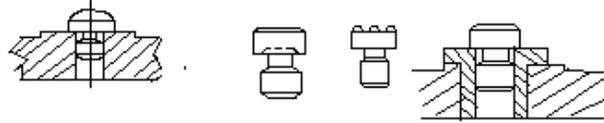


Технологическая оснастка

1. Типовые схемы установки деталей в приспособлении.

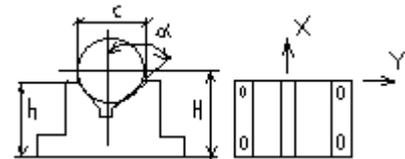
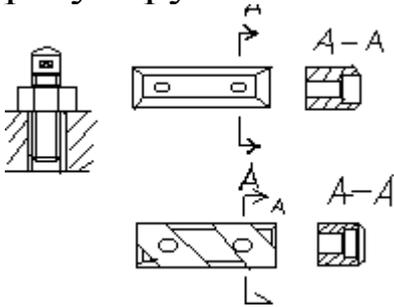
При базировании детали по плоским базовым поверхностям используют штыри и пластины.

Штыри могут быть постоянными и регулируемыми.



Постоянные:

регулируемые штифты и пластины.



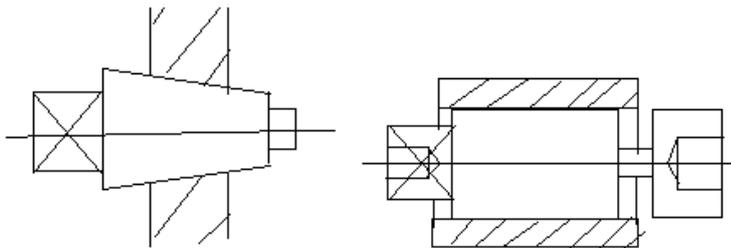
Установка в призму:

$\alpha = 90^\circ, 120^\circ, 60^\circ$; H- размер для контроля. h-высота призмы.

Установка деталей на оправку: существует несколько видов оправок

Конические

цилиндрические



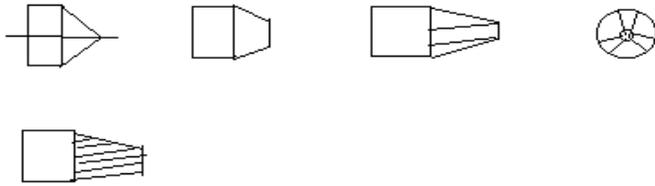
установка на пальцы: постоянные и сменные:



Постоянный

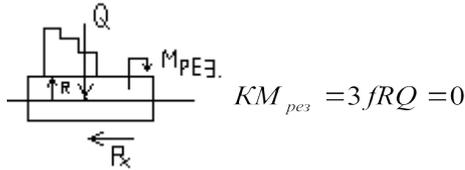
переменный

Установка по центровым отверстиям:



виды центров: простой, усеченный, усечённый с 3-мя элементами, рефлённый.

2. Расчёт сил зажима при закреплении деталей в 3-х кулачковом патроне.



$$Q = \frac{KM_{рез}}{3fR}$$

При действии осевой силы:

$$Q = \frac{KM_{рез}}{3f_1R} + \frac{KP_{\perp}}{3f_1}$$

3. Расчёт точности установки деталей в приспособлении.

Допустимую погрешность установки можно определить из формулы технологического допуска:

$$\delta = \sqrt{\Delta y^2 + \Delta_n^2 + 3\Delta_m^2 + 3\Delta_u^2 + E_{дон}^2} + \sum \Delta_{\phi};$$

$$E_{дон} = \sqrt{(\delta - \sum \Delta_{\phi})^2 - \Delta y^2 - \Delta_n^2 - 3\Delta_m^2 - 3\Delta_u^2}$$

Δ_n - погрешность настройки станка. $E_{дон}$ - допустимая погрешность установки. Δy - погрешность установки. Δ_m - погрешность, вызванная деформацией от температуры при нагреве технологической системы. Δ_u - погрешность от размерного износа. $\sum \Delta_{\phi}$ - суммарная погрешность формы. Т.е. $E_{узм} \leq E_{дон}$ $E_{узм} = \sqrt{E_{\delta}^2 + E_3^2 + E_n^2}$

Погрешность базирования это отклонение фактически допустимого положения заготовки от требуемого (величина геометрическая). Погрешность базирования определяется проекцией расстояния между правильными положениями измерительной базы заготовки на направления, полученные при обработке размера.

$E_{закр}$ - разность предельных смещений измерительной базы в направлении полученного размера при приложении силы зажима Q .

$E_{пол}$ - погрешность положения, установки, обусловленная неточностью изготовления приспособления и неточностью его установки на станке.

$$E_{пол} = \sqrt{E_{к.н}^2 + E_{из}^2 + E_{ст}^2}$$

Екп- хар-ет неточность изготовления установочных элементов приспособления. Еиз- хар-ет износ установочных элементов. Ест- погрешность связанная с некачественной установкой приспособления на используемом станке.

4. Конструкции установочных элементов.

Требуемое положение обрабатываемой детали в приспособлении и сохранность этого положения в процессе всей обработки обеспечивается установочными и зажимными элементами, так как обрабатываемая деталь своими базовыми поверхностями опирается на установочные элементы, которые называются опорами. Опоры можно разделить на две группы — основные и вспомогательные.

Основными называются неподвижные опоры, координирующие обрабатываемую деталь в приспособлении в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, т. е. опоры, лишаящие деталь всех степеней свободы относительно приспособления. Максимально необходимое число таких опор равно шести. Отсюда вытекает правило шести точек, которым руководствуются при проектировании приспособлений. Для установки деталей плоскими поверхностями в приспособлениях чаще используют цилиндрические и пластинчатые опоры. Цилиндрические опоры называют штырями, а пластинчатые — пластинками. Штыри применяют с гладкой плоской или с насеченной и сферической головками. Штыри с гладкой головкой предназначены для деталей с обработанными установочными плоскостями, с насеченной и сферической — для деталей с необработанными плоскостями.

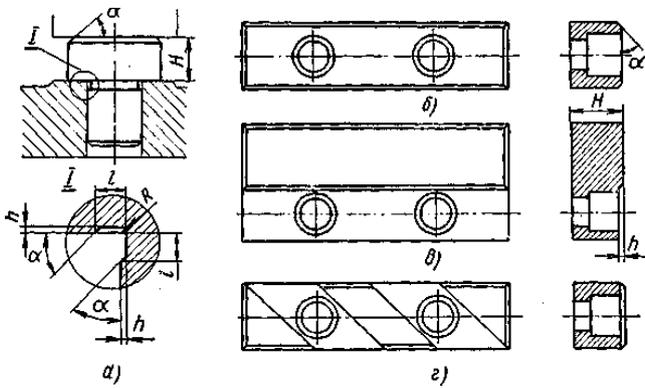


Рис. 2. Опоры для плоских

поверхностей

Если на установочной поверхности обрабатываемой детали имеется припуск, который удаляется при выполнении последующих операций и который для различных партий деталей может быть неодинаковым, или форма установочной поверхности деталей может оказаться также неодинаковой, то применяются, так называемые, регулируемые опоры также стандартизованные. Регулируемыми часто делают боковые опоры.

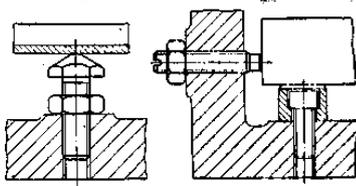
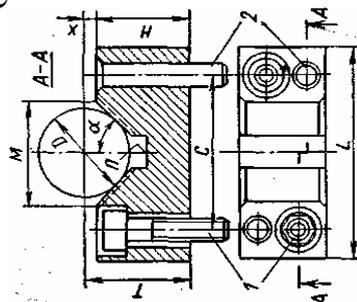


Рис. 3. Регулируемые опоры

Пальцами в приспособлениях называют установочные детали, на которые обрабатываемая деталь надевается своими обработанными отверстиями. Обычно используют два пальца, так как большее количество не повышает точность установки детали, а изготовление приспособления при этом значительно усложняется. Установочные пальцы запрессовывают в корпус приспособления или свободно вставляют в него с последующим затягиванием винтом или гайкой. Для установки деталей наружными цилиндрическими поверхностями чаще всего используются призмы, а внутренними - пальцы цилиндрические и конические. Рис. 7.

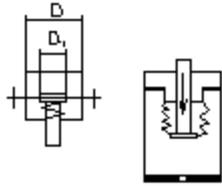


Призма

5. Типы силовых приводов.

По виду используемой энергии силовые приводы бывают: гидравлические, пневматические, магнитные, вакуумные, центробежно-инерционные.

В пневматических приводах энергией является энергия



сжатого воздуха.

Пневматические приводы бывают одностороннего и двухстороннего действия.

$$W = \frac{P\pi D^2}{4} + g$$

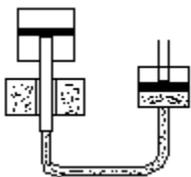
Гидравлические приводы.

Используемой энергией является потенциальная энергия жидкости - давление масла.

Гидравлические приводы имеют в своём составе ванну для жидкости, гидромотор для подачи жидкости, контрольно-регулирующую аппаратуру, силовой агрегат (гидроцилиндр), управляющую аппаратуру, трубопровода. Преимущества гидропривода: способствует резкому уменьшению габаритных размеров, большие силы зажима, компактность ГЦ, работает плавно и бесшумно, рабочая жидкость в основном агрегате служит также смазкой, что уменьшает износ трущихся поверхностей, компактность ГЦ позволяет размещать их на подвижных частях станка.

Пневмогидравлические силовые приводы.

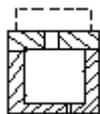
Они объединяют достоинства как пневмо- так и гидропривода.



Вакуумные приводы.

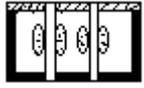
Зажим детали осуществляется под действием атмосферного

давления.



$$W = F(1.033 - P_{\text{вак}})K; \quad F = h * m\text{-площадь.}$$

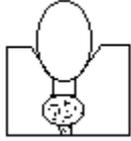
Электромагнитные зажимные устройства состоят из корпусов, в которых установлен магнит.



$$W = 4.06 \frac{\Phi^2}{S}$$

Магнитные зажимные приводы.

Преимущества: безопасность в работе, т.к. отсутствует эл. ток.

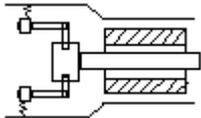


Деталь является якорем, т.е. замыкающим звеном.

Приводы от движущихся частей станка.

Примером является движение шпинделя сверлильного станка с зажимным элементом, фрезерных и расточных станках.

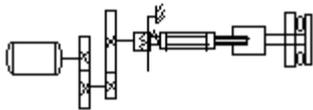
Центробежно-инерционные приводы.



$$W = \left(\frac{GR\omega^2}{g} - P_{np} \right) * \frac{l_2}{l_1} * \eta * n$$

Электромеханические силовые приводы.

Используются на автоматических линиях для зажима заготовок винтовыми зажимными элементами.



$$P_{кр} = \frac{M}{r_{cp}} \operatorname{tg}(\alpha - \beta)$$

- предварительное усилие.

r_{cp} - средний радиус кулачков муфты.

МСИС

6. Нормирование микронеровностей поверхности.

Реальные поверхности, полученные обработкой на металлорежущих станках или иным путем, изборозжены рядом чередующихся выступов и впадин разной высоты и формы и сравнительно малых размеров по высоте и шагу. Эти выступы и впадины образуют неровности поверхности (микронеровности). Под шероховатостью поверхности понимается совокупность микронеровностей с относительно малыми шагами. Шероховатость поверхности в сочетании с

другими ее характеристиками (цветом поверхности, степенью отражательной способности), а так же с физическими свойствами поверхностного слоя материала детали (степенью упрочнения и глубиной упрочненного слоя, остаточными напряжениями обработки и др.) определяют состояние поверхности и является наряду с точностью формы одной из основных геометрических характеристик ее качества.

Шероховатость поверхности играет большую роль в подвижных соединениях деталей, в значительной степени влияет на трение и износ трущихся поверхностей подшипников, направляющих, ползунов и т.п. При недостаточно гладких трущихся поверхностях соприкосновение между ними происходит в отдельных точках при повышенном удельном давлении, вследствие чего смазка выдавливается, нарушается непрерывность масляной пленки и создаются условия для возникновения полусухого и даже сухого трения.

Уменьшение шероховатости поверхности вносит большую определенность в характер соединения деталей. Зазор или натяг, который можно определить по результатам измерения деталей соединения, отличается от эффективного зазора или натяга, имеющего место при сборке и в процессе эксплуатации. Эффективный натяг уменьшается, а эффективный зазор увеличивается тем в большей степени, чем большую шероховатость имеют сопрягаемые поверхности.

Прочность деталей также зависит от шероховатости поверхности. Разрушение детали, особенно при переменных нагрузках, в большей степени объясняется концентрацией напряжений, являющихся следствием имеющихся неровностей. Чем чище поверхность, тем меньше возможность возникновения поверхностных трещин от усталости металла. Чистовая отделка деталей (доводка, полирование и т.п.) значительно повышает их усталостную прочность.

Шероховатость поверхности оценивается по неровностям профиля, получаемого путем сечения реальной поверхности плоскостью (чаще всего в нормальном сечении). Для

отделения шероховатости поверхности от других неровностей с относительно большими шагами (отклонения формы и волнистости) ее рассматривают в пределах ограниченного участка, длина которого называется базовой длиной. Базовой для отсчета отклонений профиля является средняя линия профиля – линия, имеющая форму номинального профиля и проведенная так, что в пределах базовой длины среднее квадратическое отклонение измеряемого профиля до этой линии было минимальным.

Параметры для количественной оценки и нормирования шероховатости поверхности следующие: Среднее арифметическое отклонение профиля R_a – среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины, отклонение профиля y – расстояние от точек профиля до средней линии, измеренное по нормали к ней. Высота неровностей профиля по десяти точкам R_z . Сумма средних арифметических абсолютных отклонений точек пяти наибольших максимумов и пяти наибольших минимумов, находящихся в пределах базовой длины.

Требования к шероховатости поверхности устанавливаются указанием числового значения нормируемого параметра шероховатости и базовой длины.

