

Лекция 4. Классификация технологических процессов изготовления деталей. Основные этапы проектирования технологических процессов. Выбор заготовок. Выбор баз. Составление плана операций и технологического маршрута механической обработки изделия. Технологический процесс сборки.

4.1 Классификация технологических процессов

В зависимости от условий производства и назначения проектируемого технологического процесса применяются различные виды и формы технологических процессов (ГОСТ 3.1109-82).

1. По этапам применения:

- проектный;
- рабочий;
- временный;
- перспективный.

2. По степени унификации:

- единичный,
- тшовой;
- групповой;
- модульный;
- стандартный.

3. По подробности разработки и описания:

- маршрутный;
- маршрутно-операционный;
- операционный.

По этапам производственного процесса еще можно подразделить технологические процессы машиностроения на изготовление заготовок, изготовление деталей, сборки.

Единичный технологический процесс - это технологический процесс изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства. Разработка единичных ТП характерна для оригинальных изделий, не имеющих общих конструктивных и технологических признаков с изделиями, ранее изготовленными на предприятии.

Унифицированный ТП - это технологический процесс, относящийся к группе изделий, характеризующихся общностью конструктивных и технологических признаков. Унифицированные ТП подразделяются на типовые и групповые. Они нашли применение в мелкосерийном, серийном и частично в крупносерийном производствах.

Типовой ТП - это технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками.

Групповой ТП - это технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

В настоящее время появилось новое направление - модульная технология в основе которой лежит модульный ТП.

Модульный ТП - технологический процесс, состоящий из типовых ТП (блоков) изготовления модулей поверхностей, из которых состоит деталь. Модульный ТП объединяет в себе преимущества единичного, типового и группового процессов. Подробное описание принципов проектирования типовых, групповых и модульных ТП приводится.

По стадии разработки, состоянию технологической подготовки технологические процессы делятся на следующие виды:

- перспективный;

- проектный;
- временный;
- стандартный;
- рабочий;

Перспективный ТП - это ТП, соответствующий современным достижениям науки и техники, методы и средства осуществления которого предстоит освоить на предприятии.

Рабочий ТП - это ТП, выполняемый по рабочей документации (разрабатывается только на уровне предприятия для изготовления конкретного изделия).

Проектный ТП - это ТП, выполняемый по предварительному проекту технологической документации.

Временный ТП - это ТП, применяемый на предприятии в течение ограниченного периода времени.

Стандартный ТП ~ это ТП, установленный стандартом.

ТП, в состав которого включаются не только технологические операции, но и другие: транспортирование, контроль, очистка заготовок по ходу ТП, называют комплексным ТП. Комплексные ТП проектируются для автоматических линий.

Технологический процесс разрабатывают на основе имеющегося типового или группового ТП. Для этого по технологическому классификатору деталей формируют технологический код. По коду изделие относят к определенной классификационной группе и действующему для нее типовому или групповому ТП. При отсутствии соответствующей классификационной группы ТП разрабатывают как единичный, с учетом ранее принятых прогрессивных решений в действующих единичных ТП.

Единичная технология предполагает разработку на каждую деталь своего (единичного) технологического процесса, который должен по возможности учитывать все особенности данной детали и ее заготовки.

Разработка единичных технологических процессов характерна для оригинальных деталей, не имеющих общих конструктивных и технологических признаков с деталями, ранее изготовленными на предприятии. Единичный технологический процесс позволяет достичь наивысшего качества изготовления детали в результате возможности учета всех особенностей изготавливаемой детали, ее заготовки и условий обработки. Однако создание такого технологического процесса требует больших затрат времени: чем тщательнее, подробнее разрабатывается единичный технологический про-

цесс, тем больше требуется времени на его разработку и тем выше должна быть квалификация технолога. В результате возникает такая ситуация, когда затраты времени на разработку входят в противоречие с затратами времени на изготовление детали, т.е. становятся значительно больше последних. Примером такого положения может служить разработка технологического процесса изготовления детали на станке с ЧПУ: на разработку и отладку управляющей программы к станку с ЧПУ для изготовления детали средней сложности требуется несколько рабочих дней, а время изготовления детали составляет около часа.

С другой стороны, единичная технология порождает огромное разнообразие, как самих технологических процессов, так и средств их осуществления: оборудования, приспособлений, инструмента. Особенно ярко это проявляется на примере единичного и мелкосерийного производств.

Создание типовых и групповых процессов позволяет избежать повторных и новых разработок при проектировании рабочих технологических процессов, что ведет к сокращению работ по технологической подготовке производства, обеспечивает единство технологических решений, основанных на наиболее совершенных и эффективных методах.

Основы типизации технологических процессов были заложены в конце 30-х годов профессором А.П. Соколовским. Работу по типизации технологических процессов разбивают на два этапа. Первым этапом типизации технологических процессов является классификация деталей машин. А.П. Соколовский считал, что главными признаками классификации являются: конфигурация детали, ее назначение и технологические задачи при изготовлении. Детали, проходящие механическую обработку, он разделил на три основных вида: детали вращения, многоосные детали, плоскостные детали. Эти три вида подразделяются на 15 классов, внутри каждого класса детали делятся на группы, подгруппы и типы, причем на каждой классификационной ступени усиливается идентичность объединенных деталей (рис. 1).

