

## 5) Определение нормы времени по элементам.

Норма времени – это регламентируемое время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях рабочими соответствующей квалификации.  $T_{шт.к.} = T_{шт.з.} \cdot \eta$   
 $T_{шт.к.}$  - штучно-калькуляционное время.  
 $\eta$  – количество деталей в партии.

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы равной единице нормирования. Подготовительно-заключительное время – это время на подготовку рабочих и средств производства, к выполнению технолог. операции и приведение их в первоначальное состояние после ее окончания. Оно включает:

1. Получение материалов, инструментов, приспособлений и технической документации.
2. Ознакомление с работой, технолог. документацией, чертежом и получение инструктажа.
3. Установка инструментов, приспособлений и наладка оборудования.
4. снятие инструмента и приспособлений.
5. Сдача готовой продукции, тех. документации и оснастки.

В массовом производ-ве подготовительно-заключительное время в норму времени не включается и в качестве нормы времени принимается штучное время, кот. определяется:  $T_{шт.} = T_{осн.} + T_{всп.} + T_{орг.} + T_{техн.} + T_{отд.}$

Основное время ( $T_{осн.}$ ) - это время на достижение непосредственной цели технолог. операций по качественному и колич-ому изменению предметов труда.  $T_{осн.} = L \cdot S / \text{Смин.}$   
 $L$  – длина резания.  $i$  – число ходов.  $S_{мин.}$  – минутная подача.

Вспомогательное время – это время на осуществление действий, дающих возможность выполнения основных работ повторяющихся с каждой деталью или через определенное их число.

Оперативное время ( $T_{опер.}$ ) – это время на выполнение тех. операции.  $T_{опер.} = T_{осн.} + T_{всп.}$

Время обслуживания рабочего места – это часть штучного времени, затрачиваемое рабочим на поддержание средств технолог. оснащения в работоспособном состоянии, ухода за ними и раб. местом.

Время технич. обслуживания – это время, затрачиваемое на уход за рабочим местом в течение данной конкретной работы.

$T_{тех.} = (1-3,5)\% T_{осн.}$

Время организационного обслуживания - это время, затрачиваемое на уход за рабочим местом в течении рабочей смены.  $T_{орг.} = (0,6-8)\% T_{опер.}$

Время на личные потребности ( $T_{отд.}$ ) – это часть штучного времени, затрачиваемое на личные потребности и отдых.  $T_{отд.}$  не должно превышать 2% от раб. смены.

## 6) Понятие: трудоемкость, станкоёмкость, нормы времени и выработки, цикл, программа, серия, партия, такт выпуска.

**Норма времени** – это регламентированная норма времени выполнения исходного объема работ в определенных производственных условиях исполнителями соответствующей квалификации.

**Норма выработки** – называют устанавливаемое (нормируемое) количество заготовок, деталей или изделий, которое должно быть обработано или сделано за установленную единицу времени (час, минуту). Единицей измерения нормы выработки является количество штук в единицу времени с указанием квалификации работы.

**Трудоемкость** – это продолжительность изготовления изделия при нормальной интенсивности труда в часах.

**Станкоёмкость** – это интервал календарного времени от начала до окончания процесса занятости станков для изготовления всех деталей изделия в станко-часах.

**Цикл** - интервал календарного времени от начала до окончания периодически повторяющейся операции, независимо от числа одновременно изготавливаемых изделий, принято называть. Различают: цикл операций, то есть промежуток календарного времени от начала до конца операции; цикл изготовления деталей – промежуток календарного времени от начала первой до окончания последней операции изготовления детали; цикл изготовления машины – промежуток календарного времени, начиная от запуска в производство первой заготовки до окончания упаковки готовой машины; Производственный цикл – это интервал календарного времени от начала до окончания процесса изготовления или ремонта изделия.

**Программа** - количество машин, их деталей или заготовок, подлежащих изготовлению в единицу времени (обычно в год, квартал, месяц).

Общее количество машин, их деталей или заготовок, подлежащих изготовлению по неизменяемому чертежу, называется **величиной серии**. При переходе на новую конструкцию данного типа машины, детали, заготовки изменяются их чертежи, в связи, с чем изменяется и номер или условное обозначение серии.

**Такт выпуска** представляет собой промежуток времени, через который периодически производится выпуск машин, их сборочных единиц, деталей или заготовок.

**Партий** принято называть определенное количество заготовок (деталей), одновременно поступающих для обработки на одно рабочее место. Количество заготовок (деталей) в партии определяется на основе технико-экономического расчета.

0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0

## 9) Понятие о производственном процессе.

**Производственный процесс** – совокупность всех действий, людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта изделий.

Техническая подготовка производства включает:

1. конструкторскую подготовку производства, т.е. разработку конструкций изделия и создания чертежей общей сборки, сборочных элементов и отд. деталей, запускаемых в произ-во с оформлением соотв. спецификаций и др. видов конструкторской документации.

2. технологическая. подготовка производства, т.е. совокупность взаимосвязанных процессов обеспечивающих технолог. готовность предприятия к выпуску изделий заданного уровня качества при установленных сроках, объемах выпуска и затратах.

К технолог. подготовке производства относятся:

1. обеспечение технологичности конструкций изделия;
2. разработка тех. процессов;
3. проектирование и изготовление сред-в технологического оснащения;
4. управление процессом технолог. подготовки произ-ва.
3. календарное планирование произ-ного процесса, изготовление изделия в установленные сроки.

30-40%единичное произ-во

40-50%серийное произ-во

50-60%массовое произ-во

## 14) Технологический контроль чертежа и ТУ. Технологичность деталей.

При технологическом контроле проверяется: 1) достаточность проекций; 2) правильность простановки размеров; 3) изучаются требования по точности и шероховатости обработки; 4) предлагаются коррективы и совместно с конструктором находят правильные решения; 5) выявляются возможности улучшения технологичности конструкций, при этом обращается внимание на уменьшение размеров обрабатываемых поверхностей, повышение жесткости детали, облегчение подвода и отвода инструмента, унификация размеров (пазов, канавок, галтелей) элементов детали; 6) обеспечение надежного и удобного базирования, а при простановке размеров анализируется возможность совмещения технологических, конструкторских и измерительных баз. 7) удобство осуществления многосменной обработки деталей.

Технологичность конструкций – это достижение качественного выполнения изделием его функционального назначения и эксплуатационных требований при рациональном и экономичном изготовлении изделия применительно к заданной программе и конкретным условиям производства.

Основные критерий оценки технологичности конструкций: трудоемкость; себестоимость изготовления; материалоемкость конструкций.

Технологичность изделий и деталей должна: 1) макс. широкое использование унифицированных сборочных единиц, стандартизованных и нормализ. деталей и элементов деталей; 2) возможно меньше кол – во деталей оригинальной сложной конструкций и различных наименований и возможно большую повторяемость одноименных деталей; 3) создание детали более рациональной формы с легко доступными для обработки поверхностями и достаточной жесткости с целью уменьшения трудоемкости и себестоимости мех. обработки всего изделия; 4) наличие на детали удобных базирующих поверхностей или возможность создания вспомог. технолог. баз для обработки деталей; 5) наиболее рациональный способ получения заготовки детали с размерами и формами возможно более близкими к готовым деталям, т.е. высокий коэфф. использования материала и наим. трудоемкость мех. обработки; 6) полное устранение и возможно меньше применение слесарно-пригоночных работ при сборке путем изготовления взаимозаменяемых деталей, применение деталей компенсаторов и механизация сборочных работ; 7) упрощение сборки и возможность выполнения параллельных во время сборок отдельных единиц и изделий.

Технологичность конструкций одного и того же изделия может быть различной для заводов с различными производственными возможностями. Развитие производственной техники изменяет уровень технологичности конструкций. Технологичность конструкций деталей понятие комплексное, его нельзя рассматривать изолированно, без взаимной связи и учета условий выполнения заготовительных процессов, процессов мех. обработки, сборки и контроля.

## 8) Исходные данные для разработки техпроцесса механической обработки.

1. Краткое описание, определяющее функциональное назначение изделия или детали;
2. Рабочие чертежи изделия
3. Технические условия и нормы, определяющие функциональное назначение изделия;
4. Данные о количестве изделий намеченных к выпуску в единицу времени.
5. Подетальная производственная программа
6. Общее кол-во изделий, намеченных к выпуску по неизменяемому чертежу.
7. Условия, в кот-ых предполагается организовать и осуществить подготовку изготовления изделия.
8. местонахождение завода;
9. наличие перспективы получения кадров;
10. Планируемые сроки подготовки и освоения выпуска нового изделия.

На рабочих чертежах должно быть:

1. вид заготовки;
2. материал и его марка;
3. обрабатываемые поверхности;
4. шероховатость поверхностей после обработки;
5. допуски и тех. требования на неточность после обработки;
6. вид термообработки.

0

## 11) Основы разработки техпроцессов изготовления деталей .Схема построения техпроцесса.

В основу разработки тех. процессов положено 2 принципа: технический и экономический.

В соответствии с техническим принципом техпроцесс должен обеспечивать выполнение всех требований чертежа. В соотв-не с экономическим – изготовление дет. должно осущ. с min затр-ми труда и издержками производства.

Проектирование техпроцесса мех. обработки имеет цель дать подробное описание процессов изготовления деталей с необходимыми технико-экономическими расчетами и обоснованием принятого варианта.

На основе спроектир. тех. процесса определяются исходные данные для организации снабжения материалами, календарного планирования, технич. Контроля, инструментального и транспортного хозяйства.

Последовательность разработки *Техпроцесса*:

1. выявить кол-во дет., подлежащих изготовл. в единицу времени и по неизменяемому чертежу;
2. установить вид произ-ва и организационные формы выполнения тех процесса
3. определить величину партий деталей для серийного или такт выпуска для массового производства;
4. выбрать полуфабрикат или вид заготовки, определить р-ры и тех процесс;
5. установить план и методы мех обработки с указанием последовательности технолог. операций;
6. выбрать тип и харак-ки оборудования, приспособлений, реж. инструмента и определить их потребное кол-во;
7. определ. размеры обработ-ых поверхностей детали;
8. определ. Режимы работы, нормы времени на обработку и квалификацию работы на каждой операции;
9. разработать несколько вариантов тех процесса изготовления детали и выбрать более экономичный; оформить документацию тех. процесса.

*Алгоритм*:

Исходные данные – технологический контроль - расчет темпа – выбор заготовки - выбор баз – маршрут обработки отдельных поверхностей- маршрут обработки детали и выбор типа оборудования – расчет припусков и промежуток размеров- операцион. технология и выбор станков – расчет режимов резания – техн. нормирование – оценка вариантов.

## 20) Маршрут обработки детали.

При установлении последовательности обработки желательно руководствоваться следующими соображениями:

1. В первую очередь обрабатываемые поверхности детали, которые будут служить технологическими базами для дальнейшей обработки.
2. В целях своевременного выявления внутренних дефектов заготовки производится черновая, иногда и чистовая обработка тех. поверхностей, на которых эти дефекты не допустимы и с которых снимается наиб. слой материала;
3. Операции, где сущ. вероятность брак из-за дефектов в материале или сложности в механической обработке должны выполняться в начале процесса.
4. Дальнейшая последовательность операции устанавливается обратной степени их точности.
5. Закачивается обработка той поверхности, которая должна быть наиболее точной и качественной и имеет наиболее важное значение для детали. В конц маршрута выносятся обработка легко повреждаемых поверхностей.

Совмещение черновой и чистой обработки на одном станке может привести к снижению точности из – за влияния значительных сил резания и закрепления. В производстве точных и ответственных деталей маршрут делится на три стадии: черновую, чистовую и отделочную, т.к. в результате введение трех стадий обработки увеличивается разрыв во времени, что позволяет проявиться деформациям до их устранения на окончательной обработке. Вынесение отделочных операций в конц маршрута усиливает риск случайных повреждений окончательно обработанных поверхностей. Если деталь подвергается термообработке, то техпроцесс разделяется на две стадии: до и после термообработки.

Последовательность обработки зависит от системы простановки размеров : в первую очередь обрабатывают те поверхности, относительно которых на чертеже координировано большее количество поверхностей деталей. Операции вспомогательного характера обычно выносятся на стадию чистой обработки и их последовательность может меняться.

## 28) Поверхности машин и деталей

В зависимости от выполняемых функций выделяют:

1. Основные базирующие поверхности- это поверхности, при помощи которых определяется положение деталей в изделиях относительно др. деталей.
  2. Вспомогательные базирующие поверхности – это поверхности, при помощи которых определяется положение всех др. деталей присоединяемых к данной относительно ее основных баз .
  3. Свободные поверхности - помогают вместе с остальными поверхностями придать детали конструктивные формы, требуемые ее функциональным назначением.
- При установке детали на станках можно выделить поверхности:
1. Обрабатываемые поверхности.
  2. Поверхности базы, определяющие положение детали при обработке;
  3. Поверхности, воспринимающие усилия закрепление.
  4. Поверхности, от которых измеряют выдерживаемые размеры;
  5. Необрабатываемые поверхности.

0  
0  
0

### **13) Построение операций механической обработки. Назначение операционных допусков.**

Исходные данные: 1) маршрут обработки детали; 2) схема базирования и закрепления детали; 3) обработанные поверхности и требования к их точности и качеству; 4) поверхности обработанные на предшествующих операциях и их точность и качество; 5) припуски на обработку; 6) темп работы. При проектировании операций уточняется ее содержание, устанавливается последовательность и возможность совмещения переходов во времени, выбирается оборудование, инструменты и приспособления, назначаются режимы резания, рассчитываются нормы времени, устанавливаются настроечные размеры и схема наладки. Формирование операций для поточного производства подчиняется определению трудоемкости на каждой операции равной или кратной такту. При больших поверхностях детали экономично использовать высокопроизводительные станки с максимальной концентрацией переходов в одной операции и максимальным совмещении их во времени. С уменьшением количества деталей применяется групповая обработка и формирование операций ведется путем выполнения совмещенных переходов, решающих аналогичные задачи у разных деталей.

- Выбор операционных допусков:
1. Величина допуска принимается в соответствии с экономической точностью метода обработки, используемого на данной операции.
  2. Система простановки допуска должна быть такой, чтобы поле допуска отсчитывалось в металл и отклонения на размеры принимаются по основной системе.
  3. Допуски на размеры выполняемые на операциях окончательной обработки выбираются в соответствии с экономической точностью метода обработки даже в том случае, когда по чертежу требуется меньшая точность выдерживаемого размера. Выбор чертежного допуска не гарантирует рабочего допуска.
  4. Если размер, координирующий положение обрабатываемой на данной операции поверхности от другой, еще не обработанной поверхности, то допуск на этот размер принимается на один квартал ниже качества экономической точности метода обработки. Иногда черновая обработка производится без допуска, что недопустимо: 1) не гарантируется удаление дефектного слоя; 2) при наличии на заготовке 3 и более поверхностей обработка без допуска ведет к потере увязки м/д операционными размерами.
  5. Если поверхность обрабатываемая на данной операции в дальнейшем используется в качестве базы, то допуск на ее размер выбирается исходя из условия обеспечения заданной точности установки, настройки или измерения.
  6. Если размер выдерживаемый на данной операции влияет на точность других размеров детали, то допуск на него определяется на основе решения соответствующих размерных цепей. Допуск выше экономической точности метода обработки.
  7. Допуск на размер, координирующий положение осей отверстий должен быть проставлен по симметр. двусторонней системе.

### **14) Понятие о техпроцессе**

**Техпроцесс** - часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и определению состояния предмета труда

Создание техпроцессов включает:

1. анализ исходных параметров для разработки тех процессов;
2. подбор действующего, типового, группового тех. процесса или поиск аналога единичного техпроцесса;
3. выбор исходной заготовки и методов ее изготовления;
4. выбор технологических баз;
5. составление технологического маршрута обработки;
6. разработка технолог. операций;
7. разработка или уточнение последовательности переходов в операциях;
8. выбор средств технолог. оснащения;
9. определение потребного кол-ва ;
10. выбор средств механизации и автоматизации элементов процесса и внутри цеховых средств транспортирования.
11. назначение или расчет режима обработки;
12. нормирование тех процесса;
13. расчет эконом. эффективности тех. Процесса;
14. оформление документации тех. процесса.