Нормы шероховатости, указанные на чертеже, в общем случае относятся к любому направлению нормального сечения, в котором значение параметра шероховатости наибольшее. Если измерение шероховатости должно производиться в одном направлении, то его указывают на чертеже.

Поверхности, которые не подлежат обработке по данному чертежу и должны сохраняться в состоянии поставки заготовки, обозначаются знаком  без числового значения параметра шероховатости.



Выбор параметров для нормирования шероховатости должен производиться с учетом назначения и эксплуатационных свойств поверхности. Основным во всех случаях является

нормирование высотных параметров. Предпочтительно, в том числе и для самых грубых поверхностей, нормировать параметр R_a , который более представительно, чем R_z отражает отклонения профиля, поскольку определяется по всем точкам профиля.

Параметр R_z нормируется в тех случаях, когда по функциональным требованиям необходимо ограничить полную высоту неровностей профиля или шероховато-рыхлого поверхностного слоя, а также когда прямой контроль параметра R_a с помощью профилометров или образцов сравнения не представляется возможным.

Обозначение шероховатости поверхности наносят согласно ГОСТ 2.309-73, на изображение изделия, а в отдельных случаях в правом верхнем углу чертежа. На изображении изделия обозначение шероховатости поверхности располагают на линиях контура, выносных линиях или на полках линий-выносок, а при недостатке места – на размерных линиях или их продолжениях.

7. Стандартизация и нормирование точности гладких цилиндрических поверхностей.

Точность геометрических параметров деталей характеризуется точностью не только размеров ее элементов, но и точностью формы и взаимного расположения поверхностей. Отклонения формы и расположения поверхностей возникают в процессе обработки деталей из-за неточности и деформации станка, инструмента и приспособления; деформации обрабатываемого изделия; не равномерности припуска на обработку; неоднородности материала заготовки... В подвижных соединениях эти отклонения приводят к уменьшению износостойкости деталей в следствии повышенного удельного давления на выступах неровностей, к нарушению плавности хода, шумообразованию...

При увеличении нагрузок, скоростей, рабочих температур, характерных для современных машин и приборов, воздействие отклонений формы и расположения поверхностей усиливается.

Отклонением формы называется отклонение формы реальной поверхности от формы номинальной поверхности. Под номинальной понимается идеальная поверхность, форма которой задана чертежом или другой технической документацией. Отклонения формы могут рассматриваться и применительно к профилю – линии пересечения поверхности с плоскостью или заданной поверхностью.

Неровности, относящиеся к шероховатости поверхности, в отклонение формы поверхности не включаются.

Выбор допусков формы зависит от конструктивных и технологических требований, но кроме того связан с допуском размера.

Отклонение от цилиндричности – наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка.

Отклонение от круглости (некруглость) – наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности.

Отклонение профиля от продольного сечения – наибольшее расстояние от точек образующих реальной поверхности, лежащих в плоскости, проходящей через ее ось, до соответствующего профиля в пределах длины нормируемого участка.

Отклонение от прямолинейности оси - минимальное значение диаметра цилиндра, внутри которого располагается реальная ось поверхности в пределах нормируемого участка.

Отклонение от прямолинейности образующей.

Частные виды отклонений формы цилиндрических поверхностей: **ОТКЛОНЕНИЯ ОТ КРУГЛОСТИ** Овальность – отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой овалообразную фигуру, наибольший и наименьший диаметр которой находятся во взаимно перпендикулярных направлениях; Огранка – отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой многогранную фигуру.

ОТКЛОНЕНИЕ ПРОФИЛЯ ПРОДОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ:
Конусообразность – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие прямолинейны, но не параллельны. Бочкообразность – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны и диаметры увеличиваются от краев к середине сечения. Седлообразность – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны и диаметры уменьшаются от краев к середине.

8. Влияние отклонений формы и расположения поверхностей на работу деталей машин.

Точность геометрических параметров деталей, характеризуется точностью не только размеров ее элементов, но и точностью формы и взаимного расположения поверхностей. Отклонения (погрешности) формы и расположения поверхностей возникают в процессе обработки деталей из-за неточности и деформации станка, инструмента и приспособления; деформации обрабатываемого изделия; неравномерности припуска на обработку; неоднородности материала заготовки и т. п. В подвижных соединениях эти отклонения приводят к уменьшению износостойкости деталей вследствие повышенного удельного давления на выступах неровностей, к нарушению плавности хода, шумообразованию и т. д. При работе механизмов с использованием направляющих, копиров, кулачков и т. д. в связи с искажением заданных геометрических профилей также снижаются их точности. В неподвижных и плотных подвижных соединениях отклонения формы и расположения поверхностей вызывают неравномерность натягов или зазоров, вследствие чего снижаются прочность соединения, герметичность и точность центрирования.

При увеличении нагрузок, скоростей, рабочих температур, характерных для современных машин и приборов, воздействие отклонений формы и расположения поверхностей усиливается.

Отклонения формы и расположения поверхностей снижают не только эксплуатационные, но и технологические показатели изделий. Так, они существенно влияют на точность и трудоемкость сборки и повышают объем пригоночных операций, снижают точность измерения размеров, влияют на точность базирования детали при изготовлении и контроле.

Таким образом, для обеспечения требуемой точности параметров изделия, его работоспособности и долговечности в рабочих чертежах деталей необходимо указание не только предельных отклонений размеров, но и в необходимых случаях допусков формы и расположения поверхностей. Правильное и более полное нормирование точности формы и расположения поверхностей, способствующее повышению точности геометрии деталей при их изготовлении и контроле, является одним из основных факторов повышения качества машин и приборов.

9. Виды отклонений формы и расположения поверхностей. Обозначение их допусков на чертежах.

Точность геометрических параметров деталей характеризуется точностью не только размеров ее элементов, но и точностью формы и взаимного расположения поверхностей. Отклонения формы и расположения поверхностей возникают в процессе обработки деталей из-за неточности и деформации станка, инструмента и приспособления; деформации обрабатываемого изделия; не равномерности припуска на обработку; неоднородности материала заготовки... В подвижных соединениях эти отклонения приводят к уменьшению износостойкости деталей в следствии повышенного удельного давления на выступах неровностей, к нарушению плавности хода, шумообразованию...

При увеличении нагрузок, скоростей, рабочих температур, характерных для современных машин и приборов, воздействие отклонений формы и расположения поверхностей усиливается. Отклонения и допуски формы поверхностей бывают: Отклонение от прямолинейности нормируется допуском

прямолинейности; Отклонение от плоскостности – допуск плоскостности; отклонение от круглости – допуск круглости; отклонение от цилиндричности – допуск цилиндричности; отклонение профиля продольного сечения (к цилиндрической поверхности) – допуск профиля продольного сечения.

Отклонением формы называется отклонение формы реальной поверхности от формы номинальной поверхности. Под номинальной понимается идеальная поверхность, форма которой задана чертежом или другой технической документацией. Отклонения формы могут рассматриваться и применительно к профилю – линии пересечения поверхности с плоскостью или заданной поверхностью.

Неровности, относящиеся к шероховатости поверхности, в отклонение формы поверхности не включаются.

Отклонение формы оценивается по всей поверхности или нормируемом участке, если заданы его площадь, длина или угол сектора, а в необходимых случаях и его расположение на поверхности. Если положение нормируемого участка не задано, то его считают любым в пределах всей поверхности или профиля.

Отсчет отклонений формы поверхности производится от прилегающей поверхности, под которой понимаем поверхность, имеющая форму номинальной поверхности, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонения от нее наиболее удаленной точки реальной поверхности в пределах нормируемого участка имело минимальное значение. Отклонение формы профиля оценивается аналогично – от прилегающего профиля.

Параметром для количественной оценки отклонения формы является наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей поверхности по нормали к последней в пределах участка. При измерении отклонений формы допускается их оценка относительно средней поверхности или среднего профиля. Средняя поверхность имеет форму номинальной поверхности и расположена так,

чтобы среднее квадратическое отклонение точек реальной поверхности от средней в пределах нормируемого участка имело минимальное значение.

Плоских: Плоскостность нормируется при необходимости ограничить отклонение формы всей поверхности или ее участка, прямолинейность – если достаточно ограничить отклонения в сечении поверхности или любого направления. В обоснованных случаях при нормировании плоскостности и прямолинейности применяются понятия о частных видах отклонений формы – выпуклости и вогнутости.

Выбор допусков при заданной степени точности производится в зависимости от длины нормируемого участка, а если нормируемый участок не задан, то исходя из длины поверхности.

Отклонение от плоскостности – наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка.

Отклонение от прямолинейности – наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой в пределах нормируемого участка.

Частные виды отклонений от плоскостности и прямолинейности: выпуклость – отклонение от плоскостности, при котором удаление точек реальной поверхности от прилегающей плоскости уменьшается от краев к середине. Вогнутость – отклонение от плоскостности, при котором удаление точек реальной поверхности от прилегающей плоскости увеличивается от краев к середине.

Контроль отклонений от плоскостности может быть осуществлен с помощью измерения положения точек проверяемой поверхности относительно вспомогательной базовой плоскости.

Цилиндрических: Выбор допусков формы зависит от конструктивных и технологических требований, но кроме того связан с допуском размера.

Отклонение от цилиндричности – наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка.

Отклонение от круглости (некруглость) – наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности.

Отклонение профиля от продольного сечения – наибольшее расстояние от точек образующих реальной поверхности, лежащих в плоскости, проходящей через ее ось, до соответствующего профиля в пределах длины нормируемого участка.

Отклонение от прямолинейности оси - минимальное значение диаметра цилиндра, внутри которого располагается реальная ось поверхности в пределах нормируемого участка.

Отклонение от прямолинейности образующей.

Частные виды отклонений формы цилиндрических поверхностей: ОТКЛОНЕНИЯ ОТ КРУГЛОСТИ Овальность – отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой овалообразную фигуру, наибольший и наименьший диаметр которой находятся во взаимно перпендикулярных направлениях; Огранка – отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой многогранную фигуру.

ОТКЛОНЕНИЕ ПРОФИЛЯ ПРОДОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ: Конусообразность – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие прямолинейны, но не параллельны. Бочкообразность - отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны и диаметры увеличиваются от краев к середине сечения. Седлообразность – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны и диаметры уменьшаются от краев к середине.

Виды отклонений расположения. Обозначение их допусков на чертежах.

Отклонением расположения называется отклонение реального (действительного) расположения рассматриваемого элемента

от номинального расположения. Под номинальным понимается расположение, определяемое номинальными линейными и угловыми размерами между рассматриваемым элементом и базами.

Для оценки точности расположения поверхностей, как правило, назначают базы. Базой может быть поверхность, образующая или точка. База определяет привязку детали к плоскости или оси координат, относительно которой задаются допуски расположения или определяется расположение нормируемого элемента. Базой может служить сочетание нескольких элементов – общая ось или общая плоскость симметрии нескольких элементов.

Отклонение от параллельности – разность наибольшего и наименьшего расстояний между плоскостями в пределах нормируемого участка.

Суммарное отклонение от параллельности и плоскостности – разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до базовой плоскости в пределах нормируемого участка. Отклонение от параллельности оси относительно плоскости или плоскости относительно оси – разность наибольшего и наименьшего расстояний между осью и плоскостью. Отклонение от параллельности прямых в плоскости – разность наибольшего и наименьшего расстояний между прямыми на длине нормируемого участка. Перекос осей – отклонение от параллельности проекций осей на плоскость, перпендикулярную к общей плоскости осей и проходящую через одну из осей.

Отклонение от перпендикулярности – отклонение угла между плоскостями от прямого угла выраженного в линейных единицах.

Торцевое биение – разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцевой поверхности до плоскости перпендикулярной оси.

Отклонение от соосности – наибольшее расстояние между осью рассматриваемой поверхности вращения и осью базовой поверхности.

Отклонение от симметричности – наибольшее расстояние между плоскостью симметрии рассматриваемого элемента и плоскостью симметрии базового элемента.

Отклонение от пересечения осей – наименьшее расстояние между осями, номинально пересекающимися.

10.Выбор средств измерения для контроля точности деталей.

Соответствие размеров изготовленных деталей требованиям, установленным при проектировании изделия, определяется с помощью контроля. Контроль можно осуществить с помощью измерения размеров деталей универсальными измерительными средствами, позволяющими установить действительные значения размеров, которые затем сравниваются с установленными предельными размерами.

Основным фактором, определяющим возможность применения того или иного измерительного прибора, является суммарная погрешность измерения с помощью этого прибора, включающая все составляющие, зависящие от самого прибора, установочных мер, базирования, температурных погрешностей...Допускаемые погрешности измерения линейных размеров до 500 мм стандартизованы и устанавливаются в зависимости от допуска размера измеряемого изделия.

Погрешность измерения оказывает влияние на результаты измерения, которые оцениваются параметрами:

Количеством неправильно принятых деталей, имеющих размеры, выходящие за пределы поля допуска;

Количеством неправильно забракованных деталей, имеющих размеры не выходящие за пределы поля допуска;

Вероятностным предельным значением выхода размера за пределы поля допуска у неправильно принятых деталей.

Эти все параметры зависят от точности измерения, характеризуемой соотношением A между средним квадратическим отклонением погрешности измерения и допуском контролируемого размера, а так же от точности

изготовления, характеризуемой параметрами вероятностного распределения действительных размеров относительно поля допуска.

Влияние погрешности измерения учитывается при установлении приемочных границ – тех значений размеров, по которым оценивается годность изделий при приемочном контроле. Возможны два способа: 1) приемочные границы устанавливаются равными предельным размерам изделия; 2) приемочные границы устанавливаются смещенными относительно предельных размеров внутрь поля допуска изделия.

11. Понятие о допуске, предельных размерах, отклонениях и посадках. Обозначение посадок и полей допусков на чертежах.

Машины и механизмы состоят из деталей, которые в процессе работы должны совершать относительные движения или находиться в относительном покое. Две детали, которые входят друг в друга образуют соединение. Такие детали называются сопрягаемые. Соединение деталей, имеющих сопрягаемые цилиндрические поверхности с круглым поперечным сечением, называется гладким цилиндрическим. Разность размера отверстия и вала до сборки определяет характер соединения деталей, или посадку, то есть большую или меньшую свободу относительного перемещения деталей или степень сопротивления их взаимному смещению. Разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала, называется зазором, а наоборот – натяг.