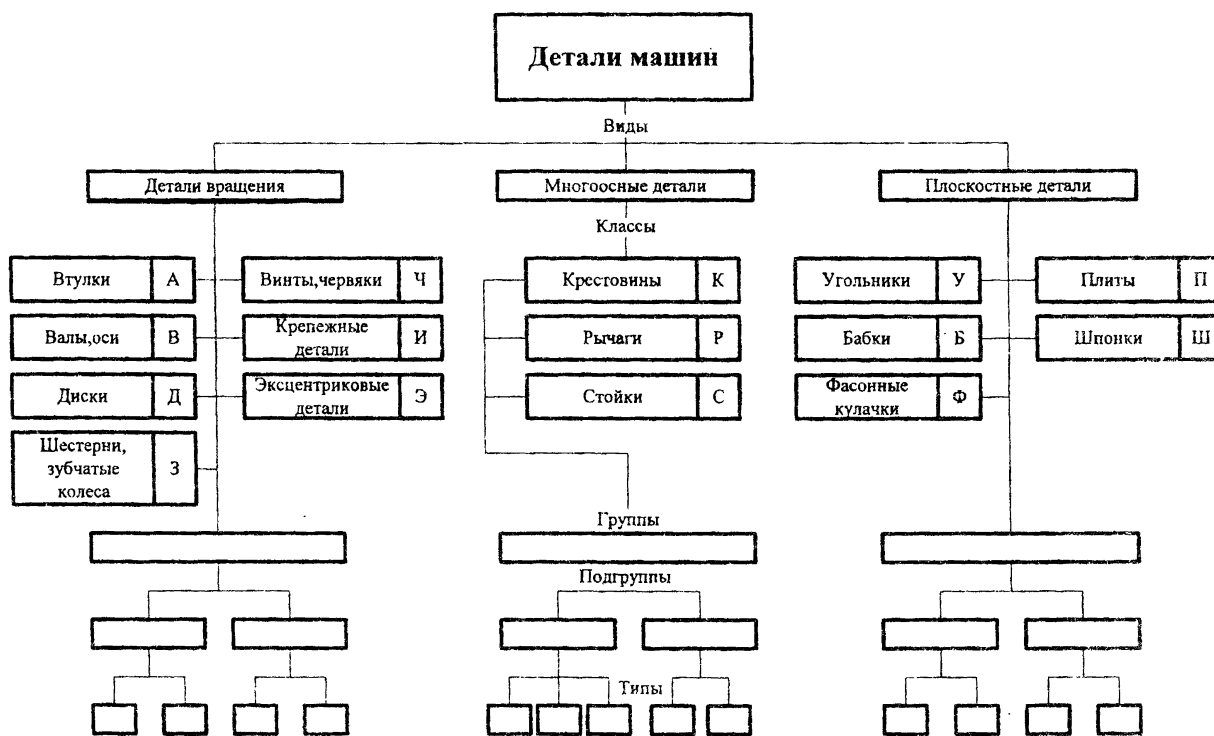


Рисунок 1- Классификация деталей Соколова.

Классификация предусматривает группировку деталей, близких по конструкции, размерам, массе и общности технологического процесса. Основной задачей классификации является приведение всего многообразия заготовок, поверхностей и их сочетаний к минимальному количеству типов, для которых можно разработать типовые технологические процессы обработки. Работа по классификации деталей сочетается с унификацией и стандартизацией их конструкций. Это дает возможность укрупнить партии деталей, применить при их изготовлении более прогрессивную технологию, сократить номенклатуру режущих и измерительных инструментов.

Следующим этапом типизации является разработка принципиально общего технологического процесса с установлением типовых последовательностей и содержания операций, схем базирования и конструкций оснастки. Тип деталей имеет одинаковый технологический маршрут для всех деталей этого типа, на основе которого разрабатывается типовой технологический процесс.

Типовой технологический процесс - это технологический процесс, характеризуемый единством содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы изделий - деталей с общими конструктивными признаками. Типовой технологический процесс в условиях конкретного производства разрабатывается для типового представителя группы изделий - типового изделия, которое принадлежит группе близких по конфигурации изделий и обладает наибольшим количеством конструктивных и технологических признаков этой группы. Технологические процессы изготовления деталей одной группы осуществляются на однородном оборудовании с применением однотипной технологической оснастки.

Типовая технология предназначена обеспечить минимум разнообразия технологических процессов и технологических средств путем обоснованного сведения их к ограниченному числу типов, что подводит к разработке стандартов на типовые технологические процессы, а это в свою очередь, создает предпосылки для значительного снижения затрат времени на технологическую подготовку производства, а также на внедрение прогрессивных технологических решений.

При реализации идей типизации технологических процессов, выдвинутых А.П. Соколовским, появилось много направлений дальнейшего развития типизации и классификации деталей.

Так А.Я. Малкин за основу технологической классификации предлагает принять вид, число и чередование технологических баз, увязывая выбор баз с однотипностью форм и размеров обрабатываемых деталей. Предложенная им технологическая классификация состоит из пяти классов. Профессором Ф.С. Демьянюком предложена классификация деталей для поточного производства. Согласно этой классификации предлагается семь классов, корпусные детали

круглые стержни; полые цилиндры; диски; некруглые стержни; небольшие детали сложной формы; крепежные детали. Оригинальным направлением совершенствования идей типизации является модульная технология, разработанная профессором Б.М. Базровым.