В машиностроении **Техпроцесс** - часть производства процесса включающая последовательное изменение размеров формы, внеш. вида или внутр. свойств предметов производства и их контроль.

### **23) Искусственные и дополнительные базировочные поверхности.**

**Технологическая база** - совокупность поверхностей, линий или точек, при помощи которых ориентируются при изготовлении детали поверхности, обрабатываемой на данной операции относительно станка, приспособления, режущего или другого рабочего инструмента. Когда конфигурация детали не дает возможности выбрать технологическую базу, прибегают к созданию искусственных вспомогательных баз.

**Искусственная вспомогательная база** - это база, которая создается для облегчения установки детали в приспособлений или на станке

Иногда при обработке деталей отличающихся малой жесткостью и большими размерами происходит деформация под действием силы резания, тяжести. Для их установки необходимо применять дополнительные опорные точки (сверх шести).

**Дополнительные базировочные поверхности** - базировочные поверхности, несущие на себе избыточные опорные точки, необходимые для предотвращения деформации детали при обработке, но применение дополнительных базировочных поверхностей может внести неопределенность в положения детали и снизить точность обработки, поэтому они должны быть подвижными и регулируемы.

### **15) Формирование операций техпроцесса. Последовательность обработки.**

Технологическая операция является основной единицей производственного планирования и учета. На основе операции определяется трудоемкость изготовления изделия и устанавливаются нормы времени и расценки; задается требуемое количество рабочих, оборудования, приспособлений и инструментов, определяется себестоимость обработки, производится календарное планирование производства и осуществляется контроль качества и сроков выполнения работ.

Последовательность операций технологического процесса механической обработки: 1) обработка поверхностей, образующих технологические базы для всех последующих операций обработки; 2) черновая обработка основных поверхностей детали; 3) чистовая обработка основных поверхностей детали; 4) черновая и чистовая обработка второстепенных поверхностей; 5) термическая обработка, если она предусмотрена технологическими требованиями; 6) выполнение второстепенных операций, связанных с термообработкой; 7) выполнение отделочных операций по основным поверхностям; 8) выполнение доводочных операций по основным поверхностям.

Определение оптимальной последовательности и сочетаний операций обработки при проектировании технологических процессов является важным фактором в сокращении вариантов процесса обработки. Исходными параметрами проектирования технологической операции являются:

- 1) маршрут обработки детали;
  - 2) схема базирования и закрепления детали на данной операции;
  - 3) обработанные на предшествующих операциях поверхности и их точность;
  - 4) предполагаемые к обработке на данной операции поверхности и их точность;
  - 5) припуск на обработку;
  - 6) темп работы (при проектировании операций для поточной линии).
- Формирование операций технологического процесса обработки детали может быть произведено после разработки маршрута обработки поверхностей детали. Существенное влияние на формирование операций оказывают условия, в которых должен выполняться технологический процесс. Формирование операций для поточного производства подчиняется получению трудоемкости каждой операции, равной или кратной такту. Переходы с большим удельным значением машинного времени следует формировать в операции с расчетом возможности многостаночного обслуживания.
- При больших количествах деталей экономично использовать высокопроизводительное оборудование с максимальной концентрацией переходов в одной операции и максимальным совмещением их во времени. С уменьшением количества деталей применяют групповую обработку и формирование операций ведется путем включения переходов, решающих аналогичные задачи у разных деталей одной группы.

### **49) Серийное производство и его влияние на техпроцесс.**

**Серийное производство** - характеризующееся ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых или ремонтируемых периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска.

В серийном производстве в зависимости от количества изделий в серии, их характера и трудоемкости, частоты повторяемости серий в течение года, различают производство мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

Технологические особенности:

1. технологический процесс преимущественно дифференцирован, т.е. разделен на отдельные операции, которые закреплены за определенными станками;
2. оборудование - универсальное, специализированное и частично специальное;
3. оборудование распределяется по технологическим группам с учетом направления, основного грузопотока цеха и могут использоваться предметно замкнутые участки (зубчатых колес, валы, групповые поточные и перемно поточные автоматические линии);
4. технологическая оснастка в основном универсальная, но во многих случаях создается специальная высокопроизводительная оснастка. Широко используется переналаживаемая и сборная оснастка;
5. Исходные заготовки применяются разнообразные: как неточные, так и высокоточные и целесообразность их применения обосновывается технико - экономическими расчетами;
6. требуемая точность достигается, как методами пробных ходов и промеров, так и методом автоматического получения размеров;
7. в зависимости от объема выпуска и особенности конструкции изделия, обеспечивается полная, неполная, групповая взаимозаменяемость, а иногда применяется пригонка по месту;
8. средняя квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве, но выше чем в массовом производстве;
9. технологическая документация и техническое нормирование разрабатывается для наиболее сложных и ответственных деталей, но одновременно может применяться упрощенная документация.

Серийное производство экономичнее, чем единичное, так как лучше использование оборудования, специализация рабочих, увеличение производительности труда обеспечивают уменьшение себестоимости продукции.

**Коэффициент закрепления операций** - отношение числа всех технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению за определенный период времени (месяц, год), к числу рабочих мест в цехе.

$1 < K_{ЗО} < 10$  - крупносерийное производство  
 $10 < K_{ЗО} < 20$  - среднесерийное производство  
 $20 < K_{ЗО} < 40$  - мелкосерийное производство

Конкретные условия серийного производства требуют от технолога понимания реальных ситуаций на предприятии.

### **16) Принципы концентрации и дифференциации операций.**

**Дифференциация операций** - разделение операций на более простые.

**Концентрацией операций** называется объединение нескольких операций в одну более сложную. Критерием для оценки степени дифференциации или концентрации операций служит количество предусмотренных в ней простых переходов. Пределом дифференциации является разделение процесса на такие операции, каждая из которых будет состоять из одного простого перехода, а пределом концентрации - сосредоточение всей обработки детали в одной операции.

В зависимости от способа выполнения переходов различают следующие виды концентрации операций:

- 1) последовательная или организационная концентрация - объединение операций в одну операцию, когда переходы следуют один за другим без изменения последовательности, методов обработки. Применяется в условиях единичного и мелкосерийного производства, в тяжелом машиностроении, в приборостроении;
- 2) параллельная или технологическая концентрация, когда простые переходы совмещаются в сложный переход, т.е. выполняются одновременно. Используется в крупносерийном и массовом производстве;
- 3) параллельно-последовательная или механическая концентрация - при наличии в операции нескольких сложных переходов, выполняемых последовательно, когда несколько установок заменяются позициями или автоматической сменой инструмента. Точность обработки при этом повышается, но увеличивается время на установку инструмента. Используется в крупносерийном и массовом производстве;
- 4) смешанная концентрация, которая также может быть названа разновидностью механической концентрации, когда в операции имеются простые и сложные переходы.

**Повышение и уменьшение степени концентрации операций** имеют свои достоинства.

**С повышением степени концентрации** операций в технологическом процессе:

- 1) уменьшается число установок детали, что очень существенно при обработке крупных деталей;
- 2) появляется возможность использовать станки повышенной производительности и специальные агрегатные станки, что важно при большой производственной программе;
- 3) сокращается длительность производственного цикла, так как с уменьшением числа операций уменьшается время пролеживания детали между операциями;
- 4) упрощается планирование и учет производства, так как они ведутся по операциям.

**С уменьшением степени концентрации:**

- 1) упрощается наладка оборудования на каждой операции;
- 2) снижается квалификация работы;
- 3) создаются лучшие возможности для использования интенсивных режимов резания в каждом переходе.

**Дифференциация операций** технологически легко осуществима, снижает требования к оборудованию, но усложняет планирование производства, требует увеличения площадей, занятых оборудованием.

Задача наиболее выгодной концентрации, сложная в общем виде, резко упрощается в конкретных условиях, так как они накладывают много ограничений, которые связаны с оборудованием, размерами и массой обрабатываемых деталей.

Повышение степени концентрации операций имеет определенные пределы независимо от перечисленных его достоинств. В то же время, и уменьшение степени концентрации не всегда возможно по соображениям точности обработки, из-за необходимости разделения процесса на этапы и по другим причинам. По этим причинам один процесс может содержать операции резко различные по степени концентрации.

Между последовательной и параллельной концентрациями имеются существенные различия. Изменением степени последовательной концентрации достигается в основном только перераспределение общей трудоемкости детали между операциями процесса и сокращается вспомогательное время. Параллельная и параллельно-последовательная концентрация выступает в качестве одного из методов резкого повышения производительности обработки и одного из методов механизации и автоматизации технологического процесса.

### **22) Правило шести точек.**

Для определения положения детали в пространстве, рассматриваемой как абсолютно жесткое тело относительно другой детали необходимо и достаточно 6-ти опорных точек.

Применение большего количества опорных точек вредно, так как вносит дополнительную погрешность в определение положения детали, поэтому во всех случаях, когда количество конструктивно оформленных баз, используемых для определения положения детали,  $< 3$  приходится пользоваться, так называемыми, «скрытыми базами». Скрытые базы - координатные плоскости, мысленно проводимые к имеющимся у детали конструктивно оформленным и обрабатываемым базам, доведения их общего числа до 3-х.

При обработке валов их скрытые базы материализуются в виде 2-х центровых отверстий, лишающих деталь 5-ти степеней свободы. Левое центровое отверстие связанное с передней бабкой, лишает деталь 3-х степеней свободы и называется упорно-центрирующей базировочной поверхностью. Правое центровое отверстие связанное с центром задней бабки, лишает деталь 2-х степеней свободы и называется центрирующей базировочной поверхностью. Шестая степень свободы лишается при помощи скрытой базы в виде опорной точки, касания хомутика, надетого на вал с поводковым пальцем патрона и называется упорной базировочной поверхностью.

## 18) Управление точностью обработки партии заготовок.

### методы и их особенности.

Для обеспечения требуемой точности обработки партий деталей не достаточно расчета и осуществления настройки станка, т.к. под влиянием переменных систематических погрешностей, связанных с температурными деформациями, износом и затуплением инструмента происходит смещение поля рассеяния размеров деталей внутри поля допуска и ч/з определенный промежуток времени часть деталей может выйти за пределы поля допуска. Для предотвращения появления брака ч/з определенный промежуток времени необходимо произвести поднастройку станка.

1. Управление точностью процесса обработки по выходным параметрам – это процесс восстановления первоначальной точности взаиморасположения инструмента и обрабатываемой детали, нарушенного в процессе обработки партий деталей. В результате под настройки поле рассеяния размеров деталей возвращается в первоначальное положение и вероятность появления брака устраняется. Для предотвращения брака важно своевременно установить момент требующий под настройки, т.е. определить продолжительность работы  $m$  под настройкой. Для предотвращения появления брака важно своевременно установить момент требуемой поднастройки и продолжительность обработки детали между двумя поднастройками. Его можно определить путем систематических замеров обрабатываемых деталей. Суммарное рассеяние размеров партий деталей:

$$\omega = 6\sigma + A, \text{ где } 6\sigma - \text{ поле рассеяния размеров детали под влиянием случайных погрешностей;}$$
$$A_{ПС} = A = t_2 \cdot tg \alpha - \text{ смещение вершины кривой за}$$

время  $t_2$  под влиянием переменных систематических погрешностей.

При повышении частоты под настроек, суммарное рассеяние размеров деталей партии уменьшается, т.е. повышается точность обработки, но снижается производительность. Устранение этих противоречий возможно путем автоматизации контрольных измерений обрабатываемых деталей и самого процесса поднастройки, т.е. применение устройств активного контроля. Момент необходимой поднастройки определяется во время работы станка без остановки путем отсчета машинного времени или путем регулярных измерений истинных размеров обрабатываемой детали.

В первом случае автоподнадчик через определенный промежуток времени дает исполнительным органам сигнал для перемещения режущего инструмента на определенную величину, компенсирующую  $\Delta_{ПС}$ . Конструкция автоподнадчиков этого типа проста и надежна, но их можно использовать при высокой степени однородности размеров, материала деталей и стойкости режущего инструмента.

Во втором случае точность повышается, метод поднадки более универсален, но конструкция автоподнадчиков усложняется, поэтому он применяется в крупносерийном и массовом производстве.

Общая трудность создания автоматического контроля: необходимость осуществления малых перемещений режущего инструмента в момент под настройки, что усложняет задачу создания точных и надежных систем авторегулирования.

2. Управление точностью процесса обработки по входным параметрам решает задачу уменьшения поля рассеяния размеров детали, обусловленного случайными погрешностями обработки. Наибольшее влияние оказывает величина припуска и твердость обрабатываемого материала, влияющих на величину сил резания и упругих деформаций. Наиболее простой путь уменьшения поля рассеяния – измерение размеров и твердости заготовок и сортировка их по группам с последующим внесением поправок на размер статической настройки, учитывающих отличие упругих отжатий технологической системы. Недостатки: трудоемкость, организационная сложность.

$$P = f(S, t, HB)$$

Т.к. отжатие технологической системы определяется отношением:

$$y = P_y / j, \text{ где } P_y - \text{ сила резания; } j - \text{ жесткость станка;}$$

то погрешность обработки зависит от колебания силы резания и при неизменных условиях резания сила резания зависит от колебания припусков и твердости, т.е. единственным способом компенсации является изменение подачи, что позволяет создать чувствительный механизм управления упругими перемещениями технологической системы не имеющего скачков. Т.к. поправка вносится за счет упругих перемещений технолог. системы, перемещение узлов станка не требуется и размер статической настройки обеспечивается неизменным.

3. Управление упругими перемещениями элементов технологической системы позволяет устранить систематические и переменные систематические погрешности обработки, вызывающие погрешности геометрических формы деталей. Регулирование подачи в процессе обработки детали позволяет повысить точность их геометрической формы. В связи с различной податливостью обрабатываемых деталей по их длине жесткость технологической системы не остается постоянной по длине обработки, т.е. по длине обработке меняются упругие отжатия и меняется правильность геом. формы. Для получения правильной геом. формы обработанной детали необходимо компенсировать не только колебания сил резания, но и упругие отжатия технолог. системы. Для этого необходимо создать устройство, изменяющее силу резания по длине обработки по определенной программе в соответствии с колебанием жесткости технолог. системы, что можно осуществить за счет регулирования продольной подачи.

Достоинства: 1) позволяет существенно повысить точность обработки за счет уменьшения поля рассеяния; 2) позволяет увеличить производительность большинства технолог.

систем за счет наиболее выгодных режимов резания, учитывающих колебания припусков твердости и жесткости системы, а также за счет прохождения инструментом холостых ходов и участков с минимальными припусками при максимальной подаче.

3) позволяет использовать чувствительный механизм регулирования технолог. системы работающей без скачков с сохранением постоянного размера статической настройки; 4) позволяет обеспечить обработку с равномерной нагрузкой технолог. системы, что повышает долговечность работы системы и снижает затраты на режущий инструмент.

Недостатки: влияние изменения продольной подачи на шероховатость обработанной поверхности.

## 19) Методы настройки станков; задачи, особенности точности различными методами.

Обеспечение точности механической обработки.

1. Точностные расчеты и осуществление первоначальной настройки станков обеспечивающее минимальные систематические погрешности, связанные с настройкой, а также реализация наибольшего периода работы станков без поднастройки.

2. Расчеты режимов резания с учетом фактической жесткости технологической системы.

3. Точное управление процессом обработки и современная точная поднастройка станков.

Настройка станка – это процесс подготовки технологического оборудования и технологической оснастки к выполнению определенной технологической операции.