Действительным размером называется размер, установленный измерением детали с допускаемой погрешностью. Два предельно допускаемых размера, между которыми должен находиться действительный размер годной детали, называется предельным размером. Деталь считается годной и в том случае, если действительный размер равен предельному. Большой из двух предельных размеров называется

наибольшим предельным размером, меньший – наименьшим предельным размером.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется допуском размера. Допуск является мерой точности размера. Допуск непосредственной влияет на трудоемкость изготовления и себестоимость детали.

Отклонения формы приводят к тому, что действительный размер в различных сечениях и точках поверхности одной и той же детали может быть неодинаков. Таким образом, реальный элемент детали характеризуется не одним, а совокупностью действительных размеров. Предельными размерами должны быть ограничены все действительные размеры рассматриваемого элемента.

При построении системы допусков и посадок, выполнении чертежей и измерениях размер удобнее выражать не в абсолютной форме – полным числовым значением, а с помощью отклонения его от номинального размера.

Номинальным размером называется размер, который служит началом отсчета отклонений и относительно которого определяются предельные размеры.

Отклонением размера называется алгебраическая разность между размером и соответствующим номинальным размером.

Отклонения, в отличие от размеров, которые всегда выражаются положительными числами, могут быть и положительными, если размер больше номинального, и отрицательными, если размер меньше номинального.

Действительным отклонением называется алгебраическая разность между действительным и номинальными размерами.

Предельным отклонением называется алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами. Различают нижнее и верхнее предельное отклонение. Верхнее отклонение – алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами. Нижнее отклонение – алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами. Зона между верхним и нижним отклонениями – поле допуска.

Вследствии колебания размеров деталей при изготовлении значения зазоров и натягов при сборке деталей так же будут колебаться. Действительным зазором или действительным натягом называются соответственно зазор или натяг, определенные разностью действительных размеров отверстия и вала. В соединениях где необходим зазор, действительный зазор должен находиться между двумя предельными значениями, называемыми наибольшим и наименьшим зазорами, которые определяются исходя из служебного назначения соединения. То же и для натяга. Предельные зазоры или натяги чертежами непосредственно не устанавливаются. Для того чтобы обеспечить независимое изготовление деталей соединения, а на сборке получить зазоры или натяги в требуемых пределах без дополнительной пригонки или регулировки детали, конструктор должен назначить посадку в виде определенного сочетания полей допусков отверстия и вала.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала различают посадки трех типов: с зазором, натягом и переходные.

Посадкой с зазором называется посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении. Посадка с натягом – посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении. Переходная посадка – посадка, при которой возможно получение как зазора так и натяга. Характеризуется наибольшими значениями натяга и зазора.

Для любой посадки - допуск посадки есть сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

12. Типы посадок; посадки в системе отверстия и системе вала.

Для получения посадок системой устанавливаются наборы полей допусков отверстий и валов, различающихся величиной и расположением относительно нулевой линии. Одно из двух предельных отклонений, используемое для определения расположения поля допуска относительно нулевой линии,

называется основным отклонением. Как правило, основным является ближайшее к нулевой линии предельное отклонение. Посадки устанавливаются сочетанием полей допусков отверстия и вала. Для унификации деталей и инструмента наиболее рациональным является такой способ образования посадок, когда одна деталь в различных посадках имеет постоянное расположения поля допуска, а требуемый характер посадки обеспечивается подбором расположения поля допуска другой детали соединения. Деталь, имеющая в посадках постоянное расположение поля допуска, является как бы основанием системы посадок и носит название – основное отверстие или основной вал. В системе допусков и посадок основным отверстием называется отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю, а основным валом – вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

По виду основной детали различают посадки в системе отверстия и системе вала. Посадки в системе отверстия – посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием. Посадки в системе вала – посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом. В некоторых случаях целесообразно применение посадок, образованных таким сочетанием полей допусков отверстия и вала, когда ни одна деталь не является основной. Такие посадки называются внесистемными.

Теория резания

13. Показатели качества обработанной поверхности, их зависимость от условий резания. Контроль качества.

Поверхностный слой детали после механической обработки пластически деформирован. Поэтому физическое состояние поверхностного слоя после механической обработки в основном характеризуется деформационными изменениями в нем, следствием которых и является его деформационное упрочнение. Деформационное упрочнение поверхностного

слоя зависит от режимов резания, геометрии режущего инструмента, его износа и других условий обработки. По мере увеличения (до определенных пределов) скорости резания глубина наклепа возрастает. При высоких скоростях возникает явление разупрочнения, которое уменьшает глубину наклепа. При обработке деталей из легированных и высокопрочных сталей, имеющих низкие пластические свойства, остаточные напряжения сжатия образуются при скоростях резания 400— 600 м/мин. При обработке деталей из конструкционных сталей 20 и 45 остаточные напряжения сжатия возникают при скоростях резания 500 — 800 м/мин и отрицательных передних углах. При увеличении подачи возрастают глубина наклепа и остаточные напряжения. Глубина резания не оказывает существенного влияния на глубину наклепа.

Применение инструментов с отрицательными передними углами от 15 до 45° способствует образованию в поверхностном слое остаточных напряжений сжатия. При увеличении заднего угла в пределах 3—15° глубина наклепа уменьшается. При уменьшении главного угла в плане от 90 до 45° глубина наклепа снижается. Применение тщательно доведенного инструмента способствует уменьшению глубины наклепа. Увеличение радиуса скругления режущей кромки способствует возрастанию глубины наклепа и остаточных напряжений.

С повышением твердости обрабатываемого материала уменьшается объем, подвергаемый пластической деформации. Чем мягче сталь, тем глубже распространяется пластическая деформация. Остаточные напряжения возрастают при увеличении сопротивления деформации при повышении твердости.

Большую роль в обеспечении физических свойств поверхности играют методы пластического деформирования (накатывания роликами и шариками, вибрационного накатывания и т. д.).

14. Инструментальные материалы, их выбор и сравнение между собой.

В инструментальном производстве применяют следующие основные материалы.

1. Инструментальные стали (быстрорежущие ГОСТ 19265-73, легированные ГОСТ 5950-73 углеродистые ГОСТ 1435—74) и дисперсионно-твердеющие сплавы.
2. Твердые спеченные сплавы (ГОСТ 3882--74).
3. Минералокерамика.
4. Алмазы природные и искусственные.
5. Синтетические режущие материалы (композит 01 или эльбор-Р, композит 02 или болбор, композит 0,5, композит 10 или гексанит-Р).

На выбор материала влияют тип инструмента, его назначение, размеры и условия работы; технология изготовления инструмента.

К инструментальным сталям предъявляют определенные требования, из которых основное значение имеют: режущая способность, красностойкость (теплостойкость), износостойкость в холодном состоянии, механические свойства, обрабатываемость в холодном и горячем состоянии.

Обрабатываемость зависит в основном от химического состава, твердости механических свойств (прочности, вязкости, пластичности), микроструктуры и размеров зерна, теплопроводности. На обрабатываемость резанием в первую очередь влияют твердость и механическая прочность материала, от которых в основном зависит скорость резания.

Заготовки из быстрорежущей стали поставляют в отожженном состоянии. Твердость сталей умеренной теплостойкости в состоянии поставки *HV* 207 - 255, твердость сталей повышенной теплостойкости *HV* 269 - 293. При этом допустимая глубина обезуглероженного слоя 0,5 мм плюс 1% диаметра заготовки. Контроль обезуглероженности производят в соответствии с ГОСТом. Структура поставляемой стали в отожженном состоянии представляет собой мелкозернистый (сорбитообразный) перлит с избыточными карбидами.

Завышенная твердость может быть снижена отжигом. Быстрорежущую сталь проверяют на макроструктуру, карбидную неоднородность, обезуглероженность, теплостойкость, трещинообразование. Карбидная неоднородность характеризуется местным скоплением карбидов в структуре, что резко снижает качество и механические свойства быстрорежущей стали. Инструмент, изготовленный из стали с повышенной карбидной неоднородностью, склонен к трещинообразованию при термической обработке, выкрашиванию и поломке в процессе эксплуатации.

Структуру быстрорежущей стали с мелкими равномерно распределенными карбидами можно получить лишь при многократной перековке или прокатке стали. Карбидная неоднородность уменьшается с увеличением числа проковок и уменьшением размеров сечения заготовки. Обрабатываемость материала необходимо рассматривать и в отношении таких факторов, как качество обрабатываемой поверхности при резьбонарезании, затыловании, зубообразовании в том случае, если эти операции являются окончательными. Не меньшее значение имеет обрабатываемость и для шлифовальных операций, в особенности таких, которые связаны с формированием профилирующих элементов инструмента.

При выборе марки стали для режущих инструментов необходимо принимать во внимание также и обрабатываемость в горячем состоянии, то есть при ковке, штамповке, сварке, профильном прокате и завивке. Не меньшую роль играют также и условия термической обработки, например в отношении широты интервала закалочной температуры, количества остаточного аустенита после отпуска, деформации при термической обработке, чувствительности к перегреву и обезугреживанию др.

Правильный выбор сортамента и марки инструментальной стали в состоянии поставки для изготовления заготовок режущего инструмента имеет большое значение, так как обеспечивает, во-первых, значительное сокращение отходов

производства, что приводит к экономии дефицитного инструментального материала, и, во-вторых, целесообразное использование имеющегося в наличии оборудования, влияющего на снижение продолжительности производственного цикла. В конечном итоге, это повышает производительность труда и снижает себестоимость режущего инструмента.

Перспективными являются заготовки, полученные **из специальных профилей и биметаллических прутков**, а также заготовки, полученные методом порошковой металлургии. Заготовки для корпусов сборных инструментов из конструкционной стали изготавливают из горячекатаного проката, а при отсутствии соответствующего размера - из поковки. В серийном производстве применяют штампованные заготовки корпусов сборных фрез в подкладных или стационарных штампах в зависимости от величины серии выпуска.

Маловольфрамовые и безвольфрамовые инструментальные материалы. Острый дефицит вольфрама как в нашей стране, так и за рубежом, обусловил необходимость создания новых маловольфрамовых и безвольфрамовых инструментальных материалов. Быстрорежущие стали составляют наибольший удельный вес среди инструментальных материалов, применяемых при изготовлении режущего инструмента. В настоящее время основной быстрорежущей сталью при производстве режущего инструмента является сталь Р6М5.

В нашей стране разработаны и применяются маловольфрамовые быстрорежущие стали Р2М5 и А11Р3М3Ф3, предназначенные для замены в определенных условиях обработки стали Р6М5.

Для расширения области замены вольфрамосодержащих сталей, а также повышения производительности обработки, маловольфрамовые стали легируют дополнительными элементами, такими, как кобальт, ванадий и др. В нашей стране разработаны и применяются специальные стали, которые позволяют расширить область замены Р6М5, а

также в ряде случаев повысить скорость резания. Однако эти стали обладают худшей технологичностью (например, хуже шлифуются и куются), поэтому их более рационально применяют для инструментов простой конфигурации. Рекомендуется при их шлифовании и заточке применять эльборовые шлифовальные круги.

Заготовки фасонного монокристаллического инструмента из твердого сплава. В промышленности находит все большее применение монокристаллический твердосплавный инструмент (сверла, фрезы, зенкеры, развертки, метчики и др.). Для изготовления инструмента применяют заготовки, полученные методом спекания, и пластифицированные. Заготовки в виде стержней (для сверл, концевых фрез, метчиков и др.) или дисков (для фрез и др.) изготавливают по методам спекания. Заготовки такого типа обрабатывают только шлифованием алмазными кругами. Обработка кругами из карбида кремния не рекомендуется. Так как сложный инструмент шлифовать трудно, для его изготовления применяют заготовки, которым до спекания придают требуемую форму механической обработкой.

Заготовки из сверхтвердых материалов и минералокерамики. В качестве инструментальных сверхтвердых материалов применяют синтетические поликристаллы алмаза (СПА), синтетические поликристаллы нитрида бора (СПНБ) и композиты. Поликристаллы изготавливают преимущественно двумя способами синтезом исходных материалов и спеканием порошков. СПА марок АСБ5, АСБ6 получают прямым синтезом из графита (состав: алмаз, графит, металл-катализатор, его карбиды и окислы). Поликристаллы АСБ5 имеют форму шара диаметром 5 - 6,5 мм, а АСБ6 имеют форму цилиндра диаметром 5 - 6,5 мм. Поликристаллы алмаза марки СВС получают спеканием алмазных порошков. СПА рекомендуется применять для резцов при обработке твердых сплавов, цветных металлов и их сплавов, титановых сплавов, керамики, стеклопластики.

15. Тепловые явления при резании и их влияние на качество обработки.

Источники тепла

1. Площадь контакта стружки на передней поверхности.

$Q_{пс}$ – уходит в стружку

$Q_{пи}$ – уходит в инструмент

2. Площадь контакта заготовки с задней поверхностью.

$Q_{зи}$ – в инструмент

$Q_{зз}$ – уходит в заготовку

L_0 условная площадь сдвига \Rightarrow тепло $Q_{дс}$ возникает в результате выполнения работы силами внутреннего трения $Q_{дз}$. Это всё тепло деформации в зоне стружко образования.

Уравнение теплового баланса :

$$\begin{cases} Q = Q_{п} + Q_{з} + Q_{д} + Q_{дисп} \\ Q = Q_{с} + Q_{и} + Q_{з} + Q_{окр} \end{cases}$$

– диспергирование или измельчение

$$Q_{с} + Q_{и} + Q_{з} + Q_{окр} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} Q = Q_{пс} + Q_{дс} \\ Q = Q_{пи} + Q_{зи} \\ Q = Q_{дз} + Q_{зз} \end{cases}$$

В зависимости от условий резания соотношения $Q_{с}$, $Q_{и}$, $Q_{з}$, $Q_{окр}$ меняются.

Тепло $Q_{п}$, $Q_{з}$, $Q_{д}$ зависит от свойств обрабатываемого материала, степени износа инструмента элементов режима резания и наличия СОЖ.