Предлагаемые классификации не могут приниматься для руководства во всех случаях и требуют доработки.

Для улучшения работ по использованию принципов типизации в нашей стране разработан в 80-е годы «Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения», который служит основой для создания единой системы конструкторско-технологической классификации деталей.

Классификатор состоит из признаков технологической классификации деталей и их кодов, систематизированных в классификационные таблицы и приложения.

Типизация технологических процессов способствует:

- внедрению на предприятиях передового опыта науки и техники;
- упрощению и ускорению разработки технологических процессов;
- сокращению цикла подготовки производства;
- повышению квалификации технологов и конструкторов;
- достижению лучшей технологичности конструкций;
- выявлению потребности в новых видах оборудования и оснастки; » оценке уровня технологии, применяемой на заводе.

Групповая обработка деталей представляет собой дальнейшее развитие идей типизации. Разработал и научно обобщил технологию групповой обработки в 50-х годах профессор С.П. Митрофанов. За основу метода групповой обработки принимается технологическая классификация деталей, заканчивающаяся формированием группы, являющейся главной технологической единицей групповой обработки. Если при построении типовых технологических процессов к одному типу относят детали по общности их конфигурации, технологического маршрута и содержания операций, то при групповой обработке детали группируются по общности операций, оборудования, на котором эти операции выполняются и единой технологической оснастки. В состав группы могут быть включены детали из разных классов. Групповая обработка может ограничиваться отдельными групповыми операциями и может применяться для построения группового технологического процесса обработки деталей в целом.

Групповой технологической операцией называется общая для группы различных по конструктивным признакам заготовок операция, выполняемая с определенной групповой оснасткой, обеспечивающей обработку заготовки на данном оборудовании. *Групповым технологическим процессом* называется совокупность групповых технологических операций, обеспечивающих обработку различных заготовок группы по общему технологическому маршруту. При групповом технологическом маршруте некоторые заготовки могут пропускать отдельные операции.

Группа деталей создается для выполнения операции на одном станке таким образом, чтобы их конфигурация позволила сохранить при переходе с детали на деталь в пределах данной группы близкий набор переходов и осуществить их обработку при неизменной наладке. В отдельных случаях допускается переналадка станка, которая может быть осуществлена с минимальными затратами времени (замена сверл, перестановка линейных и диаметральных упоров, замена сменных установочных или зажимных деталей группового приспособления при сохранении на станке постоянного основного корпуса и т.п.). Схему групповой наладки станка разрабатывают для наиболее сложной детали группы, включающей в себя все поверхности, встречающиеся у остальных деталей. Эта *деталь называется комплексной*. Если в отобранной группе такой детали не оказалось, то ее проектируют.

Групповая обработка деталей имеет своей целью использование высокопроизводительных методов и способов обработки, свойственных крупносерийному и массовому производствам в условиях единичного и мелкосерийного производства за счет увеличения размеров партий заготовок, обрабатываемых на одном станке.

Групповая обработка применяется в условиях мелкосерийного производства и особенно эффективна для токарно-револьверных, карусельных, фрезерных, сверлильных (с применением многошпиндельных головок) станков, станков с программным управлением. Применение групповых поточных линий позволяет перенести принципы поточно-массового производства в мелко- и среднесерийное производство. В групповых поточных линиях оборудование располагают по маршруту обработки близких по конфигурации и размерам деталей нескольких наименований, закрепленных за линией. Детали обрабатываются периодически запускаемыми партиями, и в каждый момент линия работает как непрерывно-поточная. Переход от обработки одной детали к другой возможен без переналадки линии, либо с частичной переналадкой. Оборудование линии комплектуют и располагают по технологическому маршруту обработки наиболее сложной и трудоемкой детали в группе, остальные детали обрабатываются с пропуском отдельных позиций инструмента или рабочих мест. Групповая обработка способствует:

- снижению трудоемкости и себестоимости изготовления деталей;
- улучшению использования оборудования и оснастки;
- применению более прогрессивных методов обработки деталей;
- увеличению числа деталей в партии;
- ускорению технологической подготовки производства.

Групповые технологические процессы проектируются в следующем порядке:

1. Подбор группы деталей, выбор или проектирование комплексной детали, разработка группового маршрута и схем групповых наладок, ориентировочное определение основного времени обработки (для некоторых групп выбор или проектирование комплексной детали не производится).
2. Разработка наладки для комплексной детали, присоединение к ней остальных деталей, определение штучного времени и загрузки станков.
3. Уточнение требований к станку (необходимость модернизации или специализации).

4. Разработка конструкции приспособления и инструментальных наладок, определение режимов обработки и уточнение норм времени.
5. Оформление технологической документации, включающей все данные для обработки каждой детали, и компоновочных чертежей.

Эффективность групповых технологических процессов, а в некоторых случаях и возможность их применения зависят от уровня стандартизации и нормализации деталей. Трудностью внедрения методов групповой обработки является сложность организации оперативного планирования. Практическое применение групповой обработки требует проработки вопросов организации и планирования производства, расчета необходимых межоперационных заделов, определение целесообразных размеров партий обрабатываемых заготовок и т.п. Необходима совместная работа технологов, конструкторов, экономистов, работников планово-производственных служб завода.

В 80-х годах профессором Базровым Б.М. была предложена концепция модульного технологического процесса, который, по утверждению автора, объединяет в себе преимущества единичного, типового и группового процессов и дополнительно приобретает гибкость.