Задачи настройки в условиях единичного и мелко серийного производства, когда точность размеров достигается методом пробных ходов и промеров:

1. Установка приспособления и режущего инструмента в положение, обеспечивающее наиболее выгодные условия резания, высокую производительность, стойкость инструмента и требуемое качество поверхности.
2. Установка режимов работы станка для крупносерийного и массового производства, когда точность достигается методом автоматического получения размеров на настроенных станках.
3. Обеспечение точности взаиморасположения режущего инструмента, приспособления, программноопределяемых, определяющих величину и траекторию перемещения инструмента относительно обрабатываемой детали.

Особенности обеспечения точности различными методами:

1. Статическая настройка.
2. Настройка по пробным деталям с помощью рабочего калибра.
3. Настройка по пробным деталям с помощью универсального мерительного инструмента.

1. Статическая настройка – заключается в том, что установка режущего инструмента производится по различным калибрам и эталонам на неподвижном станке. В связи с деформациями в упругой технолог. системе, зависящими от усилия резания, температурного режима, размер обработанной детали оказывается больше для охватываемых поверхностей или меньше для охватываемых. Для компенсации возникших отклонений обрабатываемых деталей установочные калибры или эталонные детали изготавливаются с отступлением от чертежа на величину  $\Delta$  поправки.

Расчетный настроенный размер определяется по формуле:

$$L_n^{расч} = L_n^{дем} \pm \Delta_{попр} \text{ ; "+" при обработке отверстия; "-" при обработке валов);}$$
$$L_n^{дем} = (L_{max} + L_{min}) / 2 - \text{ размер, который должен быть получен после обработки.}$$
$$\Delta_{попр} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3,$$

где  $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$  – составляющие учитывают действие сил резания, шероховатость обрабатываемой детали и величину зазора в подшипниках шпинделя.

$\Delta_1 = P_y / j$  при односторонней обработке, а при двусторонней удваивается;

$\Delta_2 = Rz$ ;  $\Delta_3$  – половина радиального зазора в подшипниках шпинделя.

Метод статической настройки обеспечивает точность обработки, не выше 8,9 качества.

(«») 1) Сокращение продолжительности настройки.

2) Возможность настройки инструмента вне станка.

3) Возможно применение при многоинструментальной обработки и станка с ЧПУ.

2. Настройка по пробным деталям с помощью рабочего калибра – производится по рабочему калибру, который используется при обработке. После настройки изготавливается одна и несколько деталей и, если их размеры находятся в пределах допуска рабочего калибра, настройка считается правильной и разрешается обработка всей партии деталей.

Даже когда допуск на обработку значительно превосходит поле рассеяния, значительная часть обработанной детали может оказаться за пределами поля допуска.

Кривая рассеяния которой принадлежит размер пробной детали может занимать внутри поля допуска различные положения и при изготовлении одной детали нельзя сказать какому участку она соответствует.

Для исключения брака, когда  $\omega = 6\sigma < T$  необходимо обеспечить расположение кривой фактического рассеяния внутри поля допуска, чтобы ее центр группирования ( $E_g$ ) отстоял от предельных размеров, не меньше чем на  $3\sigma$ , что невозможно решить этим методом.

3. Настройка по пробным деталям с помощью универсального мерительного устройства.

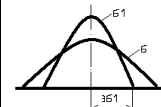
Установка реж. инструмента и упоров станка производится на определенный рабочий настроенный размер, и правильность установки определяется обработкой некоторого количества пробных деталей. Настройка признается правильной, если среднее арифметическое значение размеров пробных деталей, находится в пределах допуска на настройку. Если совокупность деталей, распределение размеров, которых подчиняется закону Гаусса со среднеарифметическим  $\sigma$ , разбит на группы по  $m$

штук, и определить среднее арифметическое значение размеров внутри каждой группы, то распределение

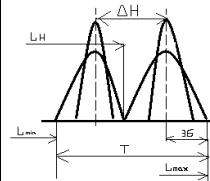
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0

размеров групповых средних также подчиняется закону

Гаусса, со средним квадратичным  $\sigma_1 = \sigma / \sqrt{m}$ . При этом центр группирования групповых средних совпадает с центром группирования размеров всей партии.



Пренебрегая износом реж. инструмента, можно считать, что среднее арифметическое значение пробных деталей, может отличаться от среднего арифметического совокупности детали не более чем на  $3\sigma / \sqrt{m}$ .



Центр группирования размеров пробных деталей располагается по отношению к центру группирования партий деталей относительно предельных размеров ближе, чем на расстояние  $3\sigma$  т.е. возникает опасность появления брака, но даже в том случае когда это расстояние больше  $3\sigma$ , брак возможен т.к. центр группирования всей партии заготовок оказывается смещенным на величину  $P$  от требуемого положения кривой.

Брак не возможен, если  $\min$  размер групповых средних пробных деталей будет:  $L_{min} гр. ср. \geq L_{min} + 3\sigma / \sqrt{m}$ . Аналогично  $L_{max} гр. ср. \leq L_{max} - 3\sigma / \sqrt{m}$  т.к. центр группирования, групповых средних расположен  $3\sigma / \sqrt{m}$ , в любом случае отстает от границы  $\min$  и  $\max$  – ного размера детали на величину  $3\sigma$ . Разность предельных групповых средних размеров определяет допуск настройки:

$$T_n = L_{max} гр. ср. - L_{min} гр. ср. = T - 6\sigma (1 + 1/\sqrt{m}).$$

С увеличением числа пробных деталей, увеличивается допуск на настройку, но при этом возрастает время настройки. Число

пробных деталей  $m$  будет  $m > \left[ \frac{6\sigma}{T - 6\sigma} \right]^2$  и берется в пределах  $m = 2-8$ .

Условия обработки без брака при отсутствии систематических погрешностей:  $6\sigma(1 + 1/\sqrt{m}) + T_n < T$  при наличии систематических погрешностей  $6\sigma(1 + 1/\sqrt{m}) + T_n + \Delta_{сист} < T$ , но при этом величина допуска  $T_n$  не совпадает с погрешностью настройки и погрешность настройки равна:

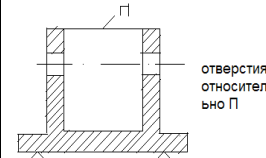
$$\Delta_H = \omega_H = 1, 2 \sqrt{\omega_{рез}^2 + \omega_{изм}^2 + \omega_{смец}^2}$$

Допуск настройки представляет разрешенное колебание значений групповых средних, вызванное погрешностями регулирования и измерения и является частью погрешности настройки.

$$T_n = 1, 2 \sqrt{(\omega_{рез})^2 + (\omega_{изм})^2}$$

## 25) Проверочные базирующие поверхности.

ПВП – это поверхность обрабатываемой детали, по которой происходит выверка положения этой детали на станке или установка реж. инструмента.



При работе по технолог. Проверочным базирующим поверхностям точность и качество пов-тей детали не влияет на точность обработки детали. В качестве проверочных базирующих поверхностей в мелкосерийном произ – ве часто используются обрабатываемые пов-ти. Разновидность проверочных баз могут быть разметочные риски.

Иногда в качестве проверочной базы может использоваться сборочная база.

В крупносерийном производстве используется метод базирования по ранее изготовленным отверстиям с помощью установочных штифтов. Проверочная технолог. База может быть реальной или условной.

- От правильности выбора баз зависят:
1. точность выполнения размеров заданных на чертеже;
  2. правильность взаиморасположения обрабатываемых пов-тей;
  3. точность выполнения конкретной операции;
  4. степень сложности конструкции приспособлений, режущих и измерительных инструментов;
  5. производительность обработки.

**17) Методы расчета точности и анализа техпроцессов**

1. Теоретический, расчетный
  2. Экспериментальный, статистический
1. *Расчетно-аналитический метод* предполагает полную определенность техпроцесса, на основе решения системы уравнений, описывающих закономерность переноса погрешностей техпроцесса и определение искомого точности.

Правомочность применения определенных моделей зависит от степени исследования, изучения изучаемого процесса. Математическое описание процессов заключается в последовательном определении исходных погрешностей и дальнейшем установлении в аналитическом виде их влияния на окончательную точность обработки.

Трудности метода:  
1) Невозможно учесть все факторы, влияющие на точность техпроцесса; 2) Сложность решения большого числа уравнений; 3) По точности изготовления одного изделия нельзя судить о точности тех. процесса в целом.

Этот метод применяется: 1) для оценки влияния отдельных факторов в определенных условиях производства, но не позволяет получить комплексную оценку всех факторов, влияющих на точность обработки; 2) для расчета погрешностей единичных деталей.

2. *Вероятностный метод* может быть использован для анализа точности обработки партии деталей или процесса в целом, т.к. он охватывает все возможные и важные комбинации условий хода тех. процесса. Вероятностная модель содержит законы распределения характеристик, параметров размеров и рассеивания погрешности обработки, как для партии деталей, так и для всего процесса в целом.

3. *Метод статистического моделирования* для него необходимо располагать экспериментальными данными о точности отдельных операций и отдельных параметров тех. процесса.

Статистические методы:

1. Кривых распределения
2. Точностные диаграммы
3. Корреляционные методы
4. Регрессионные методы
5. Дисперсионный анализ
6. Теория планирования эксперимента.

4. *Расчет анализа точности на основе решения технологического размерного уравнения* возможен при настройке станков, но необходимо четко представлять взаимодействие отдельных параметров влияющих на точность настройки.

$$P_x = j \cdot x \quad 2. P_x = c \cdot (t_{зад} - x)^{x_p}$$

$A_{ст}$  – статический размер, определяемый положением инструмента относительно установочных поверхностей станка при ненапряженной технолог. системы.

$A_{дин}$  – динамическая деформация технолог. системы в направлении выдерживаемого размера под действием сил резания.

$A_{уст}$  – размер определяющий положение измерительной базы относительно установочных поверхностей станка.

$$A_{дет} = A_{см} + A_{дин} - A_{уст}$$

$$A_{дет} = \frac{c \cdot (A_{зад} + A_{уст} + j \cdot A_{см})}{c + j} - A_{уст} + \frac{z \cdot c \cdot j \cdot (A_{дет} + A_{зад} - A_{уст})}{(c + j)^2}$$

$$i \ln \frac{j \cdot (A_{уст} + A_{зад} - A_{см})}{c + j}; \text{ где } z = x_p - 1$$

**24) Конструкторская и сборочная базы.**

**Скрытые базы.**

*База* – совокупность поверхностей, линий или точек, относительно которых ориентируются другие детали при сборке или другие поверхности данной детали при обработке или измерении.

По функциональному назначению базы делятся на: конструкторские; сборочные; измерительные; технологические; транспортные.

*Конструкторская база* – совокупность поверхностей, линий или точек, от которых задаются размеры и положения других деталей в изделии при разработке конструкции. Конструкторская база может быть *реальной*, если она представляет материальную поверхность, но может быть и *условной*, если она представляет геометрическую линию.

*Сборочная база* – совокупность поверхностей, линий или точек, которые ориентируют данную деталь относительно других деталей в изделии или сборочной единицы и подразделяются на опорные и проверочные.

Сборочная база называется *опорной*, когда составляющие ее базировочные поверхности непосредственно соприкасаются с поверхностями других деталей и они всегда реальные, образуются из совокупности материальных поверхностей. И сборка производится путем сопряжения сборочных базировочных элементов изделия без выверки.

А иногда производится выверка взаиморасположения деталей по проверочным сборочным базам с последующей их фиксацией. Проверочная сборочная база – это когда ее составляющие базировочные поверхности служат для выверки положения детали относительно др. деталей изделия. Они могут быть реальными или условными.

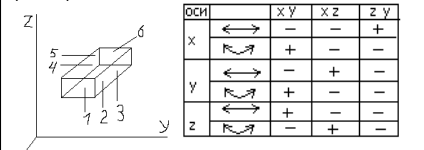
*Скрытые базы* – координатные плоскости, мысленно проводимые к имеющимся у детали, конструктивно оформленным обрабатываемым базам для доведения их общего числа до 3.

Скрытые базы чаще всего проводятся по осям симметрии. В ряде случаев для сокращения времени на установку детали при обработке и создания опорных точек скрытые базы материализуются в виде приливов, бобышек, разметочных линий и т.д.

**21) Понятие базы. Классификация баз по числу лишаемых степеней свободы.**

База – это совокупность поверхностей, линий или точек по отношению к которым ориентируются другие детали при сборке или другие поверхности данной детали при обработке или измерении.

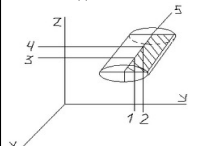
Положение любой детали рассматриваемой как абсолютно жесткое тело определяется относительно трех выбранных координатных плоскостей, т.е. тело необходимо лишить трех прямолинейных перемещений в направлении координатных осей и трех вращательных движений вокруг трех координатных осей.



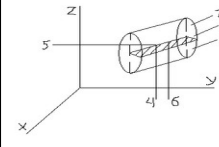
Для определения положения жесткой детали необходимо и достаточно 6 опорных точек. На призматических деталях опорные точки располагаются: 3 опорные точки на поверхности с наибольшими размерами, и лишают деталь трех степеней свободы. Боковая поверхность связывается 2 удерживающими связями с плоскостью xz и лишают дет. 2-x степеней свободы. И для полной координации положения дет. поверхность с наименьшими размерами соединяется с плоскостью zy и тело лишается одной степени свободы.

Применительно к призматическим телам можно определить след. классификацию баз:

- 1) Главная базировочная поверхность – это поверхность или сочетание поверхностей, лишающая деталь 3-x степеней свободы.
- 2) Направляющая базировочная поверхность – это поверхность или сочетание поверхностей лишающая деталь 2-x степеней свободы.
- 3) Упорная базировочная поверхность – это поверхность или соч. поверх., лишающая деталь 1-й степени свободы.



На цилиндрической поверхности располагаются 4 опорные точки, которые лишают деталь 4-x степеней свободы и называется двойной направляющей базой. На торцевой поверхности и одной из образующей располагаются по одной упорной точке.



На детали с соотношением  $l/d < 1$  6 опорных точек располагаются: 3 на торцевой поверхности выполняют функцию главной базировочной поверхности; 2 на цилиндрической поверхности лишают деталь 2-x степеней свободы и называется двойной упорной или центрирующей базой. И одна точка располагается на одной из образующей поверхности и выполняет функцию упорной базы.

При установке детали по длинной конической поверхности, деталь лишается 5 степеней свободы и остается возможность вращения вокруг собственной оси и поэтому поверхность длинного конуса может быть названа упорно-направляющей базировочной поверхностью. А пов-ть, несущая на себе одну опорную точку наз-ся опорной.

**27) Основные и вспомогательные технологические базы.**

Основная технолог. база – базировочная поверх-ть детали, при помощи кот-ой она ориент-ся во время изгот-ия и сопрягается с др. деталью, совместно с ней работающей в собранном изделии или оказывает влияние на работу данной детали в изделии. В качестве основных ТБ служат окончательно обработанные конструкторские и сборочные базы, связ-ые с обрабатываемой поверхностью непосредственным размером или техническим требованием. Использование ОТБ позволяет получать требуемые размеры непосредственно и выдерживать допуски, установленные конструктором.

Вспомогательная технолог. база – базировочная поверхность, которая служит для ориент-ий детали во время изготовления, но расположение кот-ой относит-но обработ. поверхности в готовом изделии значения не имеет. Вспомогательные ТБ применяются, когда конструкция обрабатываемой детали исключает возможность использования основной базы в качестве технологической или требует изготовления сложных приспособлений. При этом конструкторский размер получается как замыкающее звено некоторой размерной цепи, составляющими звеньями которой являются вспомогательные размеры выдержанные при обработке.

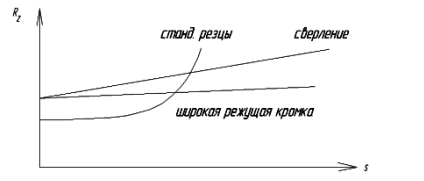
Т.к. допуск замыкающего звена равен сумме допусков составляющих звеньев, точность вспомогательных размеров при использовании ВТБ должна быть выше точности размеров, поставленных от конструкторских баз.