С увеличением скорости резания доля $Q_{с}$ резко увеличивается.

С увеличением ϑ резания силы трения уменьшаются.

При сверх высоких скоростях на контактных поверхностях образуется жидкая прослойка обрабатываемой детали которая способствует удельной силе резания получения более высокого качества обработки, \downarrow износу инструмента.

Знание закономерностей распределения Q , тепловых полей, нужно как для повышения раб.способности инструмента так и качество поверхностей

Высокие температуры в зоне резания вызывают тепловые расширения режущей части инструмента, заготовки и частей станка \Rightarrow потеря точности обработки.

Температура резания – физическая величина результат (производная) теплообразования и теплоотвода из зоны резания.

$t^{\circ}_{рез}$ увеличивается если кол-во тепловыделений преобладает над теплоотводом.

При const условиях резания произойдет стабилизация $t^{\circ}_{рез}$ т.е. уравнение тепловыделения и теплоотвода.

Средняя t° в зоне резания при этом будет иметь конкретное значение - $t^{\circ}_{рез}$

$Q^{\circ}_{кр} = 250-700^{\circ}C$ для инструментальных сталей.

При более высоких $t^{\circ}_{рез}$ они теряют твёрдость \Rightarrow резанье не возможно.

ВК, ТТК, ТК $t^{\circ}_{рез} = 800 \div 1200^{\circ}C$

Металлокерамика $1100 \div 1300^{\circ}C$

Современные СТМ до $1500^{\circ}C$

Эльбор до $1600^{\circ}C$.

16. Зависимость температуры резания от условий резания. Уравнение теплового баланса.

Инструмент:

Размеры и его массивность способствуют лучшему теплоотводу и резанию. Инструментальный материал влияет на t° через физико-механические св-ва теплопроводность и теплоёмкость, снижению t способствует меньший коэффициент трения, чем твёрже инструмент и меньше степень родства материала инструмента и заготовки тем меньше трение, тепловыделение и $t^{\circ}_{рез}$.

Углеродистая \rightarrow легированная \rightarrow быстрорежущая \rightarrow тв. сплавы \rightarrow металлокерамика (Al_2O_3) \rightarrow СТМ \rightarrow алмаз \rightarrow эльдор (NB4). В пределах тв. сплавов, сплавы разной теплопроводности $ВК > ТК \Rightarrow$ ВК рекомендуется для обработки менее теплопроводных деталей например (титана и чугунов (их теплопроводность в 2 раза ниже конструкционных сталей)

Материал заготовки влияет на t° через теплопроводность, теплоёмкость, трение, степень родства с инструментом.

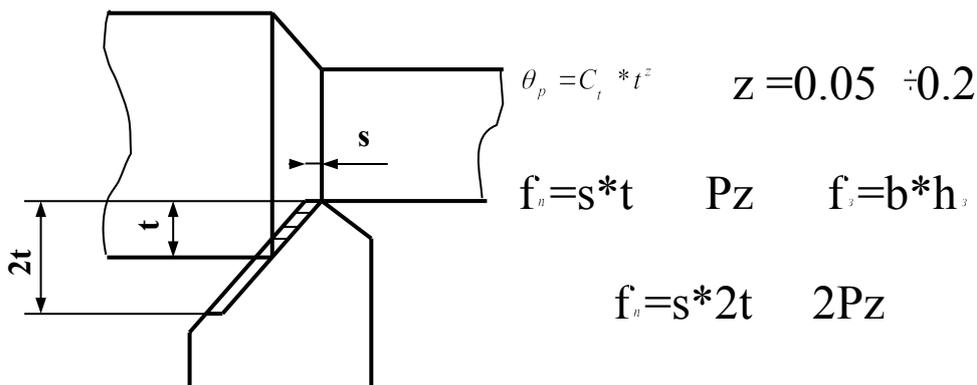
СОТС (аэрозоли):

Способствуют уменьшению t° рез за счёт смазывающего и охлаждающего действия \Rightarrow уменьшение трения, сил трения, тепловыделений, t° рез.

Охлаждающим действием обладают спец теплоёмкие, теплопроводные СОЖ. Большое влияние оказывает на t° способ подачи СОЖ, в зону резания: 1. свободный полив сверху, - не экономичен; 2. под заднюю поверхность струёй под давлением из форсунок, - шум и сильное разбрызгивание; 3. аэрозольное облако; 4. внутреннее охлаждение через спец каналы через режущие инструменты.

Элементы режима резания (регулятор)

1. глубина резания $\uparrow \Rightarrow$ увеличение t° рез, т.к. \uparrow площадь сечения срезаемого слоя



отставание t° рез от тепловыделений объясняется улучшением теплоотвода при \uparrow глубины t за счёт \uparrow площади контакта по передней и задней поверхностям .

2. подача

с подачи так же площадь номинального сечения, \uparrow силы резания P , количество выполняемой работы , тепловыделений $\Rightarrow t^\circ$ рез $\uparrow \quad \theta_p = Cs * S^y \quad y = 0.4 \div 0.5$

с \uparrow подачи t° рез отстаёт, но в меньшей степени чем от t

Теплоотвод с \uparrow подачи отстаёт от количества выделяющегося тепла \Rightarrow с \uparrow подачи t° в большей степени чем с $\uparrow t$.

С увеличением θ рез, площади контактов стружки по передней и по задней поверхностям – const.

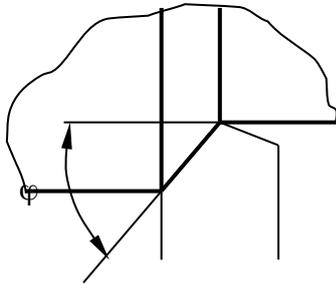
$$A=N/t, \quad N_p = Pz*v, \quad \theta_p = f(v).$$

С увеличением ϑ в 2 раза кол-во тепловыделений увеличивается < чем в 2 раза за счёт уменьшения коэффициента трения и силы резания.

С увеличением $\vartheta_{рез}$ кол-во тепла уносимого со стружкой увеличивается т.к. тепло не успевает уходить в заготовку и в инструмент $\Rightarrow t^{\circ}_{рез}$ так же отстаёт от кол-ва выделяющегося тепла, но в меньшей степени чем с увеличением подачи и глубины. $\theta_p = C*v^z*s^y*t^x \quad z>y>x$

Т.е. наибольшее влияние на $t^{\circ}_{рез}$ оказывает ϑ , а наименьшее $t^{\circ}_{рез} \Rightarrow$ выбор и назначения элементов резания начинают с t, s .

Влияние геометрии



С увеличением угла γ уменьшаются силы резания \Rightarrow уменьшаются тепловыделения $t^{\circ}_{рез}$ будет при этом уменьшаются какого то значения < $\gamma_{опт}$ с дальнейшим увеличением γ , t° может увеличиваться т.к. резец меньше.

Аналогично влияние угла $\varphi \downarrow \Rightarrow Q \downarrow$

$t^{\circ}_{рез}$ так же как γ уменьшится при $\varphi_{опт}$. С дальнейшим $\uparrow \varphi$ теплоотвод ухудшается, t° растёт. Уравнение теплового баланса :

$$\begin{cases} Q = Q_{п} + Q_{з} + Q_{д} + Q_{дисп} \\ Q = Q_{с} + Q_{и} + Q_{з} + Q_{окр} \end{cases}$$

$$Q_{с} + Q_{и} + Q_{з} + Q_{окр} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} Q = Q_{пс} + Q_{дс} \\ Q = Q_{пи} + Q_{зи} \\ Q = Q_{дз} + Q_{зз} \end{cases}$$

В зависимости от условий резания соотношения $Q_{с}$, $Q_{и}$, $Q_{з}$, $Q_{окр}$ меняются.

Тепло $Q_{п}$, $Q_{з}$, $Q_{д}$ зависит от свойств обрабатываемого материала, степени износа инструмента элементов режима резания и наличия СОЖ.

17. Сила резания, её составляющие и их зависимость от условий резания. Мощность резания. Влияние сил резания на качество обработки.

Равнодействующая (действующая) сил, действующих на режущий клин – сила резания.

Силы действующие на задней поверхности не зависят от подачи и толщины срезаемого слоя.

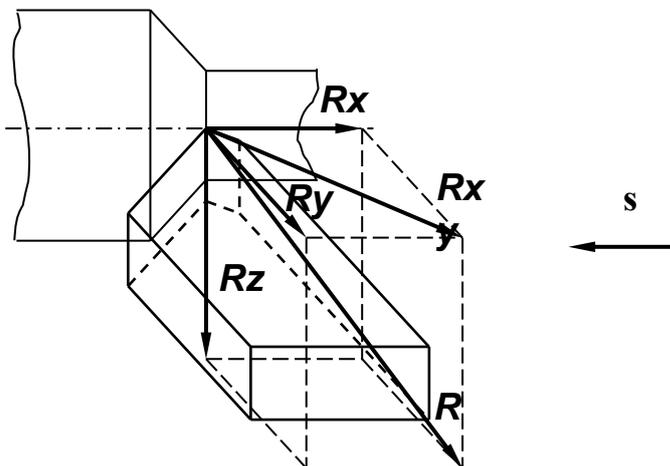
С увеличением глубины резания t силы на задней поверхности увеличиваются прямо пропорционально. С увеличением прочности и твёрдости эти силы так же увеличиваются. При обработке закалённых сталей, отбеленных чугунов силы N_z очень велики $\Rightarrow F_{tz} > F_{tp}$ и износ режущего клина происходит в основном на задней поверхности. При обработке пластичных мягких материалов R_z – невелика \Rightarrow определяется R_p , а из режимов резания s, t , т.е. поперечным сечением срезаемого слоя.

Разделить и определить точное значение сил действующих на передней и задней поверхности можно определить экспериментально: метод экстрополяции сил на толщину срезаемого слоя.

Для отдельных видов обработки сила R раскладывается на удобные составляющие

$$\text{Точение } R = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

P_x - осевая составляющая направлена вдоль оси вращения заготовки – усилие подачи, пружина для расчёта на прочность режущего инструмента, на изгиб резца: расчёта на прочность элементов механизма подачи.



$$R = P_x + P_y + P_z$$

$$P_x + P_y = P_{xy}$$

18. Виды износа режущего клина и его влияние признаки. Критерий износа. Влияние износа на качество обработки.

Потеря режущей способности инструментов вызывается: изнашиванием или истиранием контактных поверхностей на рабочих площадках инструмента; выкрашиванием мельчайших частиц на режущем лезвии, которое характерно для инструментов из более хрупких материалов. Основной причиной затупления инструментов при нормальных условиях работы является износ в результате истирания их рабочих поверхностей. Такой износ характерен для всех применяемых инструментов в обрабатывающей промышленности. В зависимости от режимов резания, свойств обрабатываемого материала, условий охлаждения и других факторов преобладающее истирание контактных площадок может быть: по задней поверхности; передней поверхности; одновременно по задней и передней поверхностям.

Преобладающий износ по задней поверхности обычно наблюдается при обработке сталей с малой толщиной среза и низкими скоростями резания, а также при обработке чугуна. Объясняется это следующим: 1) при малых толщинах среза радиус округления режущего лезвия соизмерим с толщиной среза; 2) при тонкой стружке возрастает относительное значение упругой деформации поверхностного слоя; 3) путь трения по задней поверхности больше, чем по передней (из-за наличия усадки стружки).

Преимущественное затупление по задней поверхности наблюдается при работе протяжками, метчиками, зуборезными долбяками, фасонными резцами. Как известно, перечисленные инструменты работают на низких скоростях резания и при малых толщинах среза.

Преимущественный износ по передней поверхности наблюдается в случае большого удельного давления на контактной площадке, когда возникает высокая температура. Эти условия бывают при обработке стали без охлаждения с высокими скоростями резания и большими толщинами среза. При

обработке сталей без охлаждения быстрорежущие резцы изнашиваются в основном по передней поверхности, а при работе с охлаждением износ происходит как по передней, так и по задней поверхностям.

На практике чаще всего наблюдается одновременный износ инструмента по задней и передней поверхностям. Он является наиболее общим видом износа. Кроме этого, происходит округление режущего лезвия инструмента. Таким образом, в зависимости от скорости резания, толщины среза и других факторов изменяется характер износа режущих инструментов.

Признак, по которому инструмент считается затупленным (предельная величина его износа), называется *критерием затупления* или *критерием износа*. При точении стали сильно затупленным инструментом, вследствие значительного возрастания сил резания на обработанной поверхности появляется блестящая полоска, а при обработке чугуна — полоска желтого цвета или пучок искр. Указанные критерии затупления режущих инструментов соответствуют началу периода катастрофического износа и не могут быть рекомендованы для производства. О чрезмерном увеличении износа инструментов можно также судить по быстрому росту сил резания. Такой критерий затупления называется *силовым*. Он может применяться в лабораторных условиях, так как для регистрации роста сил резания требуются специальные приборы, размещение которых в цеховых условиях нецелесообразно в связи с усложнением обслуживания станков и др.

19. Зависимость периода стойкости инструмента от условий резанья. Порядок назначения и расчета элементов режима резания.

Продолжительность непрерывной работы инструмента до его затупления (в минутах), т. е. время его работы между двумя смежными переточками, называется *стойкостью инструмента T*. Иногда для выражения технологических возможностей стойкость инструмента дается в метрах пути резания (линейная

стойкость) T_L и в количестве деталей, обработанных между двумя переточками.

Стойкость инструмента и процесс изнашивания связаны между собой. Чем больше интенсивность изнашивания, тем меньше стойкость. Последняя служит количественным выражением интенсивности изнашивания инструмента. Его стойкость сильно изменяется в зависимости от условий резания, т. е. режимов резания, геометрических параметров режущей части инструмента, применяемой СОЖ и т. д. Одним из основных факторов, определяющих стойкость инструментов, является скорость резания. Уровень скорости резания влияет на стойкость инструмента постольку, поскольку в зависимости от скорости изменяется температура в зоне резания.

Можно подобрать бесконечное количество сочетаний глубины резания, подачи и скорости, при которых инструмент будет иметь одну и ту же стойкость. Наивыгоднейший режим резания — режим, обеспечивающий наименьшую себестоимость обработки при условии удовлетворения всех требований к качеству продукции и заданной производительности станка.