Появление модульного направления в технологии является отражением современной тенденции развития производства и своеобразным продолжением развития идей типизации А.П. Соколовского.

Наблюдаемая в машиностроении тенденция ускорения смены выпускаемой продукции изменяет характер массового производства, расширяет номенклатуру изделий и тем самым приближая его к серийному многономенклатурному производству. С другой стороны, благодаря последовательной работе по стандартизации, унификации и типизации в единичном и мелкосерийном производстве возрастает серийность выпуска изделий, что также приближает его к серийному многономенклатурному производству.

В результате действия указанных тенденций доминирующим типом производства становится серийное многономенклатурное производство при неуклонном росте объема выпуска изделий и требований к их качеству. Оно объединит в себе черты как единичного производства, характеризуемого широкой номенклатурой изготавливаемых деталей, так и массового, отличающегося выпуском однотипных деталей в больших количествах.

Каждая из этих особенностей предъявляет соответствующие требования к технологии, оборудованию, оснастке, методам организации производства и управления им. Эти требования противоречивы. Например, для изготовления широкой номенклатуры деталей нужны универсальные станки, а для обеспечения высокой производительности необходимы специальные станки. Таким образом, возникает задача совмещения этих двух требований в одном производстве.

Чтобы производство было высокоэффективным, оно должно сочетать в себе высокую производительность массового производства с высокой гибкостью единичного. Одновременно оно должно быть мобильным, т.е. способным быстро приспосабливаться к изменяющимся условиям. При меняющейся серийности многономенклатурного производства эти цели могут быть достигнуты, если производство во всех его переделах будет построено по модульному принципу с широким применением типовых и унифицированных решений.

Сам модульный принцип давно известен и достаточно широко используется в различных областях техники. Однако степень эффекта от его применения во многом зависит от того содержания, которое вкладывается в понятие модуля.

Авторы модульной технологии предлагают изменить объект классификации, использующийся в типовом и групповом процессе. Это связано со следующими причинами:

1. В тех случаях, когда за объект классификации принимают детали, разбиение их на типы усложняется тем, что они описываются большим числом характеристик. В результате новые детали, которые создает конструктор, часто не укладываются в сформированные типы. В итоге классификатор деталей непрерывно растет, а это влечет за собой рост типовых процессов.

2. Если же в качестве объекта классификации принимается тип поверхности, то группирование идет, прежде всего, по геометрическому признаку. Деталь условно расчленяется на плоские, цилиндрические, конические, резьбовые и прочие поверхности. Недостатком такого выбора объекта классификации является, прежде всего, то, что при делении детали на отдельные поверхности теряются связи между ними, обусловленные совместным выполнением одних служебных функций. Известно, что к комплекту технологических баз любой детали (например, торец, отверстие, шпоночный паз) предъявляются требования на точность их относительного расположения.

Однако классификация этих поверхностей по геометрическому признаку не учитывает этого обстоятельства и каждая из перечисленных поверхностей попадает в разные группы. Но вследствие того, что не учитываются связи между поверхностями по совместному выполнению ими служебных функций детали, последовательность обработки поверхностей может быть многовариантной. Поэтому и получается большое количество вариантов процесса изготовления одной и той же детали. И чем больше поверхностей у детали, тем больше вариантов маршрута. Указанное обстоятельство затрудняет разработку однозначных правил построения маршрута, поиск оптимального варианта.

Как следует из изложенного, задача сокращения разнообразия технологических процессов существующими методами проектирования не решается должным образом. Для решения этой проблемы надо, прежде всего, правильно выбрать объект классификации.

Из приведенного анализа объектов классификаций следует, что такой объект надо искать между деталью и отдельной поверхностью. Другим требованием, предъявляемым к объекту классификации, является его неизменность независимо от конструкции детали и технологии ее изготовления.

С учетом изложенного в качестве такого объекта классификации предложен модуль поверхностей (МП), представляющий собой сочетание поверхностей, объединенных выполнением той или иной служебной функции детали.

Действительно, деталь выполняет ограниченное число служебных функций: служит базой для других деталей или осуществляет рабочие процессы типа резания, давления, передачи крутящего момента и т. п. Для осуществления этих функций детали требуются исполнительные поверхности, которые в зависимости от рода выполняемых служебных функций можно разделить на базисные и рабочие. Чтобы связать исполнительные поверхности в единое пространственное тело, необходимы еще и связующие поверхности. Отсюда все МП разделены на три класса по служебному признаку - базисные (МПБ), рабочие (МНР) и связующие (МПС). Их полная классификация содержит 26 наименований.

В основу классификации МП положены признаки, отражающие связи между служебным назначением детали и ее конструктивными формами. Это позволяет исключить зависимость между МП и принадлежностью детали к конкретному изделию или отраслевой принадлежностью. В итоге предложенная классификация приобретает обобщенный ха-

ракти, а МП в силу своего конструктивного постоянства и независимости от принадлежности детали рассматриваются как элементы, из которых можно построить любую деталь.

Главное преимущество предложенной классификации - однозначность представления детали набором МП и отсутствие в классификации технологических признаков

Для удобства изготовления МП, использования эффективных методов обработки целесообразно объединять разные модули в одну группу'.

Группа МП, изготавливаемых по одному технологическому процессу, получила название интегрального модуля поверхностей (МПИ).