При использовании вспомогательных технолог. баз, точность размеров зависит не только от точности получения составляющих размеров соответ. размерной цепи, но и от погрешности базирования.

**30) Факторы, влияющие на качество поверхности.**

- Обезуглерожженный поверхностный слой
- Следы шероховатости прокатных валков и литейных форм
- Величина зерен формовочной смеси
- Следы окислы
- Поверхности с неровностями

1) Шероховатость поверхности образованной резанием зависит от метода обработки. 2) Значительное влияние оказывают режимы резания, при скорости 20-25 м/мин, что связано с захватом и отрывом слоев расположенных под режущей кромкой. При высоких скоростях наростообразование прекращается, и процесс идет более плавно. При разных методах обработки подача по-разному влияет на шероховатость поверхности.



Глубина резания мало влияет на шероховатость поверхности, если технологическая система достаточно жесткая. На шероховатость поверхности влияют механические свойства, хим. состав и структура материала детали. Меньшая шероховатость получается при обработке деталей из твердой стали, с повышенным содержанием серы, присадкой свинца и мелкозернистой структурой. 3) Шероховатость поверхности зависит от жесткости технологической системы. Физико-механические свойства поверхностного слоя изменяются под действием силовых и тепловых факторов. При обработке лезвийным инструментом преимущественно воздействуют силовые факторы: пластические деформации смещения кристаллов и наклеп поверхностного слоя. При обработке абразивом состояние поверхностного слоя определяется тепловыми явлениями, и в нем также возникают остаточные напряжения. При шлифовании характерна высокая  $t$  в тонком поверхностном слое. При этом возможны структурные неоднородности и мелкие трещины. Чтобы снизить их величину надо: увеличить скорость вращения заготовки, уменьшить глубину резания, применять мягкие круги и охлаждение. 4) Износ и затупление инструмента приводит к повышенному трению по задней поверхности. 5) материал инструмента. Электроимпульсная обработка изменяет структуру материалов. Электрохимическая обработка насыщает поверхностный слой водородом и может возникнуть хрупкая поломка. **Методы измерения и оценка качества поверхности.** Шероховатость поверхности оценивается путем измерения микронеровностей приборами: профилографы, профилометры, оптические приборы. Принцип работы профилометров основан на измерении микронеровности путем ощупывания ее алмазной иглой и определяет величину среднеквадратического отклонения от средней линии профиля обработанной поверхности детали. В производственных условиях шероховатость поверхности деталей часто оценивают путем сравнения их с эталонами чистоты, представляющими собой плоские или цилиндрические образцы, изготовленные из различных материалов с шероховатостью обработанных поверхностей, соответствующей известной шероховатости. Наборы образцов – эталонов изготавливают для различных видов механической обработки.

3) Измерительные базы.

Измерительная (контрольная) база - это совокупность поверхностей, линий или точек, от которых производится отсчёт выполняемых размеров при измерении детали, или по которым производится проверка взаиморасположения поверхностей детали. Измерительные базы связываются с контролируемыми поверхностями непосредственными размерами или определенными технич. условиями.

Если измерительными базами служат реальные поверхности, то проверка осуществляется обычными методами контроля.

При использовании геомет. линий или точек применяются косвенные методы контроля, а иногда указанные базы материализуются вспомогательными деталями.

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

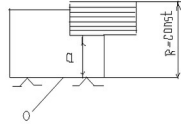
0

0

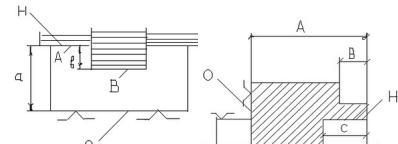
0

**26) Опорные и настроечные базирующие поверхности. Технологическая база.**

Технологическая (установочная) база - совокупность поверх-ей, линий или точек, при помощи которых ориентируются при изготовлении детали поверх-ть, обрабатываемой на данной операции относительно станка, приспособления, режущего или др. рабочего инструмента. ТБ могут быть плоскими, внутрен. поверхностями и др. С представлением о технологических баз связано понятие о направленности технологических размеров. Это понятие важно для расчета технологических размерных цепей, правильного распределения припусков на обработку поверх-ей, связанных общими размерами. В конкретных технологических расчетах, при определении взаиморасположения поверхностей относят. баз, приходится иметь дело с отдельными базирующими поверх-ями, с кот. связаны рассчитываемые размеры. Каждая базирующая пов-ть включается в свою линейную размерную цепь. В завис-ти от способа применения баз. поверхности при обработке дет. подразделяется на: **опорные, настроечные, проверочные.** **ОБП** - это пов-ти технолог. базы непосредственно соприкасающиеся с соответствующими установочными поверх-ями приспособления или станка.



При обработке по принципу автомат. получение размеров на настроенных станках требуемая точность может быть обеспечена относительно опорных базирующих поверхностей детали. Опорные ТБ не требуют сложной настройки станка обеспечивают необходимую точность и примен. в серийном и массовом произ-ве. Неудобство измерения не являются существенным, т.к. точность обработки определяется настройкой станка. **НБП** - это пов-ть детали относительно которой ориентируются обрабатываемые поверх-ти, связанная с этими поверхностями непосредственными размерами и обрабатываемыми за одну установку с рассматриваемыми обрабатываемыми пов-тями детали.



Наивысшая точность размеров детали достигается при их простановке относительно поверхностей детали по которым может быть произведена настройка станка. К ним относятся : опорные базирующие поверхности, а также поверхности образованные на детали на данной операции и связанные с др обрабатываемыми поверхностями непосредственными разме-рами, кот. являются настроечными базирующими поверх- ностями(обозначается Н) . Применение настроечных технологических баз расширяет возможности простановки размеров на чертежах т.к. позволяет устанавливать размеры без повышения их точности не только от опорных, но и от измерительных баз. Кроме того они способствуют упрощению приспособлений и концентраций операций, что особенно важно при использований станков-автоматов, координатных станков с ЧПУ и при многоопера- ционной обработке. При использований настроечных баз погрешность установки не влияет на точность размеров, простав. от этих баз. Как метод работы по настроечной базе используется при точной расточке нескольких отверстий , когда реж инструмент перемещается от одной обработ . поверх - ти к следующей.

**47) Единичное производство и его влияние на техпроцесс.**

Единичное производство - характеризуется разнообразной номенклатурой выпускаемых или ремонтируемых изделий и малым объемом выпуска. Технологические особенности: 1. на рабочих местах выполняются разнообразные технологические операции повторяющиеся не регулярно или не повторяющиеся совсем; 2. используется универсальное и высокоточное оборудование, расставленное по технологическим группам в цехах; 3. исходные заготовки простейшее, с малой точностью и большими припусками на обработку; 4. требуемая точность достигается методом пробных ходов и промеров с использованием разметки; 5. взаимозаменяемость деталей во многих случаях отсутствует. 6. широко применяется прогонка по месту; 7. технологическая осадка, режущий и измерительный инструмент имеют универсальный характер; 8. квалификация рабочих очень высокая; 9. технологический процесс имеет уплотненный характер, технологическая документация сокращенная и упрощенная; 10. в связи с частыми переналадками станка, основное время в общей структуре времени не велико, технические нормы времени отсутствуют и применяется опытно - статистическое нормирование труда; 11. разнохарактерность изготавливаемых изделий, нерегулярность поступления в производство, различные требования по точности обработки и применяемых материалов и необходимость использования специального оборудования, обуславливают высокую себестоимость

выпускаемых изделий.

**29) Понятие о качестве поверхности. Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей машин.**

Качество обработанной поверхности характеризуется двумя основными признаками: а) физико - химическими свойствами поверхностного слоя металла; б) степень шероховатости поверхности. Качество поверхностного слоя металла обуславливается свойствами металла и методами механической обработки. В процессе обработки от действия режущего инструмента поверхностный слой испытывает пластические деформации, и образуется наклеп, твердость его повышается, возникает внутреннее напряжения. Степень наклепа и глубина проникновения пластических деформаций зависит от метода обработки и режимов резания. Макронеровности - отклонения от правильной геометрической формы (овальность, конусность). Волнистость - наличие периодически повторяющихся, примерно одинаковых волнообразных отклонений. Микронеровности - шероховатость, обусловленная наличием гребешков и впадин.

**Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей машин.** Основная причина выхода изделий из строя (до 80%) это износ рабочих поверхностей сопряженных деталей. **Износостойкость** Износ определяется физико-механическими свойствами поверхностного слоя и режимом работы трущейся пары. Первоначальный износ и время работы зависит от шероховатости, но уменьшение шероховатости не всегда оправдано, т.к. на очень чистых поверхностях плохо удерживается смазка. Для повышения износостойкости желательно уменьшить неоднородность структуры поверхностного слоя и создавать в нем растягивающие напряжения. На износ влияет направление неровностей относительно направления скольжения поверхностей. Повышению износостойкости способствует предварительное упрочнение металла в поверхностном слое. Поверхностное упрочнение создает в поверхностном слое хим. соединения характерные для окисления. Кроме того, поверхностное упрочнение препятствует пластической деформации трущихся деталей. Наклеп уменьшает износостойкость только при наличии первоначального наклепа. При явлении перенаклепа происходит процесс разрушения и начинается ускоренный износ поверхности. Наличие в поверхностном слое остаточных напряжений сжатия уменьшает износ, а растяжения увеличивает. **Усталостная прочность** сильно зависит от шероховатости. Впадины микропрофиля являются своеобразными надрезами на поверхности, влияют на концентрацию напряжений и могут привести к появлению усталостных трещин. Особенно вредно влияние рисков от инструмента в местах концентрации напряжений. Для устранения влияния рисков назначается дополнительная отделочная обработка. **Стабильность сопряжения.** Шероховатость поверхности влияет на прочность соединения с натягом. Контактная жесткость стыков зависит от качества поверхности, т.к. шероховатость и волнистость поверхности уменьшает площадь контакта. Для повышения контактной жесткости применяют отделочную обработку. При этом желательно совпадение направления микронеровностей и повышение твердости поверхностного слоя. Стыковая жесткость может быть повышена предварительной затяжкой крепежных деталей. **Коррозионная стойкость.** Коррозия - наиболее активно протекает на дне впадин и уходит в глубину. Уменьшение шероховатости замедляет процесс коррозии в 1.5-2 раза. В агрессивных средах и при высоких температурах наклеп и шероховатость мало влияют на коррозионную стойкость.

**35) Случайная погрешность обработки.**

- это погрешности, которые для разных деталей рассматриваемой партии имеют различные значения, и ее появление не подчиняется никакой видимой закономерности. В результате возникновения случайных погрешностей происходит рассеяние размеров деталей и это рассеяние вызывается совокупностью многих причин случайного характера неподдающихся точному предварительному определению и проявляющих свое действие независимо друг от друга. Причины: 1. колебание твердости обрабатываемого материала; 2. колебание величины припуска; 3. колебание положения исходной заготовки в приспособлений, связанное с погрешностями базирования, закрепления или неточностью самого приспособления; 4. неточность установки суппортов по опорам и лимбам; 5. колебание температурного режима обработки; 6. затупление инструмента; 7. колебание упругих отжатий элементов технологической системы под влиянием нестабильных сил резания. Для выявления и анализа закономерности распределения необходимо воспользоваться методами математической статистики. Распределение размеров - совокупность значений истинных размеров деталей, обработанных при неизменных условиях и расположенных в возрастающем порядке с указанием частоты повторения. Из теорий вероятности известно, что распределение суммы большого числа взаимно независимых слагаемых величин при ничтожно малом и примерно одинаковом влиянии каждой из них на общую сумму и при отсутствии влияния доминирующих факторов подчиняется закону Гаусса.

$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(l_i - l_{cp})^2}{2\sigma^2}}$$

$$\sigma = \sqrt{\sum (l_i - l_{cp})^2 \frac{m}{n}}$$

n - количество опытов; m - сколько раз попало в интервал Закон Гаусса справедлив при механической обработке детали с точностью 7-9 квалитета.

**40) Достижение точности замыкающего звена методами групповой взаимозаменяемости и пригонки.**

Сущность метода пригонки заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена достигается в результате изменения величины одного из заранее намеченных составляющих звеньев путем снятия с него необходимого слоя материала. Удаление излишнего отклонения из размерной цепи осуществляется за счет изменения величины заранее выбранного составляющего звена, получившего название компенсирующего.

Чтобы осуществить пригонку за счет заранее выбранного компенсирующего звена, необходимо:

- 1. установить экономичные в данных производственных величины полей допусков и координаты средин полей допусков на все составляющие звенья;

$$\delta'_A = \sum_{i=1}^{m-1} \delta'_i$$

- 2. расположить средину поля допуска выбранного компенсирующего звена относительно его номинала, так чтобы обеспечить на детали, играющей роль компенсирующего звена, минимально необходимый слой материала, достаточный для компенсаций максимально возможной погрешности в размерной цепи  $\delta_k$ .

$\delta_k = \delta'_A - \delta_A$ , где  $\delta'_A$  - возможный допуск замыкающего звена, получаемый при назначении экономичности достижимых допусков на все составляющие звенья;  $\delta_A$  - допуск исходного замыкающего звена, определяемый служебным назначением или поставленной задачей.

3. не допускать при обработке детали погрешностей, выходящих за границы установленных допусков.

Поправка к координате средин расширенного поля допуска ( $\delta'$ ) компенсирующего звена равна:

$$\Delta_k = \frac{\delta_k}{2} + (\pm \sum_{i=1}^n \Delta'_{oi} \pm \sum_{n+1}^{m-1} \Delta'_{oi}) - (\pm \sum_{i=1}^n \Delta_{oi} \pm \sum_{n+1}^{m-1} \Delta_{oi})$$

n - общее количество увеличивающих звеньев, m - общее количество всех звеньев размерной цепи,  $\Delta'_{oi}$  - координаты средин полей расширенных допусков,  $\Delta_{oi}$  - координаты средин полей расчетных допусков. Знак плюс ставится если координата средин поля допуска увеличивает замыкающее звено, а если уменьшает то знак минус.

Основным преимуществом метода пригонки является возможность изготовления деталей с экономичными для данных производственных условий допусками. Существенным недостатком является необходимость выполнения добавочных работ, связанных с пригонкой компенсирующих деталей. Пригоночные работы слагаются из двух операций:

- 1. проверки погрешностей расстояния, размеров, относительных поворотов, образующихся на замыкающем звене каждой размерной цепи;
- 2. удаления лишних погрешностей снятием слоя материала с компенсирующего звена в ручную или путем механической обработки.

Для выполнения этих операций требуется рабочий высокой квалификации.

Сокращение времени пригоночных работ достигается путем механизаций и оснащением контрольно - измерительным инструментом и различными приспособлениями. Область применения: единичное и мелкосерийное производство.

Сущность **метода групповой взаимозаменяемости** заключается в том, что требуемая точность исходного - замыкающего звена достигается путем включения в размерную цепь составляющих звеньев, принадлежащих к одной из групп на которые они предварительно рассортированы.

При использований метода групповой взаимозаменяемости для получения требуемой точности замыкающего звена многозвенных размерных цепей необходимо, чтобы сумма допусков всех увеличивающих звеньев размерной цепи была равна сумме допусков всех уменьшающих звеньев:

$$\sum_{i=1}^k \delta_i = \sum_{k+1}^l \delta_i$$

Для технико - экономического использования метода групповой взаимозаменяемости необходимо соблюдение следующих основных условий:

- 1. установление наименьших экономических достижимых производственных допусков, т.е. при требуемой величине среднего допуска  $\delta_{cp}$  надо стремиться чтобы число групп было наименьшим:  $\delta'_{cp} = \delta_{cp} \cdot n$ ; где  $\delta'_{cp} = \frac{\delta_A}{m-1}$  n - число групп;
- 2. установление допусков на относительный поворот поверхностей, отклонения от геометрической формы и шероховатость поверхностей меньшими, чем расчетные допуски на размер;
- 3. равенства величин и знаков смещения средин полей рассеяния относительно средин полей допусков всех составляющих звеньев; желательно эти смещения не иметь совсем;
- 4. идентичность кривых рассеяния у всех составляющих размерную цепь звеньев;
- 5. четкость организаций измерения, хранения и перевозки деталей по группам в целях исключения путаницы.