На производительность обработки деталей наряду с другими факторами большое влияние оказывает машинное время, которое определяется по формуле

$$t_M = \frac{L_H \pi d \Delta}{1000 v_{st}} \quad \Delta \text{ — припуск; } i \text{ — число проходов; } L_H \text{ — нормировочная длина обработки.}$$

Машинное время уменьшается при увеличении размеров сечения среза; уменьшается сильнее при увеличении глубины резания, а не подачи. Значит, при определенной площади сечения среза машинное время тем меньше, чем больше глубина резания.

Для достижения минимального машинного времени при сохранении постоянной стойкости режущего инструмента необходимо соблюдать следующую последовательность при назначении режимов резания: 1) выбирать режущий инструмент с необходимыми характеристиками; 2) устанавливать глубину резания; 3) определять подачу; 4)

определять скорость резания, которая при заданных значениях t и s обеспечит требуемый период стойкости инструмента.

20. Методы повышения эффективности режущих инструментов.

Технический прогресс и рост производительности труда в современном машиностроении требуют непрерывного совершенствования как самих процессов обработки резанием, так и повышения технического уровня инструмента за счет:

1. изыскания и применения новых, более производительных и стабильных по своим свойствам марок инструментальных сталей и твердых сплавов;
2. создания и освоения новых высокопроизводительных конструкций резцов, обеспечивающих эффективную эксплуатацию высокопроизводительного оборудования, например станков с числовым программным управлением (ЧПУ), автоматических линий и т. д.;
3. разработки новых стандартов на инструмент, и в частности на резцы, соответствующих уровню лучших зарубежных фирм или превосходящих его;
4. повышения точности изготовления формы режущей части и геометрических параметров резцов, особенно фасонных;
5. применения комбинированных резцов;
6. более широкого применения резцов, оснащенных неперетачиваемыми многогранными и круглыми пластинками из твердого сплава;
7. применения резцов, оснащенных эльбором, эксплуатация которых особенно эффективна при обработке деталей из закаленных сталей, чугунов, труднообрабатываемых сталей и сплавов. Применение резцов из эльбора повышает производительность труда в 2—4 раза.

21. Проверка и испытание станков на геометрическую и кинематическую точность, жёсткость и виброустойчивость.

Каждый станок после изготовления или ремонта перед эксплуатацией должен удовлетворять определённым техническим условиям. Испытание станков необходимо для проверки статической и динамической точности, проверки на мощность, жесткость и виброустойчивость.

Проверка станков на точность заключается в проверке на геометрическую точность, шероховатость поверхности и точность обработки. Проверка на геометрическую точность имеет целью проверить прямолинейность направляющих, плоскостность столов; положение и точность вращения шпинделей; горизонтальность и вертикальность стоек, направляющих плит и колонн; параллельность и перпендикулярность осей между собой или соответствующими направляющими; погрешности ходовых винтов, делительных устройств и т.д. Для типовых моделей станков с установившейся компоновкой геометрическая точность нормируется соответствующими ГОСТами. При проверке станков с оригинальной компоновкой и специальных станков необходимо установить положение координатных плоскостей станка. Если станок имеет вращающийся рабочий орган, то две координатные плоскости, расположенные взаимно перпендикулярно, обычно проходят через ось вращающегося рабочего органа, а третья – перпендикулярно к этой оси. Если станок не имеет вращающегося рабочего органа, то одна из координатных плоскостей располагается параллельно плоскости перемещения одного из рабочих органов, совершающего прямолинейное движение, вторая перпендикулярно к ней и параллельно направлению перемещения рабочего органа, а третья – перпендикулярно к двум первым. После выбора координатных плоскостей анализируется влияние погрешностей расположения направляющих, опорных поверхностей и посадочных мест для

установки обрабатываемых деталей, приспособлений и режущего инструмента на погрешность обработки и устанавливаются нормы на эти погрешности. При установлении допускаемой величины погрешностей следует руководствоваться ГОСТами для универсальных станков. Также должны быть разработаны методы проверки величины погрешностей, возникающих в процессе изготовления и сборки станка. Виды возникающих в процессе обработки погрешностей определяются, с одной стороны, характером выполнения операции, с другой – характером отклонений взаимного расположения и формы направляющих рабочих органов. Проверку следует проводить после предварительной обкатки станка вхолостую или после испытаний в работе, причем главные элементы станка должны достигнуть рабочих установившихся температур.

При проверке геометрической точности вращающихся рабочих органов контролируется биение оси и правильность расположения опорных поверхностей и посадочных мест. При кинематическом профилировании источников погрешностей, возникающих в процессе обработки, могут явиться погрешности передаточных отношений кинематической цепи, осуществляющих функционально связанные перемещения соответствующих рабочих органов. Кинематической погрешностью понимается наибольшая погрешность угла поворота зубчатого колеса в пределах одного оборота при однопрофильном зацеплении с точным колесом. Погрешности передаточных чисел могут быть переменными и постоянными. Постоянные погрешности возникают вследствие невозможности точного подбора чисел зубьев зубчатых колёс, входящих в кинематическую цепь. Переменные погрешности передаточного отношения могут возникнуть в связи с погрешностями изготовления элементов кинематической цепи. Кинематические цепи, осуществляющие функциональные перемещения органов станка, в большинстве случаев состоят из зубчатых колёс. Последним звеном цепи обычно является либо винт с гайкой либо червячная передача. При работе

станка под нагрузкой возникают дополнительные кинематические погрешности обусловленные деформациями звеньев цепи колебательными процессами, зазорами в кинематической цепи.

22. Эксплуатация и ремонт станков. Система ППР. Установка станков на фундамент и виброопоры.

Задачей правильной эксплуатации является получение от станка наибольшей производительности при условии обеспечения его долговечности и точности обработки. Наибольшую производительность от станка можно получить только в результате правильного выбора и высокого качества режущего инструмента, назначение необходимых режимов резания, правильной настройки и наладки оборудования. Требования правильной эксплуатации станков включают точное и правильное осуществление упаковки, транспортирования, и установки в цехах, эксплуатации, ремонта и модернизации станков. Производственная эксплуатация станков включает мероприятия по очистке и смазке станков, выбору СОЖ.. Паспорт станка позволяет правильно использовать станок по всем его показателям и назначению, а также содержит сведения о ремонте станка. Своевременный и качественный ремонт оборудования является важным условием ритмичности работы предприятия. На каждом предприятии разработана система ППР – планово предупредительного ремонта, в которой задействованы цеховые и общезаводские ремонтные службы. Система ППР включает мероприятия по плановому обслуживанию оборудования, текущего и капитального ремонта станков, а также модернизации устаревших станков, что значительно увеличивает срок их использования до окончательного морального износа. При эксплуатации станков большое значение имеют мероприятия по технике безопасности. Однако главным в успешном использовании станочного оборудования является высокая общая и техническая

грамотность работников завода, занимающихся эксплуатацией станков.

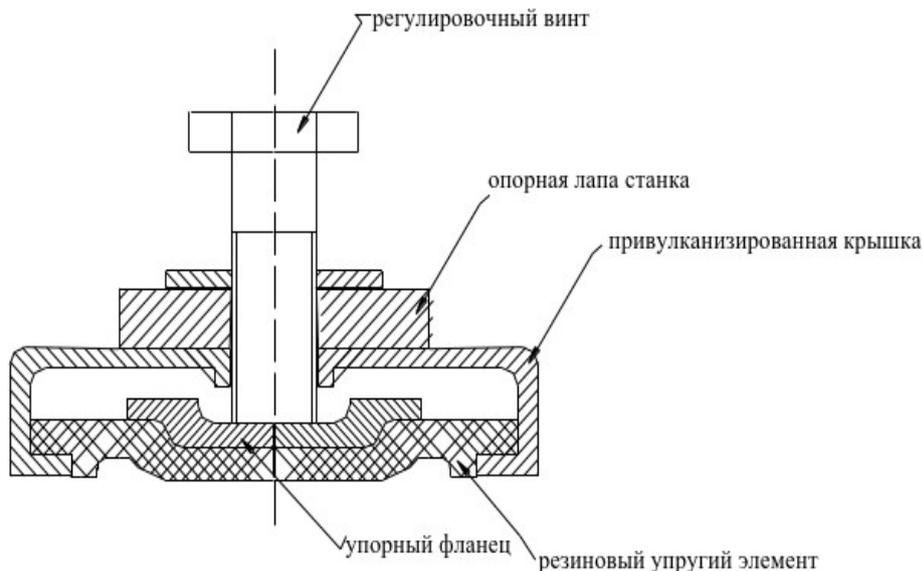
Установка станков на фундамент и виброопоры.

Установка станка на фундамент влияет на основные показатели его работоспособности – точность обработки, сохранение точности во времени и производительность. Для установки станков и другого технологического оборудования на фундаментные плиты существуют специальные фундаментные болты, типоразмеры которых оговорены ГОСТом. Виды установок станков можно разделить на 2 группы – жёсткую и упругую. К жёсткой группе относятся те виды установки на жёстких (металлических) опорах с креплением (или без крепления), когда фундаментом служит бетонный блок, опирающийся на естественное основание или перекрытие. К упругой группе относятся все виды установки станка на упругих опорах и те виды установки на жёстких опорах, при которых фундаментом служит бетонный блок, опирающийся на групповые опорные элементы – резиновые коврики, пружины и т.д.

Под виброизоляцией понимают изоляцию источников возмущений от соседних элементов. Защита основания от действия вибрационных нагрузок, возникающих при работе станка, называется активной виброизоляцией. Защита станка от внешних возмущений – пассивная виброизоляция. Пассивная виброизоляция характерна для точных станков и измерительных устройств, где относительные колебания не должны превышать допустимых значений при заданных колебаниях основания. Установка станков на виброопоры широко распространена из-за возможности быстрой перенастройки технологического потока, стабильности виброизоляции и уменьшения шума. Кол-во рассеянной энергии оценивают логарифмическим декрементом или относительно рассеянной энергии.

$\lambda = \ln \frac{y_1}{y_2}$; или $\psi = \frac{\Delta A}{A}$; где A - **относительная энергия соответствующая рабочему циклу.** ΔA - **рассеивание колебаний.**

Виброопоры позволяют ослабить передачу вибраций от станка на фундамент и обратно в случае если частота вибраций меньше в 1,5-2 раза возмущающих сил., а также позволяют регулировать положение станка. Пружинные виброопоры применяются для особоточных станков.



23. Конструктивные особенности и эксплуатация станков с ЧПУ.

ЧПУ- это управление обработкой на станке или перемещением рабочих органов по программе, заданной в алфавитно-цифровом коде, а совокупность специализированных устройств, методов и средств, необходимых для осуществления целевого программного управления станком называется системой числового программного управления станком.

Основная особенность цифрового программного управления состоит в том, что информация о величине рабочих ходов сообщается системе в виде чисел, характеризующих величину

этих перемещений. Большим преимуществом станков с ЧПУ и участков на их основе является высокая производительность при обеспечении мобильности производства. Возможность использования оборудования при частой смене производства особенно заметно при обработке сложных деталей. Станки с ЧПУ в отличие от станков – автоматов обладают высокой гибкостью, так как переналадка их заключается лишь в смене программносителя. Основное отличие и преимущество станков с числовым программным управлением заключается в простоте переналадки, что дает возможность создать экономически выгодные системы автоматизации для мелкосерийного и единичного производства. Применение станков с числовым программным управлением (ЧПУ) – одно из наиболее прогрессивных направлений автоматизации металлообработки на промышленных предприятиях, повышают производительность обработки в 3-6 раз и более. Сущность задания программы работы исполнительных органов станка с ЧПУ заключается в предоставлении ее в виде чисел и записи этих чисел специальным кодом на подвижном программносителе большой емкости, информация с которого последовательно считывается при его движении и используется для управления движениями рабочих органов станков. Программноситель обычно готовят вне станка. Дальнейшее развитие станков с ЧПУ привело к созданию многооперационных станков (обрабатывающих центров). Многооперационные станки ЧПУ типа "обрабатывающий центр" обеспечивают выполнение большого числа операций (точение, сверление, фрезерование, резьбонарезание и т.д.) без перебазирования детали и с автоматической сменой инструмента. Режущий инструмент помещается в револьверных головках или специальных инструментальных магазинах большой ёмкости (до 138 инструментов), что даёт возможность в соответствии с принятой программой автоматически устанавливать в шпинделе станка любой инструмент, требуемый для обработки детали. Смена инструмента производится в течении 3-5 с. Все инструменты

устанавливаются непосредственно или с помощью переходных втулок в одинаковые конусные оправки и нас настраиваются на размер вне станка. Оправки нумерованы, что облегчает расстановку инструментов по гнёздам магазина в соответствии с программой обработки.

Металлорежущие станки с ЧПУ с инструментальными магазинами для многооперационной обработки деталей отличаются высокими техническими параметрами. Устройства ЧПУ, применяемые в станках, обеспечивают точные координатные перемещения стола, шпиндельных головок (если их несколько), скорости этих перемещений, скорости вращения шпинделя, смену инструмента, цикл обработки. Производительность станка по сравнению с производительностью модели без ЧПУ выше в 3-4 раза.

24. Разновидности систем управления станочным оборудованием.

Система управления станочным оборудованием включает управление работой отдельных агрегатов, обеспечение функционирования АЛ по заданной программе, а также управление автоматизированными комплексами, состоящими из нескольких АЛ в виде участков или цехов. На выбор системы управления влияет применяемый тех. процесс, производственные условия и требования экономики. Система управления АЛ должна обеспечивать кроме управления работой отдельных станков осуществление заданного рабочего цикла линий, взаимную блокировку работающих механизмов и агрегатов, последовательность их работы. Система управления включает систему контроля качества продукции. По способу управления последовательностью работы механизмов и агрегатов различают: а) **централизованные** применяется в небольших АЛ с небольшим циклом; (+ возможность точного соблюдения порядка выполнения тех. операций во времени; + постоянство рабочего цикла; + упрощённая система управления работой отдельных агрегатов и механизмов и простота системы в целом; - возможность

совершения последующих операций без учёта предыдущих); б) **децентрализованные** используются путевые переключатели и упоры, команды передаются последовательно по мере обработки каждого элемента цикла до тех пор, пока предшествующая операция не закончится последующая не начнётся – это основное достоинство этой системы; в) **смешанные системы управления циклов АЛ** циклом линии управляет командоаппарат, однако при этом осуществляется контроль выполнения промежуточных операций;

25. Универсальность, гибкость и точность станочного оборудования.

