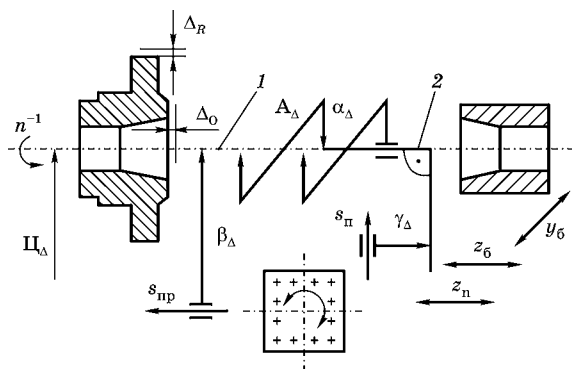
Любая машина (изделие) создается для выполнения определенных задач, которые определяются ее служебным назначением.

**Служебное назначение** — это максимально уточненная и четко сформулированная задача, для решения которой создается данная машина. В формулировке служебного назначения должны присутствовать основные параметры изготавливаемого изделия с обоснованными цифровыми значениями, которые количественно определяют задачу изготовления машины. В качестве примера можно привести формулировку служебного назначения шестеренного насоса трактора: *шестеренный насос предназначен для подачи масла к трущимся поверхностям деталей трактора под давлением 0,6 МПа в объеме не менее 30 л/мин при частоте вращения входного вала 350 об/мин.*

Правильно и четко сформулированное служебное назначение на начальном этапе проектирования машины имеет основное значение для решения технологических задач в процессе ее изготовления.

Помимо служебного назначения, на каждое создаваемое изделие устанавливают определенные **технические требования (ТТ)**, которые должны не-

1 — ось шпинделя; 2 — ось пиноли;  $s_{\text{пр}}$  — направление продольной подачи;  $s_{\text{п}}$  — направление поперечной подачи.



Сдача изготовленного изделия потребителю осуществляется путем контроля и сравнения фактических значений параметров с соответствующими параметрами, заданными в ТТ на изготовление машины. Излишне жесткие приводят к резкому удорожанию машины. Каждое техническое требование должно быть ограничено допускаемыми предельными отклонениями — верхним и нижним, которые определяют соответствующий допуск.

Любая машина выполняет свое служебное назначение с помощью исполнительных поверхностей или их сочетаний. Между ними осуществляются конструктивные кинематические и размерные связи, которые проявляются в процессе эксплуатации. Так, исполнительными поверхностями универсального токарного станка (рис. 2.3) является сочетание поверхностей:

- переднего конца шпинделя и пиноли задней бабки, обеспечивающих базирование на станке обрабатываемой заготовки;
- поворотной резцедержавки, обеспечивающей базирование режущего инструмента.

Кинематические связи определяют точность относительного перемещения исполнительных поверхностей. В рассмотренном выше примере это частота вращения шпинделя  $n^{-1}$ , продольная подача суппорта  $s_{\text{пр}}$  при точении, поперечная подача  $s_{\text{п}}$  при подрезке торцов, подача на оборот шпинделя  $s_0$ , применяемая для нарезания резьбы. Кроме того, на станке имеют место также вспомогательные перемещения исполнительных поверхностей, выполняемые вручную без автоматического привода. Это установочное осевое перемещение задней бабки  $z_6$  и пиноли  $z_{\text{п}}$  в соответствии с длиной обрабатываемой заготовки, а также поперечное смещение задней бабки  $y_6$  для точения конических поверхностей и поворот резцедержавки на угол  $\phi$  при работе с другим резцом.

Размерные связи определяют точность относительного положения исполнительных поверхностей. Они определяют линейные и угловые размеры между исполнительными поверхностями:

$A_{\Delta}$  — соосность оси пиноли и оси шпинделя, при этом ось пиноли должна по вертикали располагаться выше оси шпинделя в пределах допуска  $T_{A_{\Delta}} = 0,02$ ;

$\alpha_{\Delta}$  — параллельность оси пиноли относительно оси шпинделя;  
 $\beta_{\Delta}$  — параллельность направления продольного перемещения суппорта относительно линии центров;

$\gamma_{\Delta}$  — перпендикулярность направления поперечного перемещения суппорта относительно линии центров при поперечном точении;

$\Delta_o, \Delta_R$  — допустимые осевое и радиальное биения шпинделя.

Определяющими размерами являются также расстояние от линии центров до направляющих станины  $\Pi_{\Delta}$  и расстояние до плоскости установки резцов  $P_{\Delta}$ .

Требования к точности размерных и кинематических связей между исполнительными поверхностями вытекают из служебного назначения изделия. В данном примере — исходя из требований к точности обработки детали на станке.

Для перехода от параметров служебного назначения к параметрам связи исполнительных поверхностей используют соответствующие исходные уравнения, которые в общем виде можно записать:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_i),$$

где  $y$  — конкретный параметр служебного назначения;  $x_1, x_2, \dots, x_i$  — аргументы, влияющие на этот параметр, которые определяют связи между исполнительными поверхностями.

Применительно к токарному станку такие уравнения в общем виде можно записать:

- для требования точности получения диаметральных размеров  $\omega_D$ :

$$\omega_D = f(A_{\Delta}, \alpha_{\Delta}, \beta_{\Delta}, \Delta_R),$$

где  $A_{\Delta}, \alpha_{\Delta}, \beta_{\Delta}, \Delta_R$  — параметры, непосредственно влияющие на точность диаметральных размеров, получаемых при продольном точении;

- для требования точности получения линейных размеров при поперечном точении  $\omega_L$ :

$$\omega_L = f(\gamma_{\Delta}, \Delta_R),$$

где  $\gamma_{\Delta}, \Delta_R$  — параметры, влияющие на точность линейных размеров при поперечном точении  $\omega_L$ .

Аналогично точность шага резьбы  $\omega_P$ , получаемой при нарезании ее резцом, зависит от параметров

$$\omega_P = f(s_o, \beta_{\Delta}, \Delta_o, \Delta_R).$$

## 2.2. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МАШИН И ИХ ДЕТАЛЕЙ

Чтобы машина удовлетворяла служебному назначению, она должна обладать необходимым качеством. Под качеством понимается совокупность свойств, которые определяют соответствие машины ее служебному назначению и отличают одну машину от другой. Основными показателями качества машины являются:

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)