Целесообразность использования метода групповой взаимозаменяемости должна решаться в каждом случае на основе технико - экономического расчета. Обычно рассматриваемый метод используется для достижения наиболее высокой точности замыкающих звеньев малозвенных размерных цепей шарикоподшипниковой промышленности, в соединениях поршней и пальцев авиационных и автомобильных двигателей и т.д.





а) Средняя величина допуска  $\delta_{cp}$  определяется:

$$\delta_{cp} = \frac{\delta_A}{m-1}$$

Если эта средняя величина допуска оказывается экономически приемлемой в производственных условиях, ее корректируют, учитывая трудности и экономику получения требуемой точности для каждой из составляющих звеньев размерной цепи.

б) Для расчета допусков звеньев размерных полей в общем случае и для расчета допусков звеньев плоских размерных цепей с параллельно расположенными

$$\delta_A = \sum_{i=1}^{m-1} \delta_i$$

звеньями:  
После корректировки величины допусков, установленных для всех составляющих звеньев должны удовлетворять этому равенству.

в) Координата середины поля допуска для плоской размерной цепи с параллельными звеньями:

$$A_{oA} = \sum_{i=1}^n \vec{A}_{oi} - \sum_{n+1}^{m-1} A_{oi}$$

где  $\Delta_{oi}$  и  $\Delta_{oi}$  – величины координат исходного и  $i$  – го, составляющего звеньев размерной цепи;  $n$  – количество увеличивающих звеньев;  $m$  – общее количество звеньев цепи.

Правильность установленных величин координат середин полей допусков и их знаков проверяется по этой формуле.

г) Для проверки правильности расчета и установления величин  $\delta_i$  и  $\Delta_{oi}$  можно воспользоваться равенствами, служащими для расчета величин предельных отклонений

$$A_{\Delta}^{H0} = \sum_{i=1}^n \vec{A}_{oi} - \sum_{n+1}^{m-1} A_{oi} + \sum_{i=1}^{m-1} \frac{\delta_i}{2}$$

$$A_{\Delta}^{HM} = \sum_{i=1}^n \vec{A}_{oi} - \sum_{n+1}^{m-1} A_{oi} - \sum_{i=1}^{m-1} \frac{\delta_i}{2}$$

закрывающего звена:

2. Погрешности, получаемые на всех составляющих звеньях размерной цепи, не должны выходить за пределы рассчитанных и установленных величин допусков или предельных отклонений размеров, относительных поворотов поверхностей и других характеристик качества изделий. Т.е. у всех изделий партий обязательно соблюдение неравенств:

$$A_{\Delta}^{H0} \geq \sum_{i=1}^n \vec{A}_{oi} - \sum_{n+1}^{m-1} A_{oi} + \sum_{i=1}^{m-1} \frac{\omega_i}{2}$$

$$A_{\Delta}^{HM} \leq \sum_{i=1}^n \vec{A}_{oi} - \sum_{n+1}^{m-1} A_{oi} - \sum_{i=1}^{m-1} \frac{\omega_i}{2}$$

Использование метода полной взаимозаменяемости является экономичным в условиях достижения высокой точности при помощи малозвеньевых размерных цепей.

**50) Формы организации производства**

1) По видам оборудования – свойственна единичному произ-ву и для отдельных деталей применяется в серийном произ-ве.

Станки распределяются по признаку однородности обработки, т.е. создаются участки станков, предназначенных для конкретного вида обработки.

2) Предметная – свой-на в основном серийному произ-ву, для отдельных деталей применяется в массовом произ-ве.

Станки распределяются в последовательности технолог. операций, для одной или нескольких деталей требующего одинакового порядка обработки и в этой же последова - ти осуществляется перемещение деталей. Детали обрабатываются партиями, при этом время выполнения операций на отд. станках может быть несогласованно с другими станками. Обработанные детали во время обработки хранятся у станков и транспортируются по партияно.

3) Поточно-серийная – серийное производство. Станки располагаются в последовательности технолог. операции для всех деталей обрабатываются на данной линии. Производство осуществляется партиями, но при этом деталями каждой партии отличаются одна от другой, размерами, конструкцией. Но должны допускать обработку на одном оборудовании. Время обработки и выполнения операции на различных станках согласованно, перемещение деталей м/у станками осуществляется партиями в порядке последовательной технолог. операции. Переналадка станков и технолог. оснастки при переходе производственного процесса на обработку других разновидностей сходных деталей обеспечивается предварительной технолог. подготовкой производства.

4) Групповая форма является прогрессивной в технико – экономическом отношении формой организации дискретных производственных процессов и экономической

основой является целевая, подетальная специализация участков и цехов, а технолог. основой является унифицированная групповая или типовая форма организации тех.процессов. Целесообразна для единичного, мелко серийного и серийного производства. В крупно серийном и массовом – при коротком цикле изгот. детали. В зависимости от принятого направления специализаций и глубины реализаций технолог. унификаций различают 6 разновидностей формы групповой организаций производства:  
**Первичные разновидности формы группового производства:**  
подетальные специализированные цеха; подетальные специализированные участки; многоменклатурные групповые поточные линии с перекладкой оборудования.

**Вторичные разновидности формы группового производства:**  
подетально групповые цехи; подетально групповые участки; многоменклатурные групповые поточные линии с перекладкой оборудования.  
В результате внедрения групповой формы организации производства и комплексной автоматизации технолог. процессов внедряются новые разновидности группового производства: гибкого автоматизированного производства, которое позволяет в единичном, мелко – и серийном реализовать принципы рациональной организации тех. процесса и эффективность, характерную для массового пр – ва.

а) Гибкий производственный модуль (ГПМ) - предназначен для комплексной обработки детали на одном станке в автоматическом режиме. При этом обработке подвергаются детали различных наименований; применяются в единичном и мелкосерийном производстве.

б) Робототехнологический комплекс (РТК) - ГПМ, оснащенный промышленным роботом или манипулятором, применяемый в единичном, мелкосерийном и серийном производстве для обработке деталей определенной номенклатуры и типоразмеров.

в) Гибкая производственная система (ГПС) - совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, ГПМ, РТК, отдельных единиц технологического оборудования, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве деталей произвольной номенклатуры.

г) Робототехнологическая линия (РТЛ) - совокупность РТК, связанных между собой транспортными средствами и системой управления; операции выполняются в принятой технологической последовательности. Применяются в условиях мелкосерийного и серийного производства.

д) Робототехнологический участок (РТУ) - совокупность РТК, связанных между собой транспортными средствами и системой управления, в которой предусмотрена возможность изменения последовательности использования технологического оборудования.

е) Гибкий автоматизированный участок (ГАУ) - ГПС, функционирующая по технологическому маршруту, в котором предусмотрена возможность изменения последовательности использования технологического оборудования.

ж) Гибкий автоматизированный цех (ГЦ) - ГПС, представляющая собой в различных сочетаниях совокупность гибких автоматических линий, РТЛ, ГАУ, РТУ для изготовления изделий заданной номенклатуры.

5)Прямоточная – свойственна массовому производству и меньше крупносерийному. Станки располагаются в последовательности технолог. операций, закрепленных за определенными станками. Детали со станка на станок передаются поштучно, но время выполнения отдельных операций не одинаково и некратно такту. Для между рабочими местами иногда применяются конвейеры, выполняющие роль транспортера.

б)Непрерывно – поточная – свойственна массовому производству. Станки располагаются в послед – ти операций тех. процессов, закрепленных за опред. станками. Время выполнения операций равно или кратное такту.

Разновидности:

- 1.Передача деталей простыми транспортными устройствами.
- 2.С периодической подачей деталей транспортными устройствами с тяговым элементом. Конвейер перемещается периодически в соответствии с тактом работы.
- 3.С непрерывной подачей деталей конвейером, т.е. он движется непрерывно, перемещая изделия между рабочими местами. Такт механически поддерживается конвейером и его скорость должна соответствовать времени выполнения операций.
- 7)Автоматическая – характеризуется непрерывным производственным потоком, полностью исключается ручной труд.

**43) Достижение точности замыкающего звена методом неполной взаимозаменяемости.**

Сущность метода заключается в том, что требуемую точность замыкающего звена размерной цепи достигают не во всех размерных цепях, а у подавляющего их большинства, когда в размерную цепь включают все звенья снова или в ней заменяют часть звеньев без их выбора, подбора или изменения их величин.

Отличием этого метода является установление больших по величине допусков на составляющие звенья, что делает изготовление деталей и эксплуатацию машин более экономичными. При этом идут на риск получения небольшого процента случаев выхода погрешности замыкающего звена размерной цепи за пределы установленного допуска. Но дополнительные затраты труда и средств на исправление небольшого количества изделий, вышедших за пределы допуска, в большинстве случаев малы по сравнению с экономией труда и средств, получаемой за счет изготовления, составляющих звеньев с большими величинами допусков.

Для использования метода неполной взаимозаменяемости необходимо соблюдение следующих условий:

Для расчета координат середин полей допусков должна применяться формула:

$$A_{oA} = \sum_{i=1}^n \vec{A}_{oi} - \sum_{n+1}^{m-1} A_{oi}$$

где  $\Delta_{oi}$  и  $\Delta_{oi}$  – величины координат исходного и  $i$  – го, составляющего звеньев размерной цепи;  $n$  – количество увеличивающих звеньев;  $m$  – общее количество звеньев цепи.

Для расчета величин допусков можно воспользоваться правилом теории вероятности о квадратичном сложении средних квадратических отклонений независимых случайных величин:

$$\sigma_A^2 = \sum_{i=1}^{m-1} \sigma_i^2$$

Формула для расчета величин допусков при использовании метода неполной взаимозаменяемости:

$$\frac{\delta_A}{t_A} = \sum_{i=1}^{m-1} \lambda_i' \delta_i$$

где  $\delta_A$  – допуск исходного или замыкающего звена;

$t_A$  – коэффициент риска, характеризующий процент выхода значений замыкающего звена за пределы установленного на нем допуска;

$\lambda_i'$  – коэффициент, характеризующий выбираемый теоретический закон рассеяния  $i$  – го составляющего звена.

Эта формула является приближенной, при чем степень приближения увеличивается с возрастанием количества звеньев и приближение законов рассеяния составляющих звеньев к закону Гаусса. Поэтому формулу можно использовать при количестве звеньев в размерной цепи  $(m-1) \geq 3$ , если выбирается закон рассеяния Гаусса; при количестве звеньев  $(m-1) \geq 4$ , если закон рассеяния близкий к треугольному;  $(m-1) \geq 6$ , если закон рассеяния близкий к равной вероятности.

С достаточной для большинства практических случаев точностью можно использовать следующие значения  $\lambda_i'$ :

$\lambda_i' = 1/3$  когда выбирается закон равной вероятности или о законе рассеяния нельзя сделать никаких определенных предположений;

$\lambda_i' = 1/6$  если выбирается закон рассеяния, близкий к треугольному или закону Симпсона;

$\lambda_i' = 1/9$  при выборе закон рассеяния, близкого к закону Гаусса.

При более точных расчетах, когда есть основания выбирать другие законы рассеяния, коэф.  $\lambda_i'$  определяется:

$$\lambda_i' = \frac{k_i^2}{t^2}$$

Средняя величина допуска составляющих звеньев определяется:

$$\delta_{cp} = \frac{\delta_A}{t_A \lambda_{cp}' (m-1)}$$

Относительное увеличение средней величины допуска равно:

$$R = \frac{1}{t_A} \sqrt{\frac{m-1}{\lambda_{cp}'}}$$

Если общий процент риска будет больше любого из частных значений процентов риска, то его

**42) Достижение точности замыкающего звена методом полной взаимозаменяемости.**

Сущность метода заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигают каждый раз, когда в размерную цепь включают или заменяют в ней звенья без их выбора, подбора или изменения их величин.

Основными преимуществами метода полной взаимозаменяемости являются:

1. Наибольшая простота достижения требуемой точности замыкающего звена, так как построение размерной цепи сводится к простому соединению всех составляющих ее звеньев. Простотой отличается и смена режущего инструмента.
2. Простота нормирования процессов во времени, при помощи которых достигается требуемая точность замыкающего звена.
3. Относительная простота механизаций и автоматизаций технологических процессов, при помощи которых осуществляется достижение требуемой точности замыкающего звена.
4. Возможность широкого использования основных преимуществ кооперирования различных цехов и отдельных заводов для изготовления отдельных деталей и сборочных единиц машин.
5. Возможность выполнения технологических процессов рабочими, не обладающими высокой квалификацией.

Границы использования этого метода определяются экономикой.

Для использования этого метода необходимо соблюдение двух условий:

1. Величины допусков и координат середин полей допусков или средний значения для всех звеньев размерной цепи должны быть рассчитаны и установлены с учетом:



можно рассчитать по формуле:

$$Q(s) = 100 \left[ 1 - \prod_{i=1}^s (1 - q_i) \right] \%$$

Возможная погрешность замыкающего звена размерной цепи при той или иной принятой величине риска и известных полях рассеяния  $\omega_i$  и характера рассеяния  $\lambda_i$ , всех

$$\omega_{\Delta} = T_{\Delta} \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} \lambda_i \omega_i^2}$$

составляющих звеньев определяется:

0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0

### 53) Методы расчета припусков

- Дифференциально-аналитический (расчетный)
- Интегрально-аналитический.
- Нормативный

*Дифференциально-аналитический (расчетный)* – заключается в определении для заданных условий обработки факторов, влияющих на величину операционного припуска и нахождение элементов припуска достаточных для компенсации влияния каждого фактора.

**Первый** расчетный случай: определение припусков на обработку цилиндрических поверхностей тел. Исходное уравнение:

$$Z_{i \min} = Z_{ia} + Z_{ib}; \quad Z_{ia} = 2(R_z + h)_{i-1}$$

$Z_{ib}$  – включает для компенсации пространственных отклонений, порождаемых не контролируемыми погрешностями формы и погрешностями установки и базирования на данной и предшествующей операциях. Величина несоосности обрабатываемой и обработанной поверхности определяется:

$e = \delta_{\Pi} + \delta_{e\Delta}$ , где  $\delta_{e\Delta}$  – несоосность обрабатываемой и обработанной поверхности, обусловленная погрешностью базирования и закрепления на выполняемой и предшествующей операциях.

$\delta_{\Pi}$  – смещение оси заготовки в расчетном сечении за счет изогнутости.

$$\delta_{e\Delta} = \sum \delta_{ei}$$

$\delta_{ei}$  – допуски, регламентирующие несоосность обрабатываемой поверхности относительно базовой.

$$Z_{i \min} = 2 \left[ (R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\delta_{\Pi}^2 + \sum \delta_{ei}^2} \right]$$

**Порядок определения припусков и допусков.**

- на операционных эскизах нанести обозначения обрабатываемой и базировочной поверхностей и размерные линии.
- назначить и проставить на операционных эскизах допуски на все операционные размеры.
- назначить технические требования, регламентирующие дополнительные пространственные отклонения и погрешности установки.
- для каждой обработанной цилиндрической поверхности составить расчетную таблицу, в которой вписать номера и наименования операций начиная с конца.
- вписать операционный размер и допуск на него для операции окончательной обработки.
- вписать в таблицу значения  $R_z$  и  $h$ .
- по технолог. процессу выявить операции, погрешности которых влияют на величины неравномерности припуска на данную ступень

обработки. Вписать в таблицу  $\delta_{\Pi}$  и  $\delta_{ei}$

8. вычислить min значение припусков на все ступени обработки данной поверхности.