Гибкость станочного оборудования — способность к быстрому переналаживанию при изготовлении других, новых деталей. Чем чаще происходит смена обрабатываемых деталей и чем большее число разных деталей требует обработки, тем большей гибкостью должен обладать станок или соответствующий набор станочного оборудования. Гибкость характеризуют двумя показателями - универсальностью и переналаживаемостью.

Универсальность определяется числом разных деталей, подлежащих обработке на данном станке, т. е. номенклатурой И обрабатываемых деталей. При этом следует иметь в виду, что отношение годового выпуска N к номенклатуре И определяет серийность изготовления. $s=N/I$

Точность станка в основном предопределяет точность обработанных на нем изделий. По характеру и источникам возникновения все ошибки станка, влияющие на погрешности обработанной детали, условно разделяют на несколько групп.

Геометрическая точность зависит от ошибок соединений и влияет на точность взаимного расположения узлов станка при отсутствии внешних воздействий. Геометрическая точность зависит главным образом от точности изготовления соединений базовых деталей и от качества сборки станка. На

погрешности в расположении основных узлов станка существуют нормы; соответствие этим нормам проверяют для нового станка и периодически при его эксплуатации. Нормы на допустимые для данного станка геометрические погрешности зависят от требуемой точности изготовления на нем деталей.

Кинематическая точность необходима для станков, в которых сложные движения требуют согласования скоростей нескольких простых. Нарушение согласованных движений нарушает правильность заданной траектории движения инструмента относительно заготовки и искажает тем самым форму обрабатываемой поверхности. Особое значение кинематическая точность имеет для зубообрабатывающих, резьбонарезных и других станков для сложной контурной обработки.

Жесткость станков характеризует их свойство противостоять появлению упругих перемещений под действием постоянных или медленно изменяющихся во времени силовых воздействий. Жесткость — отношение силы к соответствующей упругой деформации в том же направлении $j=F/\delta$

Жесткость станка, его несущей системы должна обеспечить упругое перемещение между инструментом и заготовкой в заданных пределах, зависящих от требуемой точности обработки. Жесткость большинства соединений, таких, как неподвижные стыки, направляющие, подшипники качения и скольжения, не является постоянной величиной вследствие отсутствия прямой пропорциональности между силой и упругим перемещением.

26. Техничко-экономические показатели станков, эффективность, производительность и надежность станков.

Для общей оценки качеств станка, как производственной машины, предназначенной для выполнения заданных операций, пользуются системой технико-экономических показателей. К числу таких важнейших показателей,

определяющих совершенство конструкции станка по сравнению с другими станками аналогичного назначения, относятся: производительность станка, точность обработки, степень автоматизации, технологичность, металлоемкость, занимаемая площадь и стоимость станка, а для станков, выполняющих чистовые и отделочные операции, — также степень чистоты поверхности детали, обработанной на данном станке.

Производительность станка характеризует возможность обработки на нем в единицу времени определенного количества деталей, отвечающих заданным техническим условиям.

Абсолютная производительность определяется полезно-расходуемой в станке мощностью, приходящейся на одного обслуживающего станок рабочего, и может быть представлена в виде выражения:

$$N_T = N_p + N_v$$

где N_p , N_v — мощности, затрачиваемые соответственно на резание и на вспомогательные операции, в кВт;

Современные станки характеризуются большой абсолютной производительностью (до 100 кет и более). Расчет абсолютной производительности, требующий предварительного определения всех полезных усилий, действующих в станке, весьма сложен, поэтому для сравнительной оценки производительности станков часто используют другие приближенные показатели.

Производительность резания характеризуется количеством металла, выраженным в весовых или объемных единицах, срезаемого с обрабатываемой на станке заготовки в единицу времени. Этот показатель производительности может быть использован для приближенной сравнительной оценки станков общего назначения, предназначенных для выполнения грубых

обдирочных операций при большой величине отношения $\frac{T_p}{T_u}$

Производительность формообразования определяется площадью поверхности, обрабатываемой на станке в единицу

времени. Этот показатель удобен для сравнительной оценки производительности станков общего назначения, предназначенных для выполнения отделочных работ.

Штучная производительность, измеряемая количеством деталей, обрабатываемых на станке в единицу времени, является наиболее удобным показателем для оценки производительности станков специальных и специализированных узкого назначения. Количество деталей, обработанных на станке в единицу времени, подсчитывается по формуле

$$Q = \frac{1}{T_u} = \frac{1}{T_p + T_e} \text{ шт / мин}$$

27. Назначение, особенность применения и устройство промышленных роботов.

Промышленные роботы.

Промышленными роботами называются автоматические быстропереналаживаемые универсальные манипуляторы с программным управлением, способных с помощью мех.рук захват, ориентацию и транспортировку обрабатываемых деталей либо осуществлять различные операции деятельности человека.

Применяются для выполнения основных технологических операций: покраска, резка, точечная сварка, и вспомогательные операции: обслуживание оборудования, погрузочно-разгрузочные операции, прессовые и кузнечные операции. Роботы позволяют освободить человека от выполнения утомляющего труда и особенно во вредных для здоровья условиях. Позволяют интенсифицировать использование оборудования, уменьшить дефицит вспомогательного персонала.

Промышленный робот состоит из: 1). Манипулятор. 2). Система программного управления. 3). Информационная система.

Манипулятор – выполняет двигательные функции, аналогично руке человека при перемещении тела в пространстве.

(Механическая рука)

Система программного управления – совокупность средств предназначенных для формирования и выдачи управляющих воздействий в соответствии с управляющей программой.

Информационная система – совокупность тех.средств предназначенных для обработки и передачи информации о состоянии робота и окр.среды.

Основные характеристики промышленных роботов:

1.Число степеней подвижности – число степеней свободы звеньев кинематической цепи относительно звена принятого за неподвижное.

2.Кол-во мех.рук. (кол-во 1 или 2, реже 3 и более)

3.Погрешность позиционирования.(определяется точностью хода рабочих органов при многократном перемещении груза определённой массы. На точность позиционирования влияет грузоподъёмность, конструкция и кинематика рабочего органа).

4.Грузоподъёмность.

Роботы делятся на группы по различным критериям:

По степени универсальности: 1-Предназначенные для работ определённого класса (Число степеней свободы ≤ 5) 2- Специальные (для выполнения работ с определёнными деталями по строго фиксированной программе;

По назначению: производственные и транспортные.

По грузоподъёмности: 1 - лёгкие (до 5кг); 2 - средние (5-40 кг);

3 - большой грузоподъёмности (более 40 кг);

По приводам: а). Гидравлический; б). Пневматический; в). Электромеханический; г). Комбинированный;

По степени связи со станком: а). Стационарные; б). Передвижные; в). Встроенные в тех.оборудование;

По системе координат: а). Декартова С.К. б). Цилиндрическая С.К. в). Сферическая С.К.

В зависимости от конструкции манипулятора: а) Шарнирно-рычажные; б) Телескопические; в) Комбинированные;

28. Основные узлы и механизмы универсальных металлорежущих станков (на примере токарных, фрезерных).

Основными техническими характеристиками токарного станка являются наибольшие диаметры заготовки и ее длина.

Универсальные токарные станки по назначению подразделяются на токарные, не имеющие ходового винта для нарезания резьбы резцами, токарно-винторезные, токарно-револьверные, токарно-карусельные, токарно-лобовые, токарно-затыловочные резьботокарные.

В токарных станках главным движением является вращение шпинделя с закрепленной в нем заготовкой, а движением подачи - перемещение суппорта с резцом в продольном и поперечном направлениях. Все остальные движения вспомогательные.

Токарно-винторезный станок модели 16К20

Станок относится к типу универсальных, поэтому на нем можно выполнять различные токарные работы.

По сравнению с ранее выпускаемыми моделями в данном станке применена унифицированная коробка подач, повышена безопасность работы. Станок является базовым для выпуска мод. 16К20Ф3 с ЧПУ.

Основными узлами станка являются передняя бабка с коробкой скоростей и шпинделем, суппорт с резцедержателем, задняя бабка, фартук, коробка подач и станина.

Вертикально-фрезерный станок имеет следующие основные узлы: фундаментную плиту; консоль, в которой располагается коробка и механизм подач; стол, который может перемещаться в поперечном и продольном направлениях, а вместе с консолью получать движение вертикальной подачи; шпиндель с фрезой, совершающей главное движение, шпиндельную бабку, которая может поворачиваться вокруг горизонтальной оси на некоторый угол при переналадке; станину. Применяются эти станки в основном для обработки плоскостей торцевыми фрезами.

Широкоуниверсальные консольно-фрезерные станки в отличие от универсальных имеют дополнительный шпиндель, поворачивающийся вокруг вертикальной и горизонтальной осей. Имеются также конструкции широкоуниверсальных станков с двумя шпинделями (горизонтальным и вертикальным) и столом, поворачивающимся вокруг горизонтальной оси. У этих станков шпиндель может быть установлен под любым углом к обрабатываемой заготовке. Используются эти станки главным образом в инструментальных и экспериментальных цехах.

29. Основные технические характеристики промышленных роботов.

Для выполнения производственных функций промышленный робот должен иметь: исполнительное устройство (манипулятор с приводами и рабочим органом - схватом); устройство управления, обеспечивающее автоматическую работу манипулятора по программе, которая хранится в оперативной памяти, а также развитые связи с устройствами программного управления; измерительно-преобразовательные устройства, контролирующие действительные положения исполнительного устройства, силу зажима схвата и другие параметры, которые оказывают влияние на работу манипулятора; энергетическое устройство (гидростанцию, силовые преобразователи энергии), обеспечивающее автономность работы манипулятора.

Технологические возможности и конструкцию промышленных роботов определяют несколько основных параметров, обычно включаемых в их техническую характеристику: грузоподъемность, число степеней подвижности, рабочая зона, мобильность, быстродействие, погрешность позиционирования, типы управления и привода.

Грузоподъемность промышленного робота определяется наибольшей массой изделия (например, детали, инструмента или приспособления), которым он может манипулировать в пределах рабочей зоны. В основном в типоразмерный ряд

промышленных роботов, предназначенных для машиностроительного производства, входят модели грузоподъемностью от 5 до 500 кг.

Число степеней подвижности промышленного робота определяется общим числом поступательных и вращательных движений манипулятора, без учета движений зажима-разжима его схвата. Большинство промышленных роботов в машиностроении имеет до пяти степеней подвижности.

Рабочая зона определяет пространство, в котором может перемещаться схват манипулятора. Обычно оно характеризуется наибольшими перемещениями захватного устройства вдоль и вокруг каждой оси координат.

Мобильность промышленного робота определяется его способностью совершать разные по характеру движения: перестановочные (транспортные) перемещения между рабочими позициями, находящимися на расстоянии, большем, чем размеры рабочей зоны манипулятора; установочные перемещения в пределах рабочей зоны, определяемой конструкцией и размерами манипулятора; ориентирующие перемещения схвата, определяемые конструкцией и размерами кисти — конечного звена манипулятора. Промышленные роботы могут быть стационарными, не имеющими перестановочных перемещений, и передвижными, обеспечивающими все названные виды движений.

Быстродействие определяется наибольшими линейными и угловыми скоростями перемещений конечного звена манипулятора. Большинство промышленных роботов, применяемых в машиностроении, имеет линейные скорости манипулятора от 0,5 до 1,2 м/с, а угловые — от 90° до 180° .

Погрешность позиционирования манипулятора характеризуется средним значением отклонений центра схвата от заданного положения и зоной рассеяния данных отклонений при многократном повторении цикла установочных перемещений. Наибольшее число промышленных роботов, применяемых в машиностроении, имеет погрешность

позиционирования от $\pm 0,05$ до $\pm 1,0$ мм. Устройства программного управления промышленных роботов могут быть цикловыми, числовыми позиционными, контурными или контурно-позиционными. Приводы исполнительных органов промышленных роботов могут быть электрическими, гидравлическими, пневматическими или комбинированными, например, электрогидравлическими, пневмогидравлическими.

ТМС

30. Типы производства и их влияние на техпроцесс.