Для изготовления конкретного МПИ должен разрабатываться соответствующий технологический модуль, представляющий собой часть технологического процесса и получивший название технологического блока (ТБ)

ТБ содержит последовательность переходов, обусловленную конструктивным оформлением МПИ детали, ее размерами, требованиями к качеству, а также заготовительным интегральным модулем МПИЗ, который определяет обрабатываемый материал и величину припусков, подлежащих съему с каждой поверхности МПИ

Для осуществления ТБ создаются соответствующие станочные модули (МС), модули приспособлений (МПр), инструментальные модули (МИ) и модули контрольно-измерительных средств (МКИ).

Модульная технология заключается в том, что модульный технологический процесс изготовления детали строится из типовых технологических процессов (блоков) изготовления МП., из которых состоит деталь. Проектирование модульного технологического процесса включает: представление детали как совокупности МП, анализ их структурных связей, формирование из МП детали интегральных модулей, выбор технологических баз и последовательности обработки интегральных модулей, разработка маршрутного технологического процесса и проектирование операций.

Исходными данными для проектирования модульного технологического процесса изготовления детали являются чертеж детали; номенклатура МП. их конструкторские размерные связи, требования к точности и качеству обрабатываемых поверхностей; перечень типовых интегральных модулей поверхностей; перечень типовых технологических блоков их обработки; номенклатура станочных модулей.

Модульный технологический процесс (МТП) объединяет в себе преимущества единичного, типового -и группового процессов и дополнительно приобретает гибкость. Так же как единичный процесс МТП учитывает специфику детали, подлежащей изготовлению, в результате разработки соответствующего маршрута, выбора баз и последовательности обработки модулей на каждой операции. Идея типизации в модульном процессе реализуется на уровне технологических блоков изготовления модулей и способствует широкому распространению передовой технологии на все машиностроительные предприятия, совершенствованию технологии с учетом последних достижений науки и техники, снижению трудоемкости технологической подготовки производства. Модульная технология позволяет организовывать потоки заготовок на станки, т.е решать ту же задачу, что и групповая технология, но более успешно.

Широкое внедрение модульной технологии в производство позволит:

- сократить объемы и сроки технологической подготовки производства;
- снизить требуемую номенклатуру станочного оборудования и инструментальной оснастки;
- повысить производительность обработки заготовок на станках,
- увеличить выпуск деталей с тех же площадей, при тех же численности рабочих и числе оборудования;
- широко использовать типизацию, унификацию и стандартизацию технологических процессов, оборудования и оснастки;

• внедрить в единичное, мелкосерийное и серийное производство поточную форму организации и высокопроизводительные методы изготовления деталей и сборки изделий, рентабельные сегодня в крупносерийном и массовом производстве.

4.2 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ

Разработка технологического процесса включает следующие *этапы*:

- 1) ознакомление со служебным назначением изделия;
- 2) изучение и критический анализ технических требований и различных норм (точности, производительности, КПД, расхода горючего), определяющих служебное назначение изделия;
- 3) ознакомление с намечаемым количественным выпуском изделия в единицу времени и общим количеством выпуска по неизменяемым чертежам;
- 4) изучение рабочих чертежей изделия и их критический анализ с точки зрения возможности выполнения изделия его служебного назначения, намечаемых конструктором способов получения точности, требуемой служебным назначением, выявления и исправления допущенных ошибок;
- 5) разработка технологического процесса последовательности общей сборки изделия, обеспечивающего возможность выполнения им служебного назначения, и выявление требований технологии общей сборки к конструкции изделия, сборочным единицам и деталям;
- 6) анализ служебного назначения сборочных единиц и разработка последовательности технологического процесса сборки сборочных единиц, их регулировки и испытания; выявление требований технологии сборки к деталям, составляющим сборочные единицы, и к конструкции сборочных единиц;
- 7) изучение служебного назначения деталей, критический анализ технических требований и требований к деталям со стороны технологии, выявление требований к конструкции деталей;
- 8) выбор наиболее экономичного технологического процесса получения заготовок с учетом требований служебного назначения деталей и намечаемого количественного выпуска в единицу времени и по неизменяемым чертежам;
- 9) разработка наиболее экономичного технологического процесса изготовления деталей при намеченном количестве выпуска в единицу времени и по неизменяемым чертежам; внесение коррективов в технологические процессы и, если необходимо, в конструкцию деталей;

10) планировка оборудования и рабочих мест, подсчет загрузки и внесение необходимых корректив в технологический процесс;

11) проектирование и изготовление инструмента, технологической оснастки и оборудования; опробование их и внедрение в производство;

12) внесение в технологический процесс всех корректив для исправления ошибок и недочетов, обнаруженных во время внедрения технологических процессов в производство.

Исходные данные для проектирования технологических процессов

Исходные данные (информация) для проектирования технологических процессов подразделяют согласно ГОСТ 14.301-83 на:

- базовые;
- руководящие;
- справочные.

Базовая информация включает данные, содержащиеся в конструкторской документации на изделие и программу выпуска:

- чертеж детали с техническими требованиями на изготовление;
- чертежи сборочных единиц, определяющие служебное назначение деталей и их отдельных поверхностей;
- условия работы деталей;
- объем выпуска,
- плановые сроки выпуска.