9. вычислить номинальное значение операционных размеров по формулам:

$$A_{i-1} = A_i + Z_{i \min} - T_{i-1} - \text{вал}$$

$$A_{i-1} = A_i - Z_{i \min} - T_{i-1} - \text{отверстие}$$

10. определить для каждой ступени обработки max значение припуска.

**Второй** расчетный случай – определение припусков на обработку цилиндрической поверхности координируемой линейными размерами.

$$e = \sqrt{\left[ (T/2)_{x_1} + (T/2)_{x_2} \right]^2 + \left[ (T/2)_{y_1} + (T/2)_{y_2} \right]^2}$$

$$Z_{ib} = 2e = \sqrt{\left( T_{x_1} + T_{x_2} \right)^2 + \left( T_{y_1} + T_{y_2} \right)^2}$$

$$Z_{i \min} = 2(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\left( T_{x_1} + T_{x_2} \right)^2 + \left( T_{y_1} + T_{y_2} \right)^2}$$

Этот метод применим, если обе операции выполняются с координацией от одних и тех же базировочных поверхностей.

**Третий расчетный** случай – определение припусков на обработку плоскостей и торцов.

$$Z_{ia} = (R_z + h)_{i-1}$$

$$Z_{ib} = \varepsilon_{\phi}$$

$$Z_{i \min} = (R_z + h)_{i-1} + \varepsilon_{\phi_{i-1}}$$

При смене баз во всех случаях необходимо использовать метод построения и расчета размерных цепей.

**Интегрально-аналитический метод** актуально применять при разработке методов автоматического проектирования технологических процессов.

$$Z_{i \min} = a + bd^m + cl^n$$

$$Z_{ia} = a; \quad Z_{ib} = bd^m + cl^n$$

**Нормативный метод.**

$$Z_{ном} = Z_{i \min} + T_{i-1} = Z_{ia} + Z_{ib} + T_{i-1}$$

Нормативный номинальный припуск содержит все составляющие для осреднения типичных условий обработки. Если конкретные условия будут отличаться, то припуск может оказаться завышенным или заниженным. В данном методе определяется общий припуск и размеры заготовки до разработки технол. процесса механической обработки, что позволяет вести параллельные работы в механических и заготовительных цехах.

При нормативном методе припуск на ступень обработки выбирается из таблицы в зависимости от вида обработки, габаритов и массы детали и характера термообработки.

$$A_{i-1} = A_i + Z_{ном} - \text{вал}$$

$$A_{i-1} = A_i - Z_{ном} - \text{отверстие}$$

0  
0

### 56) Требования к корпусным деталям для станков с ЧПУ:

С точки зрения обработки корпусных деталей на многооперационных станках выделяют следующие аспекты:

1. по числу сторон обработки:

а) наиболее технологичной считается деталь, у которой все обрабатываемые поверхности расположены с одной стороны детали;

б) обрабатываемые поверхности должны быть расположены в сторонах детали, которые могут быть последовательно обращены к шпинделю станка при повороте детали вокруг одной оси;

в) геометрическая форма корпусных деталей должна соответствовать правильной геометрической фигуре, чтобы обработка поверхностей была возможна при повороте детали максимум вокруг двух осей;

г) наличие наклонных поверхностей вызывает необходимость усложнения конструкций станка, программы и введение дополнительных сложных движений;

2. по устойчивости и удобству крепления:

а) конструктивная форма детали должна предусматривать возможность полной механической обработки при одном установе от одной технологической базы, т.е. базовыми поверхностями должны быть необрабатываемые поверхности.

б) опорные поверхности должны иметь достаточные размеры, обеспечивающие хорошую устойчивость детали и опорная поверхность должна быть перпендикулярна сторонам обработки и иметь размеры превышающие размеры обрабатываемой поверхности;

в) в конструкции детали должны быть предусмотрены поверхности, облегчающие ее крепление к столу и не мешающие подводу и отводу инструмента

г) конструкция детали должна обеспечивать высокую прочность и жесткость, чтобы силы резания не вызывали деформацию;

3. по удобству работы на станке: поверхности детали должны обрабатываться без их соединения с другими деталями

4. по удобству обработки плоскостей:

а) конструкция должна предусматривать расположение всех поверхностей находящихся на одной стороне детали в одной плоскости для возможности их обработки одним проходом инструментом

б) форма обрабатываемой поверхности должна обеспечивать сквозной проход инструмента в одном направлении или обработку вдоль контура

в) при наличии внутренних, нескованных поверхностей или нескольких поверхностей образующих сложный контур. Их обработка должна выполняться при перемещении исполнительных элементов не более чем по трем координатным осям;

5. по удобству обработки основных отверстий:

а) Конструкция должна предусматривать наличие основных точно обрабатываемых отверстий только в наружных стенках детали, а в промежуточных стенках не желательна;

б) по этим же соображениям расположение промежуточных стенок и перегородок имеющие точные отверстия должны располагаться ближе к внешним стенкам;

в) основные точно растачиваемые отверстия должны быть по возможности гладкими для обработки на проход, наличие ступенчатых отверстий, кольцевых канавок, выемок повышают трудоемкость обработки и увеличивают емкость инструментального магазина;

г) при наличии ступенчатых отверстий их возрастающие диаметры должны быть направлены к внешним поверхностям детали;

д) точные основные отверстия расположенные на одной оси в противоположных и промежуточных стенках должны быть одного диаметра;

е) диаметры соосных отверстий в промежуточных стенках не должны быть больше отверстий во внешних стенках,

ж) конструкция корпусной детали не должна иметь внутренних выступов, окон, разрезов, прерывающих отверстия и мешающих расточке их на проход

б. по удобству обработки крепежных отверстий:

а) крепежные отв. должны быть максимально нормализованы в стандартной формы, а номенклатура минимальна;

б) торцевые поверхности отверстия должны быть перпендикулярны осям для возможности их обработки торцевой фрезой;

в) не желательна обработка внутренних торцевых поверхностей, подвод инструмента к которым не возможен;

г) при сверлении косых и наклонных отверстий их оси должны располагаться в плоскостях доступных для обработки детали на поворотном столе;

д) параметры резб должны предусматривать возможность их нарезания метчиками. Нарезание резб резами не желательно.

**Проектирование траектории движения инструмента.**

**Требование к определению положения нулевой точки при разработке программ:**

- Перемещение инструмента от нулевой точки до первой обрабатываемой поверхности и возврат в нулевую точку должны быть минимальным

2. Положение инструмента в нулевой точке должно хорошо просматриваться со стороны рабочего и инструмент не должен мешать установке и снятию детали

3. Влияние режимов, упоров и приспособлений на величину холостых ходов инструмента должно быть минимальным.

4. После обработки дет. инструмент по возможности должен возвращаться в нулевую точку

5. координаты нулевой точки должны указываться с соответствующими допусками: 0,02 – 0,05 при наличии ранее обработанных точных деталей; 0,1 – ±0,05 при отсутствии таких поверхностей

6. Желательно чтоб врезание происходило по касательной к обрабатываемому контуру.

0  
0

### 58) Типизация техпроцессов и классификация деталей; их достоинства и недостатки.

Типизация тех процесса – направления в изучении и построении технологий, которая заключается в классификации тех процессов деталей машин и их элементов и в комплексном решении задач при осуществлении тех процесса каждой классификационной группы.

**Типизация тех процесса проводится по направлениям:**

1. по отдельным поверхностям;

2. отдельных типовых сочетаний поверхностей

3. обработки деталей

Типизация тех процессов базируется на классификации объектов производства.

Основная задача классификации: приведение многообразия деталей, поверхностей и их сочетаний к минимальному количеству типов, для которых можно разработать типовые тех процессы нескольких вариантов, чтобы для любого конкретного произ –ва выбрать наиболее рациональный.

**Типизация обработки отдельных поверхностей.**

**Признаки для классификации:** 1) форма поверхности; 2) требуемая точность по размерам и качеству поверхности;

3) размеры поверхности; 4) материал из которого изготавливается деталь.

**Типизация обработки сочетаний поверхностей.**

Типовое сочетание поверхностей – сочетание поверхностей, встречающиеся на различных деталях, при котором все элементарные поверхности могут быть обработаны при неизменной технологической базе, на одних станках, одинаковыми инструментами, при одинаковом содержании и последовательности операций и переходов.

**Признаки для классификации:**

1) конфигурация отдельных поверхностей;

2) взаиморасположение поверхностей;

3) точность обработки отдельных поверхностей и точность их взаимного расположения;

4) размеры отдельных

поверхностей, 5)соотношение размеров между отдельными поверхностями, 6)материал обрабатываемой детали.

**Последовательность типизаций тех процессов обработки типовых сочетаний поверхностей:** 1)устанавливается план обработки сочетаний поверхностей по операциям в нескольких вариантах, 2)устанавливается последовательность переходов по каждой операции, 3)определяются типы режущих и измерительных инструментов по переходам.

**Типизация тех процессов обработки деталей.**

**Исходная информация:**

- 1)базовая – данные из конструкторской документации и программы выпуска;
- 2)руководящая: а)из стандартов на тех процессы, б)из документации на перспективные тех процессы, в)из производственной инструкции;
- 3)справочная : а)из документации на действительные типовые тех процессы, б)из описаний прогрессивных методов обработки, в)из каталогов прогрессивного технолог. оборудования и оснастки, г)из материалов по выбору технолог. нормативов, д)из прогнозов НТП, е)из методических материалов по управлению и расчетам точности тех процессов.

**Признаки для классификаций:**

**Основные:**

- 1) конфигурация деталей, 2)размеры деталей, 3)материал деталей, 4)точность размеров и качества обрабатываемых поверхностей.

**Дополнительные:**

- 1)объем производственного задания и размеры партий обрабатываемых деталей; 2)общая производственная обстановка.

**Класс** – совокупность деталей, характеризуемых общностью технолог. задач, решаемых в условиях определения конфигураций деталей.

**Тип** – совокупность деталей одного класса имеющего в условиях производственной обстановки общий план операций, осуществляемый одинаковыми методами и в той технологической схожести заключается сущность типизаций тех процессов.

**Типовые тех процессы разрабатываются двух вариантов:**

- 1. оперативный – исходя из условий завода и наличия оборудования; 2. перспективный – учитывает все возможности современных методов обработки, новейшего оборудования и новых прогрессивных методов организации производства.

**Достоинства типовых тех процессов:**

- 1.сокращается цикл и трудоемкость технолог. подготовки производства; 2. сокращается количество документации в производстве; 3. создаются условия для систематизаций и обобщения производственного опыта; 4. создаются условия для применения в серийном производстве передовых и совершенных тех процессов; 5. при большом объеме выпуска типовых деталей создаются условия для применения высокопроизводительного переналаживаемого спец. оборудования и технолог. оснастки; 6. появляются условия для переоборудования производства и специализации цехов на изготовление типовых деталей; 7. создаются условия для улучшения технич. нормирования в серийном производстве.

**Недостатки типовых тех процессов:**

- 1.не учитывается нагрузка оборудования, что лишает тех процесса необходимой гибкости;
- 2. в мелкосерийном производстве и приборостроении типизация тех процессов нереальна, т.к. нельзя применить высокопроизводительное оборудование.



**51) Структура припуска.**

**Припуск** – удаляемый в процессе обработки слой металла.

Припуск делится на общий и операционный:

**Общий припуск** – припуск, снимаемый в течении всего процесса обработки данной поверхности.

**Операционный припуск** – слой материала, удаляемый с заготовки при выполнении одной технологической операции.

- Номинальный припуск
- Минимальный припуск
- Средний припуск
- Гарантированный припуск
- Максимальный припуск

$$Z_{cp} = Z_{min} + 1/2 (T_i + T_{i+1}); \quad Z_{ном} = Z_{min} + T_{i+1};$$

$$Z_{гарант} = Z_{min} + T_i; \quad Z_{max} = Z_{min} + T_i + T_{i+1};$$

Номинальное значение операционного припуска равно разности номинальных операционных размеров на предшествующей и на данной операции.

Максимальный припуск принимает свое значение, когда допуск на предшествующей операции не использован, а на данной операции используется полностью. Т.к. порядок допусков на размер заготовки располагается по двусторонней системе, то для припусков на черновую обработку:  $Z_{nom} = z_{min} + T_i + T_{i+1}$ ; где  $T_i$  - допуск (когда заказываем),  $T_{i+1}$  - часть поля допуска на размер заготовки, располагаемая вне металла.

Номинальное значение общего припуска на обработку равняется сумме номинальных припусков на отдельные операции:

$$Z_{общ.ном} = \sum Z_{i,ном}$$

Сопоставление полей минимального, среднего, номинального, гарантированного и максимального припусков и выражение для их определения показывает, что основным первичным является минимальное значение припуска.

**Минимальный припуск** – слой материала, необходимый и достаточный для осуществления качественной обработки поверхности.

Все остальные категорий припуска являются вторичными и они учитывают колебания операционных размеров на предшествующей и данной ступени обработки.

Технологические размерные расчеты по минимальным значениям припусков отражают физический смысл обработки конкретной поверхности, т.к. величина минимального припуска не зависит от допусков на любой операций обработки.

Номинальный, средний или гарантированный расчеты становятся менее точными, т.к. включение в состав припусков допусков является дополнительной причиной неточности расчета припуска. В практике машиностроения обработка по гарантированному припуску практически невозможна и она используется при сочетании двух требований: 1)операционный размер выдерживается по методу пробных ходов и промеров; 2)точность применяемого метода обработки значительно выше заданной.

Максимальное значение припуска используется при проверке выбранных режимов резания по мощности к прочности станка, а также при расчетах на прочность приспособлений.

**52) Структура расчетного минимального операционного припуска**

Задача каждой ступени обработки – уточнение всех параметров обрабатываемой поверхности, т.е. удаление всех погрешностей, оставшихся от предшествующих операций. К таким погрешностям относятся: 1) шероховатость, 2)дефектный слой, 3)погрешности формы, 4)погрешности базирования на данной или предшествующей операции.

$Z_{i min} = Z_{ia} + Z_{ib}$ , где  $Z_{ia}$  - часть припуска одинаковая для всех участков поверхности, которую необходимо снять при обработке, чтобы удалить дефектный слой и микронеровности оставшиеся от предшествующих операций.

$Z_{ib}$  - часть припуска необходимая для компенсаций неравномерности обусловленная пространственными отклонениями отдельных участков поверхности.

Дефектный слой – верхний слой металла, у которого структура, мех. свойства, химический состав отличаются от параметров основного металла.

Геометрические погрешности формы (овальность, конусность, бочкообразность), могут быть допущены в пределах поля допуска на размер и поэтому при расчете припуска не учитываются.

Пространственные отклонения (коробление поверхностей, кривизна осей, эксцентricичность различных поверхностей) имеют самостоятельные значения и учитываются в минимальном припуске слагаемым  $Z_{ib}$ .

Симметричный припуск – на диаметр наружных и внутренних поверхностей тел вращения:

$$2 Z_{i min} = 2 (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2})$$

Симметрический припуск – на обе противолежащие параллельные плоские поверхности:

$$2 Z_{i min} = 2 (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \epsilon_i)$$

Асимметрический припуск – на одну из противолежащих параллельных плоских поверхностей:

$$Z_{i min} = (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \epsilon_i)$$

$Rz_{i-1}$  – высота микронеровностей, полученная на предыдущей операции;

$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя, оставшегося от предшествующей обработки;

$\rho_{i-1}$  – суммарное значение пространственных отклонений;

$\epsilon_i$  – погрешность установки заготовки на выполняемой операции.



**36) Составляющие общего рассеяния размеров детали.**

Множество причин рассеяния размеров деталей оказывают свое действие одновременно и независимо друг от друга и все факторы, влияющие на рассеяние размеров могут быть объединены в группы, вызывающие свою долю рассеяния.