Основной принцип построения тех. процессов – совмещение технических, экономических, организационных задач решаемых в конкретных производственных условиях. Типы производства: единичное, серийное, массовое. Единичное производство – производство, характеризуемое широкой номенклатурой изготавливаемых или ремонтируемых изделий и малыми объемами выпуска. Технологическая особенность единичного производства: **1.** на рабочих местах выполняются разнообразные технологические операции, повторяющиеся не регулярно или неповторяющиеся совсем **2.** используется универсальное точное оборудование, расставленное в цехах по технологическим группам **3.** исходные заготовки простейшие с малой точность и большими припусками **4.** требуемая точность достигается методом пробных ходов и промеров с использованием разметки **5.** технологическая оснастка, режущий и измерительный инструмент имеют универсальный характер, специальный инструмент применяют в том случае если без него невозможно выполнить операцию **6.** квалификация рабочих очень высокая, так как от нее зависит качество продукции **7.** тех. процесс имеет уплотненный характер, на одном рабочем месте производится полная обработка деталей разных наименований и конструкций из различных материалов, технологическая документация сокращена и упрощена **8.** из-за частых переналадок станка технологическое время в общей структуре времени не велико,

технические нормы времени отсутствует, применяют опытно статистическое нормирование труда. Перечисленные особенности обуславливают высокую себестоимость выпускаемой продукции. Серийное производство – производство, характеризуемое ограниченной номенклатурой изделий изготавливаемых или ремонтируемых периодически повторяющимися партиями и большими объемами выпуска. Технологическая особенность серийного производства: 1. тех. процесс дифференцирован, т.е. разделен на отдельные операции, закрепленные за отдельными станками 2. оборудование используют универсальное, специализированное, частично специальное, широко используют станки с ЧПУ, гибкие автоматизированные системы станков с ЧПУ связанные транспортными устройствами; технологическое оборудование ставят по технологическим группам с учетом грузопотока цеха 3. технологическая оснастка – универсальная, часто выпускают высоко технологическую специальную оснастку, широко применяется универсально – сборная оснастка, которая позволяет повысить производительность труда 4. исходные заготовки разнообразные, как высоко точные, так и неточные, целесообразность применения основана на технико – экономическом обосновании. 5. требуемая точность достигается методами автоматического получения размеров, методами пробных ходов и промеров с частичным применением разметки 6. средняя квалификация рабочих ниже чем в единичном производстве, но выше чем в массовом 7. технологическая документация и техническое нормирование разрабатывается для наиболее сложных деталей, для простых применяют опытно – статистическое нормирование. Серийное производство делится: мелко, средне и крупно серийное, определяется коэффициентом закрепления операций КЗО – отношение числа всех технологических операций выполняемых в течение месяца к числу рабочих мест. Мелко серийное (КЗО = 20 – 40); средне серийное (КЗО = 10 – 20); крупно серийное (КЗО = 1 – 10). Массовое производство –

производство, характеризуемое узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых в течение продолжительного времени ($KZO = 1$, т.е. на каждом рабочем месте выполняется одна постоянная операция). Технологическая особенность массового производства: 1. применяют специальное высоко производительное оборудование, расставленное по поточному принципу и связанное транспортными устройствами с постами промежуточного контроля 2. технологическая оснастка специальная высоко производительная 3. используют высоко точные заготовки с минимальными припусками 4. точность достигается методами автоматического получения размеров на настроенных станках при обеспечении взаимозаменяемости 5. средняя квалификация рабочих ниже, чем в единичном и серийном производстве, так как все работают на настроенных станках, но есть наладчики и электронщики высокой квалификации 6. технологическая документация разрабатывается детально, технические нормы времени рассчитывают и экспериментально проверяют 7. тех. процесс строится по принципу дифференциации и концентрации операций; при дифференциации применяют специальные и узко специализированные станки, при концентрации – агрегатные, много позиционные и много резцовые станки, автоматы которые могут быть связаны в автоматические линии 8. себестоимость продукции ниже, так как оборотные средства выше, расходы на транспортирование деталей меньше, выпуск продукции больше.

31. Формы организации производства, понятие о производственном процессе.

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

Формы организации производства: 1. по видам оборудования – свойственна единичному производству, для отдельных деталей может применяться в серийном производстве; создаются участки станков для одного вида обработки 2. предметная – свойственна серийному производству, для отдельных деталей может применяться в массовом производстве; станки располагают в последовательности выполнения технологических операций, для деталей требующих одинакового порядка обработки, в этой же последовательности происходит перемещение деталей; детали обрабатывают партиями, время выполнения операций на отдельных станках может быть не согласованным; обработанные детали хранят у станков и транспортируют партиями, на местах хранения проводят контрольные операции. 3. поточно – серийная (переменно – поточная) – свойственна серийному производству, станки располагают в последовательности выполнения технологических операций для всех деталей обрабатываемых на данной линии; время обработки на станках согласовано, детали перемещают партиями согласно последовательности выполнения технологических операций; переналадка станков осуществляется предварительной технологической подготовкой 4. групповая – экономико – организационной основой является целевая по детальная специализация участков и цехов, технологической основой является унифицированная групповая или типовая форма организации тех. процесса; применяют в единичном, массовом, мелко, средне и крупно серийном производстве. Виды групповой организации производства: при по детальная специализации с использованием единичной и типовой технологии выделяют три первичные разновидности: 1. по детально специализированные цеха 2. по детально специализированные участки 3. многономенклатурные групповые поточные линии с переналадкой станков; при по детальная специализации сочетающейся с применением групповой формы организации тех. процесса выделяют три разновидности: 1. по детально групповые цеха 2. по

детально групповые участки 3. многономенклатурные групповые поточные линии с переналадкой станков. При этом используют высокопроизводительные быстропереналаживаемые станки и оснастку, специализированные станки; появляется техническая база позволяющая свести к минимуму неоправданную прерывистость операций. 5. прямоточная – свойственна массовому производству, станки располагают в последовательности выполнения технологических операций, закрепленными за определенными станками; детали передают по штучно, но синхронизация операций выполняется не на всех участках; детали транспортируются при помощи конвейера 6. непрерывно – поточная – свойственна массовому производству, станки располагают в последовательности выполнения операций тех. процесса закрепленными за определенными станками, время выполнения операций равно такту; разновидности: 1. передача заготовок не механическим транспортом 2. с периодической подачей деталей устройствами с тяговыми элементами (время выполнения операций равно такту, такт поддерживается конвейером механически) 3. с непрерывной подачей деталей механическим транспортом (конвейер движется непрерывно), такт работы механизмов поддерживается конвейером скорость движения которого должна соответствовать времени выполнения операций 7. автоматическая форма организации производства – характеризуется непрерывным производственным потоком, исключаящим ручной труд (автоматическая линия).

32. Систематические погрешности обработки и их учёт при анализе и управлении точностью обработок.

Систематическая погрешность обработки – погрешность, которая для всех заготовок рассматриваемой партии остается постоянной или закономерно изменяется при переходе от одной обрабатываемой заготовки к следующей; делятся на: 1. переменные 2. постоянные. Причины переменных

систематических погрешностей: 1. неточность, износ и деформация станков, приспособлений, инструментов 2. деформация обрабатываемых заготовок 3. тепловые явления происходящие в технологической системе 4. погрешность теоретической схемы обработки. Погрешность изготовления станков определяет ГОСТ, в котором оговорены допуски и методы проверки геометрической точности станков в ненагруженном состоянии. Геометрическая погрешность переносится на обрабатываемые детали в виде систематической погрешности, которая может быть рассчитана и систематизирована. Не параллельность в горизонтальной плоскости приводит к конусности обрабатываемой поверхности; не параллельность в вертикальной плоскости приводит к получению обрабатываемой поверхности в виде гиперболоида. Главной причиной потери точности станка является износ направляющих. Износ направляющих приводит к перекосу суппорта и увеличению диаметра обрабатываемой поверхности, неравномерность износа по длине направляющих приводит к погрешности формы детали. Деформация станков при их неправильном монтаже, а также под действием массы или оседания фундамента вызывает дополнительные систематические погрешности. Погрешность связанная с износом и неточностью режущего и измерительного инструмента полностью переносится на обрабатываемую деталь, обуславливая систематическую погрешность. Так как износ режущего инструмента обратно пропорционален подаче, увеличение подачи повышает размерную стойкость инструмента и точность обработки. Применение широких резцов с выглаживающими фасками повышает точность при росте производительности. Изменение глубины резания влияет на износ инструмента незначительно. Значительное влияние на износ оказывает задний угол резца, с его увеличением растет износ, так как ослабляется режущая кромка и ухудшаются условия тепло отвода. Точность обработки может быть повышена выбором рациональной конструкции и материала режущего инструмента, подбором режимов резания.

Погрешность связанная с закреплением деталей: усилия закрепления деталей в приспособлениях и усилия резания вызывают упругую деформации обрабатываемых деталей и порождают погрешность формы обрабатываемой детали. Причиной погрешности могут быть центробежные силы, силы тяжести, остаточные напряжения. Перечисленные деформации заготовок служат источником возникновения систематических погрешностей геометрической формы деталей. Погрешность связанная с температурными деформациями технологической системы вызывается следующими причинами: 1. нагрев теплом выделяющимся в зоне резания 2. нагрев теплом выделяющимся при трении движущихся частей технологической системы 3. не постоянство температуры помещения. При анализе температурных деформаций технологической системы рассматривают температурную деформацию ее элементов. Температурная деформация станков является следствием потерь на трение в механизмах станка, гидроприводах, электроустановках; теплопередача от охлаждающей жидкости, нагрев от внешних источников. Большое влияние на точность оказывает нагрев шпиндельной бабки, который вызывает ее смещение. Температура достигает максимума в местах расположения подшипников в шпинделе и быстроходных валов. Продолжительность нагрева передней бабки сопровождающегося ее смещением составляет 3 – 5 часов, после чего ее температура стабилизируется. Температурная погрешность зависит от частоты вращения шпинделя. Температурная деформация режущего инструмента является следствием перехода части тепла выделяющегося в зоне резания в инструмент. При токарной обработке температурная деформация режущего инструмента обусловлена удлинением резца, которое стабилизируется в зависимости от режимов резания, материала и конструкции резца через 20 – 30 минут непрерывной работы. До наступления теплового равновесия удлинение резца сопровождается изменением формы поверхности обрабатываемой детали. При ритмичной работе

температурные деформации постоянны (происходит удлинение и укорочение резца); при неритмичной работе – переменны, что приводит к рассеиванию размеров. Температурная деформация детали является следствием перехода части тепла выделяющегося в зоне резания в обрабатываемую деталь. Нагрев обрабатываемой детали зависит от режимов резания: при увеличении скорости и подачи количество тепла уносимого со стружкой возрастает, т.е. температура понижается; при увеличении глубины температура возрастает. Расчет погрешности обработки сложен, так как температура обрабатываемой детали не равномерна по длине.

33. Технологичность изделий и деталей.

Технологичность конструкции изделия – достижение качественного выполнения изделием его функционального назначения и эксплуатационных требований при рациональном и экономичном изготовлении применительно к заданной программе и условиям производства. Основные критерии оценки технологичности: 1. трудоемкость 2. себестоимость 3. материалоемкость. Технологичность должна предусматривать: 1. максимально широкое использование унифицированных сборочных единиц, стандартизированных и нормализованных деталей и элементов деталей; 2. возможно меньшее количество деталей оригинальной и сложной конструкции, различных наименований; возможно большую повторяемость однотипных деталей; 3. создание деталей наиболее рациональной формы с легко доступными для обработки поверхностями и достаточной жесткости для уменьшения трудоемкости и себестоимости мех. обработки; 4. наличие на детали удобных базирующих поверхностей или возможность создания вспомогательных технологических баз 5. наиболее рациональный способ получения заготовок для деталей с размерами и формами возможно более близкими к готовой детали, т.е. обеспечивающими высокий коэффициент использования материала и минимальную трудоемкость мех.

обработки; 6. полное устранение или возможно минимальное использование слесарно – пригоночных работ при сборке путем изготовления взаимозаменяемых деталей, применением деталей компенсаторов и сборочных роботов; 7. упрощение сборки и возможность проведения сборочных работ параллельно в пространстве и во времени. Технологичность конструкции изделий понятие комплексное, т.е. нельзя рассматривать технологичность изолированно без учета условий заготовительных процессов, мех. обработки, сборки и контроля. Технологичность конструкции заготовок детали должна учитывать рациональность мех. обработки и упрощение процессов изготовления самих заготовок.

Требования к литым заготовкам: 1. толщина стенок отливок должна быть одинаковой, без резких переходов для уменьшения внутренних напряжений и получения однородной структуры; 2. форма заготовки должна предусматривать простой разъем модели; 3. поверхности отливки перпендикулярные плоскости разъема модели должны иметь литейные уклоны, чтобы облегчить изготовление и удаление форм и стержней.

Требования к заготовкам полученным ковкой и штамповкой: 1. отсутствие резких переходов в поперечных сечениях; 2. выполнение переходов от одного сечения к другому по дугам относительно большого радиуса; 3. наличие закруглений острых ребер у штамповок.

Требования по мех. обработки: 1. сокращение объема мех. обработки, уменьшение обрабатываемых поверхностей и назначение допусков только на размеры поверхностей сопряжения; 2. повышение точности заготовок, назначение материала обладающего лучшей обрабатываемостью; 3. обеспечивать возможность удобного и надежного закрепления заготовки на станке; 4. обеспечивать возможность удобного подвода высокопроизводительного инструмента к обрабатываемой поверхности; 5. обеспечивать удобные и надежные базирующие поверхности для установки заготовок в процессе обработки, соблюдение принципа постоянства и единства баз.

Требования к технологичности при сборке: 1.

создание возможности независимой сборки сборочных единиц, а также независимого друг от друга и одновременного монтажа их на базовую деталь; 2. обеспечивать возможность сборки без пригоночных работ и без совместной мех. обработки собираемых деталей; 3. стремление к уменьшению количества наименований деталей и уменьшению их общего количества; 4. обеспечивать высокий уровень взаимозаменяемости, стандартизации, унификации и нормализации сборочных единиц; 5. наличие удобных сборочных баз, совмещение сборочной, установочной и измерительной баз, что позволяет повысить точность сборки; 6. обеспечивать сборку без применения сложных приспособлений предпочтительно с одной стороны путем простых движений; 7. исключение необходимости разборки при регулировании; 8. обеспечивать возможность удобного подвода высокопроизводительного сборочного инструмента; 9. предусматривать применение несложных приспособлений и простых инструментов.

34. Требования к технологичности деталей при обработке на станках с ЧПУ.

Общие требования к технологичности деталей при обработки на станках с ЧПУ: 1. сопряжение наружных и внутренних стенок обрабатываемых контуров производится по дуге с одинаковым для данного контура радиусом из соотношения, обеспечивающего жесткость режущего инструмента $R > (1/5 - 1/6) H$, где H – высота стенок 2. сопряжение стенки с полкой производится по дуге с одинаковым для данного контура радиусом 3. конструкция детали должна обеспечивать обработку с наименьшим количеством повторных установок на станке 4. в конструкции детали желательно использовать однотипные геометрические элементы 5. симметричные детали не должны отличаться размерами, что позволяет изготавливать их по одной программе изменяя знак по одной из координат 6. для обеспечения принципа постоянства

баз требуется строгая ориентация деталей относительно координат станка и привязки к исходной точки траектории движения инструмента.