Руководящая информация предопределяет подчиненность принимаемых решений стандартам, учет перспективных разработок. Руководящая информация включает:

- стандарты, устанавливающие требования к технологическим процессам и методам управления ими;
- стандарты на оборудование и оснастку;
- документацию на действующие единичные, типовые и групповые технологические процессы;
- классификаторы технико-экономической информации;
- производственные инструкции;
- материалы по выбору технологических нормативов (режимов обработки, припусков, норм расхода материалов и др.);
- документацию по охране труда.

К справочной информации относятся: опыт изготовления аналогичных изделий, методические материалы и нормативы, результаты научных исследований. Справочная информация включает:

- данные, содержащиеся в технологической документации опытного производства;
- описание прогрессивных методов изготовления и ремонта;
- каталоги, паспорта, справочники;
- альбомы компоновок прогрессивных средств технологического оснащения;
- планировки производственных участков,

• методические материалы по управлению технологическими процессами. Обширная справочная информация содержится также в учебниках, учебных пособиях, методических указаниях, монографиях и периодических изданиях.

При проектировании технологических процессов для действующих предприятий должна учитываться общая производственная обстановка

- наличие площадей;
- состав и степень загрузки оборудования;
- наличие технологической оснастки;
- обеспеченность предприятия квалифицированной рабочей силой и др.

Последовательность проектирования технологических процессов изготовления деталей машин

Процесс технологического проектирования содержит ряд взаимосвязанных и выполняемых в определенной последовательности этапов. К ним относятся:

- анализ исходных данных;
- технологический контроль чертежа;
- определение типа и организационной формы производства;
- выбор вида исходной заготовки и метода ее получения;
- выбор вида технологического процесса;
- разработка технологического кода детали на основе технологического классификатора;
- выбор технологических баз и схем базирования заготовки;
- выбор методов обработки поверхностей заготовки;
- проектирование маршрута обработки;
- разработка структуры операций;
- выбор средств технологического оснащения (оборудования, приспособлений, режущих и измерительных инструментов);

назначение и расчет режимов обработки;

- назначение и расчет припусков и операционных размеров;
- нормирование технологического процесса и определение квалификации работы;
- выбор средств механизации и автоматизации элементов технологического процесса и средств внутрицехового транспорта;
- составление планировки (по необходимости) и разработка операций перемещения деталей и отходов;
- разработка мероприятий по обеспечению требований техники безопасности и производственной санитарии;
- комплексная технико-экономическая оценка технологического процесса,
- оформление технологической документации.

4.3. Проектирование технологического маршрута обработки

Технологическим маршрутом называется последовательность прохождения заготовки, детали или сборочной единицы по подразделениям предприятия при выполнении технологического процесса изготовления или ремонта.

Технологический маршрут обработки заготовки устанавливает последовательность выполнения технологических операций. Различают межцеховой и внутрицеховой маршруты.

На этапе разработки маршрута решаются следующие задачи:

- намечается общий план обработки детали;
- предварительно выбираются средства технологического оснащения;
- намечается содержание операций.

Общая последовательность обработки заготовки намечается в следующем порядке:

- как правило, все поверхности детали обрабатываются в последовательности, обратной их точности. Самая точная поверхность должна обрабатываться в последнюю очередь;
- в случае опасности появления дефектов в первую очередь производится обработка тех поверхностей, где дефекты недопустимы. При необходимости может быть произведена окончательная обработка этих поверхностей для определения целесообразности дальнейшей обработки;
- в первую очередь следует обрабатывать поверхность, которая будет служить технологической базой для последующих операций;
- в первую очередь следует обрабатывать поверхности, при удалении припусков с которых в наименьшей степени снижается жесткость заготовки. Например, при обработке ступенчатых валов вначале обрабатывают ступени большего диаметра, а затем меньшего;
- каждая последующая операция должна уменьшать погрешности и улучшать качество поверхности;
- при определении последовательности переходов предусматривать опережающее выполнение тех, которые подготавливают возможность осуществления следующих за ними переходов. Например, обработку деталей в патроне начинать с подрезки торца, который будет служить измерительной базой при отсчете размеров по длине, то же следует выполнять перед сверлением или центрованием;
- последовательность обработки должна обеспечивать требуемое качество выполнения детали. Например, при обработке тонкостенной втулки в кулачковом патроне вначале необходимо расточить отверстие, а затем обточить наружную поверхность на оправке; фаски протачивать перед окончательной обработкой точных поверхностей; на участках детали, где наносится рифление, фаски и канавки протачивать после рифления;
- последовательность обработки поверхностей определяется системой простановки размеров. В первую очередь желательно обработать те поверхности, относительно которых координировано большинство других их;
- при определении последовательности выполнения черновых и чистовых операций следует учитывать, что совмещение их на одних и тех же станках приводит к снижению точности обработки вследствие повышенного изнашивания станка на черновых операциях;
- вид термической обработки позволяет судить о ее месте в общей последовательности обработки. При проектировании технологического маршрута необходимо предусмотреть для ответственных деталей не только термические операции, повышающие механические свойства материала до заданных чертежом, но и термические операции, позволяющие улучшить обрабатываемость материала, уменьшить влияние технологической наследственности, снять внутренние напряжения;
- технический контроль назначают после тех этапов обработки, где вероятно повышенное количество брака, перед сложными и дорогостоящими операциями, после законченного цикла, а также в конце обработки детали;
- отделочные операции производить в самом конце технологического процесса, так как при этом уменьшается опасность повреждения чисто обработанных поверхностей;
- легко повреждаемые поверхности должны обрабатываться в последнюю очередь;
- отверстия нужно сверлить в конце технологического процесса, за исключением тех случаев, когда они служат базами для установки.