1. **Рассеяние размеров, связанное с видом обработки** (мгновенное рассеяние) характеризуется полем рассеяния свойственным каждому виду обработки, осуществляемое на определенном оборудовании. Внутри данного вида обработки мгновенное рассеяние изменяется в зависимости от конструкций, типоразмера и состояния станка. Рассеяние размеров, связанное с видом обработки не остается постоянным в процессе обработки партий деталей, а изменяется в зависимости от состояния режущего инструмента.

В начале и конце обработки партий деталей поле рассеяния  $\omega_{нач}$  и  $\omega_{кон}$  больше, чем  $\omega_{сред}$ . Величина рассеяния определяется влиянием факторов, независимых от нагрузки (зазор в подшипнике шпинделя; неравномерность процесса резания, подачи, выкраивание реза, неравномерность затупления, образование и срыв нароста ) и влиянием факторов зависящих от нагрузки (колебание припусков,

$$\omega_{колебание\ твердости} = \sqrt{\Delta_{зазора}^2 + \Delta_{рез}^2}, \text{ где}$$

$$\Delta_{зазора} = 0,5 \text{ зазора подшипника}$$

$$\Delta_{рез} = 0,25 \text{ шероховатости}$$

$$\omega_{завис} = 1,2 \frac{\Delta_{заг}}{K_{\epsilon} \cdot \epsilon_0}$$

где  $\Delta_{заг}$  – погрешность заготовки,  $\epsilon_0$  – уточнение;  $K_{\epsilon}$  – коэф., учитывающий свойства обрабатываемого материала.

$$\omega_{м} = 1,2 \sqrt{\omega_{мг.незав}^2 + \omega_{мг.завис}^2}$$

где 1,2 – коэф. учитывающий возможное отклонение закона распределения размеров от закона Гаусса.

2. **Рассеяние размеров, связанное с погрешностью установки** зависит от положения измерительной базы детали относительно режущего инструмента и складывается из погрешности базирования, закрепления и приспособления.

**Погрешность базирования** возникает в связи с несовпадением измерительной и технологической баз или вызывается особенностями формы опорных поверхностей детали и установочных элементов приспособления. **Погрешность базирования** определяется из геометрических соотношений и может быть сведена к нулю при определенных условиях.

**Погрешность закрепления** возникает в связи с перемещением детали при ее закреплении в приспособлении и вызывает рассеяние размеров, определяемое экспериментальным путем.

**Погрешность закрепления** зависит от конструкции и состояния зажимного устройства приспособления и от направления усилия закрепления. Наименьшая погрешность закрепления, связанная с выжиманием детали из приспособления достигается при направленных усилиях закрепления перпендикулярном технологической базе. **Погрешность закрепления** в этом случае не равна нулю, в связи с неточностью опорных базирующих поверхностей и наличием контактных деформаций стыковых поверхностей.

**Погрешность приспособления** возникает из – за погрешности изготовления и сборки приспособления, его износа и неточности установки на станке.

При однократном применении одноместного приспособления его погрешность вызывает систематическую погрешность, которая может быть компенсирована при настройке станка. При применении многоступенчатых приспособлений, приспособлений спутников и дублеров погрешности приспособлений не могут быть компенсированы при настройке и оказывают влияние на общее рассеяние размеров детали как случайные величины.

**Погрешность установки** определяется:

$$\omega_{уст} = 1,2 \sqrt{\omega_{баз}^2 + \omega_{закр}^2 + \omega_{пл}^2}$$

3. **Рассеяние размеров, связанное с погрешностью настройки**, которая изменяется как случайная величина в результате воздействия погрешности регулирования положения режущего инструмента и отдельных узлов станка относительно режущего инструмента и под влиянием погрешности измерения пробных деталей по которым производится настройка станка.

**Погрешность положения режущего инструмента** на станке определяется точностью применяемых при настройке регулировочных средств и она может быть принята равной цене деления регулировочного

устройства или предельной погрешности мерительного инструмента применяемого при регулировке положения режущего инструмента.

Погрешность измерения пробных деталей принимается равной погрешности измерительного устройства. При настройке станков по пробным деталям с помощью универсального измерительного инструмента на погрешность настройки влияет величина смещения центра группирования:

$$\omega_{\text{смещ}} = \omega_{\text{мгно}} / \sqrt{m}; \text{ где } m \text{ – число пробных деталей}$$

$$\omega_{\text{настр}} = 1, 2 \sqrt{\omega_{\text{резу}}^2 + \omega_{\text{изм}}^2 + \omega_{\text{смещ}}^2}$$

При малом числе настроек погрешность настройки – систематическая, неизменного характера кривой рассеяния, но сдвигающей ее на величину погрешности настройки. При большом числе настроек погрешность настройки случайная величина и она вызывает дополнительное рассеяние размеров партий деталей. Суммарное поле общего рассеяния размеров партий деталей обработанных на настроенном станке по методу автоматического получения размеров определяется:

$$\omega = 1, 2 \sqrt{\omega_{\text{мгн}}^2 + \omega_{\text{уст}}^2 + \omega_{\text{настр}}^2}$$

Общая погрешность обработки включает также систематические и переменные систематические погрешности:

$$\Delta_{\text{обр}} = \Delta_{\text{сист}} + 1, 2 \sqrt{\omega_{\text{мгн}}^2 + \omega_{\text{уст}}^2 + \omega_{\text{настр}}^2}$$

### 48) Массовое производство и его влияние на техпроцесс.

Массовое производство – характеризуют узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых в течении продолжительного времени.

Технологические особенности:

1. применяется специальное, высокопроизводительное, расставляемое по поточному принципу и связанное транспортирующими устройствами с местами активного промежуточного контроля;
2. имеются промежуточные склады - накопители, оснащенные роботами - манипуляторами;
3. используется высокопроизводительные многопиндельные автоматы, сложные станки с ЧПУ, широко применяются автоматические линии и автоматизированные производственные системы;
4. технологическая оснастка применяется специальная, высокопроизводительная;
5. исходные заготовки - точные, с минимальными припусками на механическую обработку;
6. требуемая точность достигается методами автоматического получения размеров на настроенных станках, при этом обеспечивается взаимозаменяемость деталей, но в отдельных случаях может использоваться селективная сборка, обеспечивающая групповую взаимозаменяемость;
7. большое значение имеют контрольные операции, которые осуществляются специальными контрольными инструментами и приспособлениями, позволяющими производить автоматический контроль в процессе обработки;
8. средняя квалификация рабочих ниже, чем в единичном и серийном производстве, так как на настроенных станках работают операторы значительной низкой квалификации. Но одновременно в цехах работают высококвалифицированные наладчики, специалисты по электронной технике и гидропневмоавтоматике;
9. технологическая документация разрабатывается самым детальным образом, технические нормы тщательно рассчитываются и подвергаются экспериментальной проверке;
10. технологический процесс строится по принципу дифференциации или концентрации операции. Тех. процесс разделяется на элементарные операций кратные такту. Станки применяются специальные и узкоспециализированные. Приспособления специальные и часто являются неотъемлемой частью станка..
11. себестоимость продукции ниже, оборот средств выше, расходы на транспорт меньше, выпуск продукции больше чем при серийном производстве.

### 3) Служебное назначение машины

Служебное назначение машины представляет собой четко сформулированную задачу, для решения которой создается машина. Задача при этом максимально «раскрывается», с тем, чтобы конкретизировать:

- назначение машины,
- условия эксплуатации, а также определить требования обуславливающие соответствие машины в техническом, экономическом, эргономическом и эстетическом смысле современному уровню.

Наибольшая сложность в формулировании служебного назначения машины составляет конкретизация ее функций и условий работы, правильное определение значений показателей и допусков, что определяется на основе технологического процесса, для которого разрабатывается машина.

При уточнении служебного назначения используют следующие источники:

1. Подробные данные о свойствах продукции (вид, материал, размеры, масса, требования к качеству и т.д.) для выпуска которой создается машина.
2. Данные о количестве выпуска продукции в единицах времени и по неизменным чертежам;
3. Требования к стоимости продукции.
4. Данные об исходном продукте (вид, качество, количество).
5. Сведения о технологическом процессе изготовления продукции.
6. Требования к производительности.
7. Условия, в которых должен осуществляться технологический процесс (температура, влажность, запыленность, наличие активных химических веществ и т.д.)

8. Требования к надежности машины.
9. Требования к долговечности.
10. Требования к уровню механизации и автоматизации.
11. Условия безопасности работы и обслуживания, удобства управления.
12. Требования к внешнему виду.
13. Вид, качество, количество, источник потребляемой энергии. Перечисленные направления конкретизации неполные, так как формулировка служебного назначения каждой машины сугубо индивидуальна, специфична и имеет свою систему показателей. Первоначально служебное назначение машины формулируется заказчиком при проектировании технологического процесса изготовления продукции и уточняется при оформлении заказа на проектирование машины.

0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0

### 34) Методы получения и измерения размеров детали.

1. Цепной
2. Координатный
3. Комбинированный

1.Цепной метод заключается в том, что каждый последующий размер получается и измеряется вслед за ранее полученным или измеренным, а в качестве одной из технологических или измерительных баз используется связывающая их центровая поверхность. При получении каждого последующего звена происходит переход к новой технологической базе. Исключается влияние погрешности всех предшествующих звеньев, т.е. погрешность каждого звена зависит только от особенностей тех процесса.

Достоинство: независимость погрешности получаемой на каждом из цепных звеньев от точности остальных звеньев. Погрешности, получаемые при цепном методе, при координатных звеньях, т.е. звеньях, измеренных от какой – либо одной поверхности, выбранной за технологическую базу, зависят от погрешности цепных звеньев, образующих ту или иное координатное звено.

При цепном методе получения линейных размеров, координатные размеры являются замыкающими звеньями соответствующих размерных цепей.

$B_n = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$  и их погрешность  $\Delta B_n = \Delta A_1 + \Delta A_2 + \Delta A_3 + \Delta A_4$ . Погрешность каждого координатного звена при цепном методе простановки размеров зависит от погрешности цепных звеньев, образующих данное координатное звено. Следовательно погрешности возрастают по мере увеличения количества цепных звеньев.

2.Координатный метод заключается в том, что все размеры получают и измеряются от одной и той же выбранной базы независимо один от другого, т.е. погрешность координатных звеньев не зависит от погрешности других координатных звеньев и является следствием тех процесса.

$A_n = B_n - B_1$  или  $\Delta A_n = \Delta B_n - \Delta B_1$ . Погрешности, получаемые на каждом цепном звене, при координатной простановке размеров зависят от погрешности двух координатных звеньев, образующих данное цепное звено.

Достоинства: 1. Независимость погрешности каждого из координатных звеньев от погрешности других координатных звеньев.

2.Погрешность каждого цепного звена при координатном методе простановки размеров зависит от суммы погрешностей других координатных звеньев образующих данное цепное звено.

3.Погрешность установки детали остается постоянной при получении всех координатных звеньев, т.е. влияние на точность меньше, чем при цепном метод. Координатный метод позволяет получить более высокую точность.

3.Комбинированный метод заключается в том, что при обработке детали, при получении одних звеньев используется координатный метод, а для других цепной. При этом координатный метод применяется для получения большей части размеров и звеньев, определяющих взаиморасположение поверхностей. Цепной метод используется :

1. когда на некоторых размерах или требованиях взаиморасположения поверхностей необходимо обеспечить высокую точность;
2. погрешность установки, связанная со сменой технологических баз относительно невелика;
3. когда использование координатного метода дает на надлежащем цепном звене погрешность больше установленного допуска.

0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0

0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0  
0

### 33) Понятия о точности. Факторы, влияющие на точность обработки.

Точность - основная характеристика деталей машин или приборов.

Точность детали, полученная в результате обработки, зависит от многих факторов и определяется:

- а) отклонениями от геометрической формы детали или её отдельных элементов;
  - б) отклонениями действительных размеров от номинальных (заданных на чертеже);
  - в) отклонениями поверхностей и осей детали от точного взаимного расположения (отклонениями от параллельности, перпендикулярности, концентричности.).
- При анализе точности следует выделить три категории точности:

- 1) заданная точность, т.е. соответствие действительных параметров заданным и она равна допуску на заданный размер;
- 2) действительная точность, т.е. соответствие полученное после обработки, и она равна действительному рассеиванию размеров;
- 3) ожидаемая точность, т.е. соответствие, которое предположительно или на основе расчетов можно ожидать после обработки, и она равна расчетному рассеиванию размеров. Точность обработки в производственных условиях зависит от многих факторов, поэтому обработку на станках ведут не с достижимой, а с так называемой экономической точностью.

Экономическая точность механической обработки - это точность, которая при минимальной себестоимости обработки достигается в нормальных производственных условиях, предусматривающих работу на исправных станках с применением необходимых приспособлений и инструментов при нормальной затрате времени и нормальной квалификации рабочих, соответствующей характеру работы.

Достижимая точность - это точность, которую можно достичь при обработке в особых, наиболее благоприятных условиях, необычных для данного производства, высококвалифицированным и рабочими, при значительном увеличении затраты времени, не считаясь с себестоимостью обработки.

На точность обработки на металлорежущих станках влияют следующие основные факторы:

1. Неточность станка, являющаяся следствием неточности изготовления его



детали, её размера и конфигурации; требуемых точности и класса шероховатости обработки; вида производства.

При выборе и установлении метода обработки указывается еще измерительный инструмент, необходимый для измерения детали в процессе её обработки или после неё с краткой его характеристикой: наименование, тип, размер. При единичном и мелкосерийном производстве применяется измерительный инструмент общего назначения - линейки, штангенциркули, микрометры и т.д. В серийном и массовом производстве применяется специальный измерительный инструмент - калибры и шаблоны. Измерительный инструмент выбирается в зависимости от вида измеряемой поверхности и требуемой точности.

## 62) Оформление документации тех процессов.

Разработанные технологические процессы оформляются на соответствующих технологических документах, степень подробности которых устанавливается в зависимости от типа и характера и производства, а также от сложности и точности обрабатываемых изделий.

1. *Маршрутная карта ТП*, должна содержать описание тех процесса изготовления и контроля изделия по всем операциям различных видов работ технологической последовательности с указанием данных по оборудованию, оснастке, материальным и трудовым нормативам.

2. *Карта эскизов*, содержит графическую иллюстрацию тех процессов или операций изготовления изделий. (базирование, обрабатываемые поверхности, размеры с допусками и качество обрабатываемой поверхности)

3. *Карта технол. процесса*, содержит описание тех процесса, изготовления и контроля изделия по всем операциям одного вида работ, выполняемых в одном цехе, и данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых нормативов.

4. *Комплектовочная карта* содержит данные о деталях, сборочных единицах и материалах, входящих в комплект изделия.

5. *Технологическая инструкция* содержит описание приемов работы или тех процессов изготовления, контроля, описание физических и химических явлений на отдельных операциях и правила эксплуатации технологического оборудования.

6. *Ведомость расцеховки* содержит данные о маршруте прохождения изделия по службам завода.

7. *Ведомость материалов* содержит данные о заготовках, нормах расхода материалов, маршрута изготовления изделия и его составных частей.

8. *Ведомость операций* содержит перечень и описание операций технологического контроля в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, оснастке и требованиях контролируемых параметров.

*Дополнительные документы к типовым тех процессам:*

1. *Карта типового тех процесса* содержит описание типового тех процесса, изготовление группы деталей с указанием операций, переходов и данных о средствах технологического оснащения и материальных нормативах.

2. *Операционная карта типового тех процесса* содержит описание типовой технологической операции с указанием переходов, режимов обработки, данных об оборудовании и оснастке.

3. *Ведомость деталей к типовому тех процессу*, содержит перечень деталей, изготавливаемых по типовому тех процессу и данные о материальных, трудовых нормативах, режимах обработки и технологической оснастке.