При составлении технологического маршрута руководствуются следующими общими правилами:

- операции должны быть одинаковыми или кратными по трудоемкости;
- желательно, чтобы одним и тем же методом обрабатывалось максимальное количество поверхностей;
- обработку сложных поверхностей, нуждающихся в особой наладке станка, следует выделять в самостоятельные операции. Например, нарезание резьб резцами, обработка фасонных поверхностей по копиру и т.п.;
- черновую и чистовую обработки заготовок со значительными припусками необходимо выделять в отдельные операции;
- при окончательной обработке точных поверхностей не включать переходы, нуждающиеся в поворотах резцедержателя (головки), так как это снижает вероятность погрешности режущего инструмента по лимбу;
- обработку поверхностей с точным относительным расположением следует по возможности включать в одну операцию и выполнять за одно закрепление заготовки;
- обработку ступенчатых поверхностей выполнять в такой последовательности, при которой общая длина рабочих движений режущего инструмента будет наименьшей;
- переходы располагать в операции так, чтобы путь менее стойких инст-оментов был наименьшим. Например, при обработке деталей из прутка с отверстием перед отрезкой выполнять сверление; обработку ступенчатых отверстий в сплошной заготовке начинать сверлом большего диаметра, затем меньшего;
- при обработке отверстий следует избегать объединения в одной операции таких переходов, как сверление и растачивание отверстий;
- число применяемых в операции резцов не должно превышать числа одновременно закрепляемых в резцедержателе, и если деталь подвергают термической обработке, то механическую расчлняют на две части: до термической обработки и после нее.

Рекомендуемые принципы построения технологического маршрута строго не обязательны и требуют творческого подхода в каждом конкретном случае, при этом надо учитывать вид применяемого оборудования и тип производства.

При проектировании технологического маршрута предусматриваются необходимые контрольные операции, назначаются методы и средства технического контроля и измерений. Правила выбора средств контроля регламентированы стандартом. В соответствии со стандартом выбор средств контроля основывается на обеспечении заданных показателей процесса контроля и анализа затрат на его реализацию.

При разработке технологического процесса наряду с отдельными операциями контроля необходимо предусматривать также элементы контроля, входящие в операции механической обработки заготовки, а также вспомогательные операции очистки и промывки деталей перед контролем.

Организация контроля зависит от технических требований и производственных условий. Различают следующие формы контроля:

- 100 %-ный готовых изделий;
- выборочный готовых изделий;
- статистический;
- активный.

После разработки маршрута обработки заготовки производят предварительный выбор средств технологического оснащения. Сведения о характеристиках обрабатываемой поверхности и методах ее обработки, о детали в целом дают возможность определить тип станка, вид режущего инструмента, средства и методы контроля. Например, наличие сложных поверхностей у детали указывает на необходимость применения оборудования определенного назначения (зубофрезерные, копировальные и т.п.).

Выбранные средства технологического оснащения уточняются при определении содержания операции.

Намеченный маршрут изготовления детали и произведенный предварительный выбор средств технологического оснащения позволяет перейти к планированию содержания операции. Предварительное содержание операций устанавливается объединением тех переходов, которые могут быть выполнены на одном станке. В значительной степени маршрут изготовления деталей и структура операций зависят от типа производства.

Маршрут изготовления при единичном производстве назначают исходя из реальных возможностей цеха (предприятия), независимо от потребности и лишних перевозок деталей. Основным критерием выбора маршрута являются не только оптимальная конструкция заготовки, но и сроки выпуска заказа, загрузка мощностей, стоимость и цикл изготовления необходимой оснастки для производства заготовок и т.д.

Маршрут изготовления при серийном производстве назначают также исходя из реальных возможностей предприятия. Но в этом случае для создания оптимальной технологии с учетом экономической целесообразности могут производить небольшую перестановку оборудования для обеспечения поточности и приобретать малое число специальных и агрегатных станков. Иногда целесообразно вначале заготовку обрабатывать по принципам единичного производства, а затем, когда изготовлена оснастка и соответствующие мощности, обрабатывать по принципам серийного производства.

Маршрут обработки при массовом производстве назначается не из реальных возможностей предприятия, а из расчета обеспечения оптимальной технологии. Для этого создаются специальные и агрегатные станки, производится соответствующая перестановка оборудования для организации потока.

При проектировании технологического маршрута, как правило, намечается несколько возможных вариантов.

Задачей проектирования технологического маршрута является выбор наилучшего варианта из большого количества возможных.

Критериями выбора варианта технологического процесса являются;

- обеспечение заданной точности и шероховатости поверхностей;
- число, сложность и стоимость технологического оборудования и оснастки;
- организационно-технические характеристики производства (потребности в производственных площадях, рабочих, сложность и длительность цикла технологической подготовки производства, длительность производственного цикла и др.);
- величины суммарной погрешности, от которых зависят припуски на обработку (так как минимальная величина припуска должна покрывать суммарную погрешность).