## 60) Группирование деталей, комплексная деталь и принципы ее создания при создании групповых техпроцессов.

*Группа* - совокупность деталей, для которых основным признаком объединения по технологическим операциям является общность обрабатываемых поверхностей или их сочетаний.

Признаки группирования деталей:

- Общность элементов, составляющих конфигурацию деталей, т.е. общность поверхностей подлежащих обработки.
- Точность размеров и шероховатость обрабатываемых поверхностей.
- Однородность заготовки и обрабатываемого материала, что позволяет вести обработку одинаковыми методами и инструментами.
- Близость размеров деталей, позволяющая вести обработку на одном и том же оборудовании, в однотипных и групповых приспособлениях.
- Серийность выпуска детали и трудоемкость их обработки.

*Последовательность проектирования групповой технологии:*

- по чертежам изделий производится отбор деталей, которые могут быть обработаны на одинаковом оборудовании, в однотипных приспособлениях и на одинаковом инструментом;
- определяется фактическая трудоемкость обработки для выполнения месячной программы. с учетом периодичности запуска в производство;
- определяется окончательный состав группы деталей, исходя из необходимости загрузки оборудования в течении месяца при минимальных переналадках. При формировании группы производится расчет целесообразности размеров группы с учетом сопоставления экономичности большой группы при малом количестве переналадок с большим количеством малых групп на основе той же детали;
- определяется состав комплексной детали и устанавливается последовательность и содержание переходов к ручной обработке.

*Комплексная деталь* - реальная или условно созданная деталь, содержащая в своей конструкции все основные элементы, характерные для данной группы деталей.

При адресации новой детали к группе необходимо проверить все ли элементарные поверхности имеются в составе комплексной детали, для чего сравнивается вектор строки детали с вектором строки комплексной детали.

*r должно равняться нулю.*

$$r = (a+d) \Delta d, \quad \text{“+”-сложение}(1+1=0); \quad A.$$

умножение.

Если  $r \neq 0$  то данную деталь нельзя адресовать к комплексной детали и к технологий комплексной детали. При проектировании групповой обработки понятие “комплексной детали” для различных операций может меняться и оно наиболее приемлемо для тел вращения. 5. после разработки схем групповой наладки и уточнения содержания технологических переходов производится проектирование и изготовление групповой оснастки.

0

0

## 7) Технологическое нормирование. Три метода технологического нормирования.

Техническое нормирование – установление технически обоснованных норм расхода производственных ресурсов, энергии, сырья, материалов, инструментов, рабочего времени.

Техническое нормирование труда - совокупность методов и приемов по выявлению резервов рабочего времени и установлению необходимой меры труда.

Задачи технического нормирования:

- выявление резервов рабочего времени;
- улучшение организации труда на предприятии;
- установление правильной меры труда;
- повышение производительности труда и увеличение объема производства.

При техническом нормировании технологическая операция расчленяется на элементы машинные, машинно-ручные и ручные, на переходы, хода, приемы и движения. Перед нормированием производится анализ структуры нормируемой операции с целью ее улучшения.

*Технически обоснованная норма времени* - время, необходимое для выполнения единицы работы, установленное расчетом, исходя из рационального использования в данных условиях производства труда рабочего и орудий труда с учетом передового производственного опыта.

Технически обоснованные нормы имеют следующие преимущества:

- предусматривают использование передового производственного опыта;
  - возможно более полное использование имеющихся средств производства и рабочего времени;
  - однородность норм исключает появление неоправданно высокой или чрезмерно низкой оплаты труда;
  - исключает конфликты и споры о правильности норм.
- Технические нормы служат основой для определения количества и загрузки оборудования, производственной мощности участков и цехов, расчета основных показателей по труду и зарплате и являются основой для организационного планирования.

Различают три разновидности метода технического нормирования:

- расчет норм по нормативам. Сущность: длительность нормируемой операции определяется расчетным путем по элементам с использованием нормативов, представляющих собой расчетную продолжительность выполнения отдельных элементов работы, т.е. норма времени устанавливается, исходя из наиболее выгодного использования оборудования;
- расчет норм времени на основе изучения затрат рабочего времени наблюдением. Сущность: норма времени устанавливается в результате изучения затрат рабочего времени наблюдением непосредственно в производственных условиях, что позволяет в дальнейшем использовать передовые приемы труда;
- сравнение и расчет по укрупненным типовым нормам. Сущность: норма времени определяется приблизительно по укрупненным типовым нормативам, разрабатываемым на основе сопоставления и расчета типовых операций процессов по отдельным видам работ, т.е. норма времени ориентировочно назначается по справочникам.

## 54. Оценка

### технологичности конструкций изделий и деталей.

Это достижение качества выполняемых изделий, его функционального назначения и эксплуатации, требующие при рациональном и экономическом изготовлении изделия, применительно к заданной программе и конкретным условиям производства.

*Основные критерии:*

трудоемкость; технологическая себестоимость; материалоемкость. Кроме того к ним относятся:

- коэффициент унификации, определяющий уровень использования заимствованных составных частей из предшествующих разработок и одновременно создаваемых изделий;
- коэффициент применяемости технологической оснастки, характеризующий удельный вес, заимствованной технологической оснастки в общем объеме для производства изделия данной конструкции;
- коэффициент организационно – технического уровня производства.

Для изделий в конструкциях, которых содержится большое количество стандартных изделий производится оценка стандартизации.

*Основные показатели характеризуют направление отработки изделий на технологичность:*

- преemptивность конструкций и технологической оснастки;
- рациональные значения показателей материалоемкости изделия;
- необходимый организационно – технический уровень производства.

*Дополнительные показатели:*

- коэффициент преemptивности;
- коэффициент проектной преemptивности;
- коэффициент повторяемости, характеризует влияние конструкций изделия на серийность производства;
- коэффициент использования материала;
- масса изделия;
- коэффициент номенклатуры применяемых материалов;
- комплексный показатель организационно – технического уровня производства и организационного уровня производства;
- коэффициент применения типовых тех процессов и прогрессивных видов оснастки.

*При оценке технологичности детали обязательны следующие дополнительные показатели:*

- коэффициент унификаций конструктивных элементов;
- коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей,

характеризует степень применения стандартного режущего инструмента;

- коэффициент обработки поверхностей;
- коэффициент использования материала;
- масса;
- коэффициент обрабатываемости материала;
- максимальное значение качеств точности и параметров шероховатости обрабатываемых поверхностей, определяющие точностные характеристики необходимого технологического оборудования;
- коэффициент применения типовых тех процессов и прогрессивных видов оснастки.

Технологичность конструкции одного и того же изделия будет разной для заводов с различными производственными возможностями. Развитие производственной техники изменяет уровень технологичности конструкции.

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

## 57. Требования технологичности изделия при сборке, эксплуатации и ремонте.

Основные требования технологичности сборки.

- создание возможности независимой сборки сборочных единиц, а также независимо друг от друга и одновременного монтажа их на базовую деталь изделия;
- обеспечение возможности сборки без пригоночных работ и без совместной механической обработки собираемых деталей;
- стремление к уменьшению количества наименований деталей и уменьшению их общего количества;
- обеспечение высокого уровня взаимозаменяемости, стандартизации, унификации и нормализации сборочных единиц и деталей;
- наличие удобных сборочных баз; для достижения точности взаиморасположения необходимо совмещать сборочные и измерительные базы; совмещение установочных, технологических и измерительных баз обеспечивает высокую точность обработки, а совмещение со сборочными базами обеспечивает более высокую точность сборки;
- обеспечение сборки без сложных приспособлений предпочтительно с одной стороны путем осуществления простых движений;
- исключение необходимости разборок и регулировок;
- обеспечение возможности удобного и свободного подвода высокопроизводительного механизированного инструмента к местам соединения деталей и возможности транспортировки;
- предусмотреть применение несложных приспособлений, простых инструментов при обслуживании и ремонте.

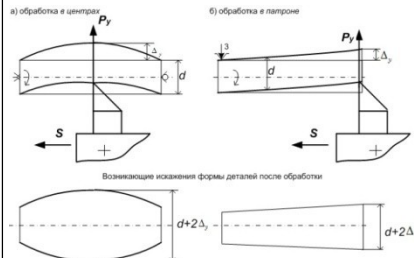
Требования технологичности при обслуживании и ремонте:

- характеристика условий эксплуатации и ремонта;
- условия выполнения работ по технологическому обслуживанию и ремонту, в том числе квалификация и состав персонала эксплуатирующего и ремонтирующего изделия;
- система материально – технического обеспечения, эксплуатации и ремонта;
- средняя трудоемкость ремонта и технического обслуживания;
- ограничение номенклатуры специального инструмента и приспособлений при техническом обслуживании и ремонте;
- ограничение типоразмеров крепежных деталей;
- широкое использование стандартизованных и унифицированных частей изделия;

- требования к рациональным методам и средствам контроля технического состояния изделия в процессе эксплуатации и ремонта;
- требования к допустимости, легкосъемности и взаимозаменяемости деталей, сборочных единиц при техническом обслуживании и ремонте;
- требования к выполнению регулировочно – доводочных работ при техническом обслуживании и ремонте;
- требования к конструкциям изнашивающихся деталей в смысле приспособленности к восстановлению с применением прогрессивной технологий восстановительных работ.

## 32) Погрешности, связанные с упругими и тепловыми деформациями технологической системы.

Технологическая система (станок, приспособление, инструмент, деталь) представляет собой упругую систему, в которой влияние сил резания и закрепления, инерционных и других сил приводит к образованию погрешностей форм и размеров обрабатываемых деталей.



Схемы обработки цилиндрической детали: с закреплением в центрах и в трехшариковом токарном патроне, которые иллюстрируют возникающие упругие

деформации  $\Delta y$ , а также обусловленные ими погрешности формы детали (бочкообразность и конусообразность).

Упругие деформации  $\Delta y$  обусловлены отжатиями основных узлов и отдельных элементов технологической системы, а также контактными деформациями и в общем случае могут достигать 20...40% от суммарной погрешности обработки.

Нестабильность сил резания из-за колебаний снимаемого припуска, твердости материала, различная жесткость детали при обработке - обуславливают неравномерность упругих деформаций.

Для количественной оценки упругих деформаций технологической системы используют понятия **жесткость** и **податливость**.

**Жесткостью системы** называется способность системы оказывать сопротивление деформирующим силам.

**жесткость технологической системы** определяется как отношение составляющей силы резания, направленной по нормали к обрабатываемой поверхности, к смещению режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности заготовки в том же направлении:

где  $J_{\text{сист}}$  - жесткость технологической системы, Н/мм;

$P_y$  - радиальная составляющая силы резания, Н;  $y$  -

упругие деформации технологической системы (смещение режущей кромки инструмента), мм.

Для удобства расчетов часто используется величина обратная жесткости, которая называется **податливостью**.

Жесткость новых станков токарной группы составляет  $J_{\text{ст}} = 20000 - 40000 \text{ Н/мм}$ , для некоторых типов станков  $J_{\text{ст}} = 100000 \text{ Н/мм}$  (шлифовальные и координатно-расточные станки).

Таким образом, погрешности от упругих деформаций зависят, и определяется жесткостью технологической системы СПИД.

где,  $l$  - длина заготовки, мм;

$E$  - модуль упругости 1-го рода,  $\text{Н/мм}^2$ ;

$J$  - момент инерции поперечного сечения

заготовки,  $\text{мм}^4$  (для круглых заготовок  $J = 0,05d^4$ );

$d$  - номинальный диаметр детали, мм.

Тогда жесткость заготовки будет равна:

**Погрешности от тепловых деформаций системы**

Источниками **тепловыделения** в технологической системе являются:

" трение стружки о переднюю поверхность режущего инструмента;

" трение задней поверхности режущего инструмента по обработанной поверхности детали;

" потери на трение в подвижных механизмах станка (подшипниках, зубчатых передачах и т.п.),

" тепловыделение из зоны резания.

Весь расчет чаще всего сводится к определению тепловых деформаций инструмента.

Выделяющееся в зоне резания тепло частично уходит с СОЖ, частично рассеивается в окружающем пространстве, а также передается заготовке, режущему инструменту и станку. Это приводит к разогреву станка, заготовки и режущего инструмента и нарушению взаимного положения заготовки и режущей кромки инструмента.

Наибольшее влияние на точность механической обработки оказывают тепловые деформации режущего инструмента и обрабатываемой заготовки; влиянием остальных составляющих, как правило, можно пренебречь.

**Тепловые деформации обрабатываемой заготовки** (детали)  $\Delta T_d$  зависят от количества теплоты, поступающей в заготовку из зоны резания, массы и удельной теплоемкости материала заготовки.

Количественно они могут быть определены по зависимости:

$$\Delta T_d = \alpha \cdot d \cdot (T_{i-1} - T_i)$$

где  $\alpha$  - температурный коэффициент линейного расширения материала заготовки;

$d$  - диаметр обрабатываемой заготовки, мм;

$T_{i-1}$ ,  $T_i$  - соответственно исходная и текущая (в  $i$ -й

$$y_{\text{дет}} = \frac{P_y l^3}{100EJ}$$

момент времени) температура детали.

**Тепловые деформации инструмента**  $\Delta T_{\text{ин}}$  приводят к удлинению державки, а следовательно, к смещению режущих кромок и изменению размеров обрабатываемых заготовок, т.е. образованию погрешности обработки.

Тепловое равновесие (при котором прекращается удлинение резов) наступает примерно через 12...24 минут непрерывной работы, а общее тепловое равновесие всей технологической системы наступает примерно через 2-3 часа работы.

Практически же в условиях производства неизбежны перерывы в работе, поэтому с учетом перерывов станок и инструмент успевают охладиться

Для **снижения влияния тепловых деформаций инструмента** ( $\Delta T_{\text{ин}}$ ) и обрабатываемой

детали ( $\Delta T_d$ ) на точность механической обработки применяют: различные смазочно-охлаждающие жидкости.

Погрешности обработки, вызванные тепловыми деформациями могут достигать 30...40% от суммарной погрешности обработки.

При обработке среднеуглеродистых сталей диаметром до 50 мм, их температурные деформации могут достигать 20-25 мкм.

## 55) Требования к технологичности деталей при групповой обработке

В условиях индивидуального, мелкосерийного и серийного произ-ва наиболее эффективен метод групповой обработки. **Группа** – совокупность деталей для которых основным признаком объединения для отдельных тех операций является общность обрабатываемых поверхностей или их сочетаний. Т.к. из большого числа отдельных пов при их различных сочетаниях может быть образована разнообразная конфигурация деталей в состав группы могут вкл детали различных конфигураций, т.е. понятие группа шире чем понятие тип детали.

**Признаки учит. при формировании группы:**

- Общность элементов составляющих конфигурацию деталей и как следствие общность пов подлежащих обр-ке.
- Точность и шероховатость обрабатываемых пов-тей.
- Однородность заготовки и обрабатываемого материала позволяют вести обработку одинаковыми методами и общими режущими инструментами.
- Близость размеров деталей позволяет осуществить их обработку на одном и том же оборудовании.
- Серийность выпуска деталей и трудоёмкость их обр-ки.

**Послед-ть работ при проектировании групповой технологии**

- По чертежам изделия производится отбор дет, которые могут быть обработаны на одинак оборуд в однихтиных приспособлениях с применением одинак инструмента.
- Опред-ся фактическая трудоёмкость обработки отдельных деталей для выполнения месячной программы с учетом периодичности запуска деталей в производство.
- Опред-ся окончательный состав группы деталей исходя из необходимости загрузки оборудования в течение месяца при минимальных переналадках на другие группы деталей. Преимущество групповой обработки проявляется в полной мере если между переналадками станка на другие группы проходит достаточно большой период времени. Наиболее целесообразно когда станок рассчитан на обработку 1-2 групп деталей, т.к. в этом случае достигается специализация станка, растет производительность и облегчается обслуживание рабочего места.
- После уточнения состава группы производится создание комплексной детали, устанавливается последовательность и содержание переходов групповых операций и разработка групповой схемы наладки станка.