4.4 Проектирование технологической операции

При проектировании технологической операции решается комплекс вопросов

- уточняется содержание операции (намеченное при проектировании маршрута);
- определяется последовательность и содержание переходов;
- окончательно выбираются средства технологического оснащения (или составляются задания на их проектирование);
- устанавливаются режимы резания;
- определяются нормы времени;
- определяются настроечные размеры, и рассчитывается точность обработки;
- разрабатываются операционные эскизы и схемы наладок;
- подбирается состав СОЖ;
- определяется разряд работы.

Проектирование операции - многовариантная задача. Необходимо оценивать возможные варианты построения операций по производительности и себестоимости, руководствуясь технико-экономическими принципами проектирования: максимальная экономия времени и требуемая производительность. Например, на рис. 2 представлены три варианта черноточения ступенчатого вала, из них третий вариант наиболее производительный (рис.2, в).

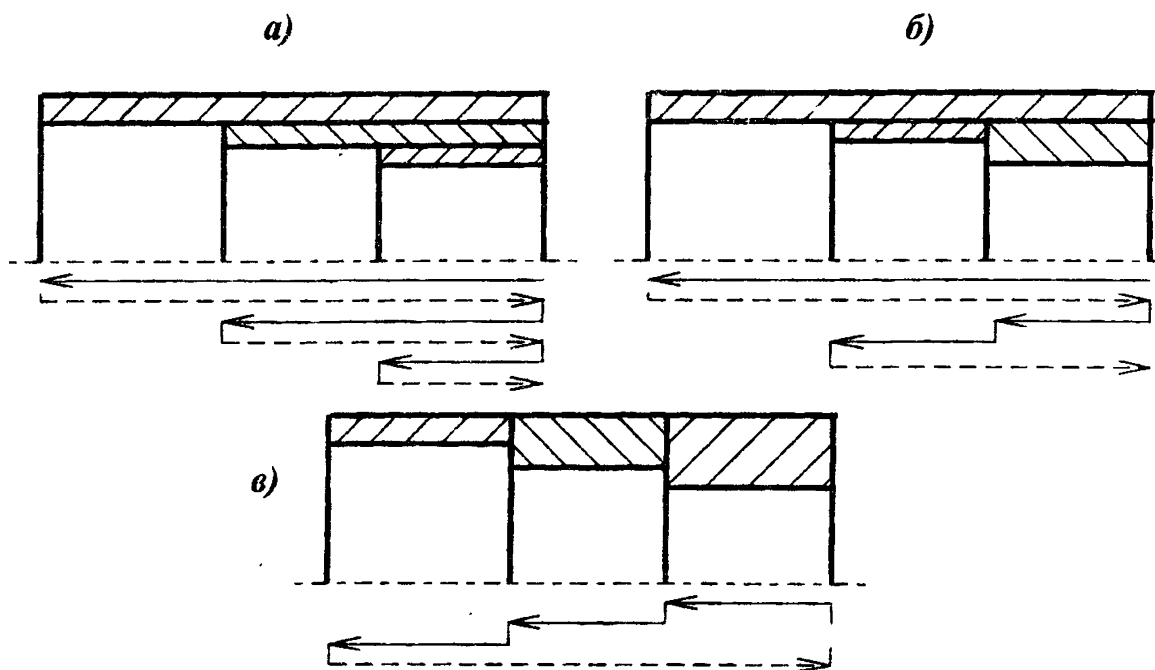


Рисунок 2- Выбор технологической операции.

Проектирование операционного технологического процесса делят на три этапа. На первом формируются элементарные структуры, реализующие элементарные технологические операции; на втором рассматривают возможность и целесообразность укрупнения технологических операций объединением однотипных элементарных операций и формирования для них совместного выполнения более сложных операций, сочетающих обработку отдельных поверхностей, третий этап - формирование структуры операции - предусматривает дальнейшее укрупнение операций за счет объединения различных методов и видов обработки

Использование более совершенных методов обработки (или их комплекса) позволяет упростить структуру операции или перейти на малооперационный технологический процесс изготовления деталей. Например, замена механической обработки электрохимической сокращает число переходов и тем самым позволяет упростить структуру операции, перейти к малооперационному технологическому процессу изготовления точных деталей сложной формы. Иногда, напротив, некоторое усложнение структуры операции позволяет применить более совершенные методы обработки: например, разделив чистовые и черновые рабочие ходы, можно обеспечить более эффективное выполнение каждого из них. При такой обработке возможно широкое внедрение электрофизических методов наряду с механическими.

Усложнение структуры операции - одно из основных резервов повышения производительности; оно достигается применением многоинструментной, многопозиционной, многодетальной и многопотоковой обработок, совмещением рабочих переходов, а также рациональным распределением по времени основных и вспомогательных рабочих ходов.

Степень концентрации и дифференциации операций является важнейшим принципом при построении операции.

Концентрацией операций называют соединение нескольких простых технологических переходов в одну сложную операцию.

Дифференциацией операций называют разделение операций на несколько более простых.

При концентрации операций сокращают число установов заготовок на станок, применяют многоинструментную обработку одной или нескольких поверхностей, многеместную обработку. При этом повышается точность взаимного расположения обрабатываемых поверхностей, производительность обработки за счет снижения основного и вспомогательного времени, сокращается длительность производственного цикла, упрощается календарное планирование, возрастает требования к точности станка, его технологическим возможностям.

При дифференциации операций чистовую обработку выполняют на точном оборудовании с использованием рабочих высокой квалификации; черновую обработку производят простейшими и высокопроизводительными методами на простых станках рабочие более низкой квалификации.