Требования к технологичности при обработки корпусных деталей: 1. по числу сторон обработки:

а) наиболее технологична конструкция, у которой все обрабатываемые поверхности расположены на одной стороне детали; б) обрабатываемые поверхности должны быть расположены на тех сторонах детали, которые могут быть обращены к шпинделю станка при повороте детали вокруг одной из ее осей; в) геометрическая форма корпусной детали должна соответствовать правильной геометрической фигуре, чтобы обработка поверхности была возможна при повороте детали максимум вокруг двух осей. 2. по устойчивости и удобству закрепления: а) конструктивная форма детали должна предусматривать полную мех. обработку за одну установку и от одной технологической базы, при этом базовыми поверхностями должны быть не обработанные поверхности; б) опорные поверхности детали должны иметь достаточные размеры, обеспечивающие устойчивость детали; в) в конструкции детали должны быть предусмотрены поверхности, облегчающие ее крепление к столу станка, которые не должны мешать обработки детали, подводу и выходу инструмента, обрабатываемые поверхности не должны прерываться крепежными устройствами; г) конструкция детали должна обеспечивать высокую прочность и жесткость для избежания деформации от сил закрепления и резания. 3. по удобству работы на станке: поверхности должны обрабатываться без соединения с другими деталями. 4. по удобству обработки плоскостей: а) форма обрабатываемой поверхности должна разрешать сквозной проход режущего инструмента в одном направлении или обработку вдоль контура при последовательном перемещении стола или шпиндельной головки; б) при наличии внутренних не сквозных плоскостей образующих сложный контур их обработка должна быть выполнена при перемещении

исполнительных органов не более чем по трем координатам. 5. по удобству обработки основных отверстий: а) конструкция должна предусматривать наличие основных точных отверстий только во внешних стенках детали, в промежуточных их наличие не желательно; б) основные точные отверстия, расположенные в одной стенке должны обрабатываться на проход; наличие ступенчатых отверстий, кольцевых канавок, выточек повышает трудоемкость и увеличивает емкость инструментального магазина; в) при наличии ступенчатых отверстий их возрастающие диаметры должны быть направлены к внешней поверхности детали, противоположное направление не допустимо; г) точные и основные отверстия, расположенные на одной оси в противоположных и промежуточных стенках должны быть одного диаметра, отверстия одного диаметра расположенные соосно растачиваются последовательно проходами одного инструмента за один цикл обработки; д) диаметр соосных отверстий в промежуточных стенках не должен быть больше диаметра отверстий во внешних стенках; е) конструкция корпусных деталей не должна иметь внутренних выступов, окон, разрезов.

6. по удобству обработки крепежных отверстий: а) крепежные отверстия должны быть максимально нормализованы, стандартной формы; они должны быть однообразными и одинаковыми во всех стенках детали; б) торцевые поверхности отверстий должны быть перпендикулярны их осям, что позволяет обрабатывать их фрезой; в) при сверлении наклонных и косых отверстий их оси должны располагаться в плоскостях доступных для обработки при повороте на поворотном столе; г) параметры резьб должны предусматривать возможность их обработки метчиками, на резание резьбы резцами не желательно.

35. Типизация техпроцессов, её сущность, преимущество и недостатки. Роль классификации деталей.

Типизация тех. процессов – направление в изучении и построении технологии, которое заключается в классификации

тех. процессов изготовления деталей и в комплексном решении задач возникающих при осуществлении тех. процессов изготовления деталей каждой квалификационной группы. Направления типизации тех. процессов: 1. типизация тех. процессов обработки по отдельным поверхностям 2. типизация тех. процессов обработки по отдельным типовым сочетаниям поверхностей 3. типизация тех. процессов обработки деталей. Основная задача классификации: приведение множества деталей, поверхностей и их сочетаний к минимальному количеству типов для которых можно разработать типовые тех. процессы, чтобы для любого конкретного случая обработки можно было выбрать наиболее рациональный типовой тех. процесс для данных условий производства. Признаки классификации деталей по отдельным поверхностям: 1. форма поверхности 2. требуемая точность и качество поверхности 3. размеры 4. материал обрабатываемой детали. Признаки классификации деталей по типовому сочетанию поверхностей (сочетание поверхностей, встречающееся на различных деталях при котором все элементарные поверхности могут быть обработаны при неизменной технологической базе на одних станках при одинаковом содержании и последовательности операций, установок и переходов): 1. конфигурация отдельных поверхностей 2. взаиморасположение поверхностей 3. точность и качество обработки отдельных поверхностей, точность взаиморасположения 4. размеры поверхностей 5. соотношение размеров между отдельными поверхностями 6. материал обрабатываемой детали. Признаки для классификации деталей: 1. конструкция детали 2. размеры детали 3. материал детали 4. точность и качество обрабатываемых поверхностей детали. На построение тех. процесса оказывают влияние условия, в которых он осуществляется: 1. объем производственной программы и размеры партии обрабатываемых деталей 2. наличие оборудования, его расположение, инструмент. Основой построения технологической классификации

являются классы, которые подразделяются на под классы, группы, типы.

Класс – совокупность деталей, характеризующаяся общностью технологических задач решаемых в условиях определенной конфигурации этих деталей. Типы – совокупность деталей одного класса имеющих в условиях данной производственной обстановки общий план операций осуществляемый одинаковыми методами. Разработка типовой технологии должна проводиться по двум вариантам:

1. оперативный – составленный исходя из наличия оборудования и условий предприятия
2. перспективный – тех. процесс, учитывающий все возможности современных методов обработки деталей.

Достоинства:

1. сокращается цикл и трудоемкость технологической подготовки производства
2. сокращается количество документации
3. создаются условия для систематизации и обобщения производственного опыта предприятия
4. создаются условия для широкого применения в серийном производстве передовых и современных тех. процессов
5. при больших объемах выпуска типовых деталей создаются условия для применения высокопроизводительного переналаживаемого оборудования, технологической оснастки, т.е. повышение производительности труда
6. появляются условия для кооперирования производства и специализации отдельных цехов при изготовлении типовых деталей
7. создаются условия для улучшения технологического нормирования производства.

Недостатки: не учитывается загрузка оборудования; в мелко серийном производстве и приборостроении типизация тех. процессов не реальна, так как нельзя применить высоко производительное оборудование.

36. Случайные погрешности обработки и их учёт при анализе и управлении точностью обработки.

Случайные погрешности обработки – погрешность, которая для разных заготовок рассматриваемой партии имеет различные значения, ее появление не подчиняется ни какой видимой закономерности. В результате случайных

погрешностей происходит рассеивание размеров деталей обработанных при одних и тех же условиях. Рассеиванием размеров называют совокупность многих причин случайного характера не поддающихся точному предварительному определению и проявляющих свое действие независимо друг от друга. Причины случайных погрешностей обработки: 1. колебание твердости обрабатываемого материала; 2. колебание величины припуска; 3. колебание положения исходной заготовки, приспособления связанные с погрешностью базирования и закрепления, неточностью самого приспособления; 4. неточность установки инструмента по лимбам и упорам; 5. колебание температурного режима обработки; 6. затупление инструмента; 7. колебание упругих отжатий элементов технологической системы под влиянием нестабильных сил резания. Рассеивание размеров деталей – совокупность значений истинных размеров деталей обработанных при неизменных условиях расположенных в возрастающем порядке с указанием частоты этих размеров. Частота – отношение числа заготовок размеры, которых попали в данный интервал к общему числу измеренных заготовок партии. Для анализа закономерностей рассеивания размеров применяют математические законы: закон Гаусса, закон Симпсона, закон равной вероятности. По происхождению факторы случайных погрешностей объединяют в группы вызывающие свою долю общего рассеивания размеров деталей:

1. Рассеивание размеров связанное с видом обработки, характеризуется полем рассеивания свойственным каждому виду обработки, осуществляемому на определенном оборудовании
2. Рассеивание размеров связанное с погрешностью установки, зависит от положения измерительной базы относительно режущего инструмента и складывается из погрешности базирования и закрепления в приспособлении. Погрешность базирования возникает из-за не совпадения измерительной и технологической баз или вызывается погрешностью формы приспособления. Погрешность закрепления возникает в связи с

перемещением заготовки при ее закреплении, измеряется экспериментальным путем. Погрешность закрепления зависит от конструкции приспособления, состояния зажимного устройства, направления сил закрепления (минимальная погрешность закрепления достигается при направлении сил закрепления перпендикулярно технологической базе). Погрешность закрепления зависит от точности опорных поверхностей и наличия контактных деформаций поверхности стыка. Погрешность приспособления возникает из-за погрешности изготовления, сборки, износа, неточности установки на станке. Погрешность приспособления может быть скомпенсирована при настройке станка. 3. Рассеивание размеров связанное с погрешностью настройки: погрешность настройки возникает в результате погрешности регулирования инструмента под влиянием погрешности измерения пробных заготовок, по которым производится настройка станка. Погрешность положения инструмента определяется точностью используемого при настройке регулировочного средства и принимается равной цене деления регулировочного средства. Погрешность измерения пробных заготовок принимается равной предельной погрешности измерительного инструмента.

37. Методы расчета точности и анализа технологических процессов:

1. теоретический (расчетный) 2. экспериментальный. Расчетно – аналитический метод предполагает полную определенность тех. процесса. Решая систему уравнений описывающих закономерности переноса погрешностей при выполнении тех. процесса определяют требуемую точность. Реальный тех. процесс не может быть полностью отображен детерминированными моделями, поэтому степень их применения зависит от изученности тех. процесса. Математическое описание тех. процессов заключается в последовательном определении исходных погрешностей заготовок и установлении в аналитическом виде их влияния на окончательную точность готовой детали. Недостатки:

1. невозможность учесть все факторы, влияющие на точность тех. процесса 2. сложность решения системы с большим числом уравнений 3. по точности изготовления одного изделия нельзя судить о точности тех. процесса в целом. Расчетно – аналитический метод анализа точности применяют для оценки влияния отдельных факторов в определенных условиях; он не позволяет произвести комплексную оценку всех факторов вызывающих погрешность обработки деталей (применяют для расчета погрешности единичной детали). Вероятностный метод используют для анализа точности тех. процесса в целом или партии деталей, т.е. он охватывает все возможные комбинации условий протекания производства. Вероятностная модель содержит законы распределения, характер систематического изменения размеров, характеристику рассеивания размеров, как для отдельных партий деталей, так и тех. процесса в целом. Для построения статистической модели необходимо располагать экспериментальными данными о точности отдельных операций тех. процесса, которые можно получить в результате выполнения тех. процесса механической обработки детали.

Методы управления точностью технологических процессов:

1. Управление точностью процесса обработки по выходным параметрам – процесс восстановления первоначальной точности взаиморасположения инструмента и обрабатываемой детали нарушенного в процессе обработки. В результате под настройки поле рассеивания размеров детали возвращается в первоначальное положение. Для предотвращения появления брака необходимо установить момент требуемой под настройки и продолжительность обработки между под настройками. Этот момент определяют при помощи систематического измерения размеров. При сокращении времени работы между под настройками суммарное рассеивание размеров партии деталей уменьшается, т.е. повышается точность, но при этом увеличиваются простои оборудования. Устранить противоречие можно за счет повышения размерной стойкости инструмента или за счет

автоматизации контрольных измерений. Момент необходимой под настройки определяется путем отсчета машинного времени, пути резания, путем регулярных измерений истинных размеров детали контактными и без контактными измерительными приборами. Общий недостаток необходимость осуществления малых перемещений режущего инструмента.

2. Управление точностью процесса обработки по входным параметрам, решает проблему уменьшения поля рассеивания размеров деталей обусловленных случайными погрешностями обработки. Наибольшее влияние на поле рассеивания размеров оказывает колебание твердости обрабатываемого материала и размеров припуска, которые вызывают изменение усилия резания и величину упругих отжатий. Уменьшить поле рассеивания размеров можно путем измерения размеров и твердости заготовок, сортировкой их на группы с последующим внесением поправок на размер учитывающих различие упругих отжатий. Недостаток: трудоемкость и организационная сложность.

3. Метод адаптивного управления точностью обработки – основан на принципе компенсации упругих отжатий в технологической системе вызванных колебанием припуска и твердости обрабатываемых деталей, упругими перемещениями элементов системы в противоположном направлении. Погрешность обработки зависит от колебания силы резания. Обеспечить высокую точность обработки можно, обеспечив постоянство составляющей силы резания P_y и упругих отжатий технологической системы при неизменных режимах резания, это можно сделать только за счет изменения продольной подачи. Преимущество: возможность создания чувствительного механизма управления упругими перемещениями технологической системы, не имеющей скачков, так как поправка вносится за счет упругих перемещений технологической системы при этом не требуется перемещение узлов станка, а размер статической настройки сохраняется неизменным между двумя под настройками. Управление упругими перемещениями элементов

технологической системы позволяет устранить переменные – систематические погрешности обработки, которые вызывают погрешность формы детали.

38. Сущность групповой обработки. Принцип образования группы и создания комплексной детали. Преимущество групповой обработки.

В основе групповой обработки лежит технологическая классификация деталей, которая заканчивается формированием группы деталей и отличается тем, что при групповой обработке создаются классы деталей по видам обработки. Класс – совокупность деталей, характеризующаяся общностью типа оборудования необходимого для получения детали в целом или отдельных ее поверхностей. Группа – совокупность деталей, для которых основным признаком объединения по отдельным технологическим операциям является общность обрабатываемых поверхностей или их сочетаний. Признаки формирования группы: 1. общность элементов составляющих конфигурацию детали, т.е. общность поверхностей подлежащих обработке; 2. точность и шероховатость обрабатываемых поверхностей; 3. однородность заготовки и обрабатываемого материала позволяющая вести обработку одинаковыми методами и инструментами; 4. близость размеров деталей позволяющая вести обработку на одном и том же оборудовании в однотипных приспособлениях; 5. серийность выпуска деталей и трудоемкость обработки на существующую программу; 6. учитывается существующая структура производства, технико – экономические показатели производства. Последовательность разработки группового тех. процесса: 1. по чертежам изделий проводится отбор деталей, которые могут быть обработаны на одном оборудовании в одинаковых приспособлениях с использованием одинакового инструмента; 2. определяется фактическая трудоемкость обработки отобранных деталей на месячную программу с учетом периодичности запуска в производство; 3. определяют

окончательный состав группы исходя из необходимости загрузки оборудования в течение месяца при минимальных переналадках; 4. после уточнения состава группы создают комплексную деталь и устанавливают последовательность и содержание переходов групповой операции, разрабатывается схема групповой наладки станков. Настройка станков осуществляется для комплексной детали, что позволяет без серьезных переналадок обрабатывать любую деталь, входящую в данную группу. Комплексная деталь служит основой для разработки группового тех. процесса, который с небольшими дополнительными под наладками может быть применен при изготовлении любой детали входящей в группу. (принцип создания комплексной детали) При адресации новой детали группы необходимо проверить все ли элементарные поверхности имеются в составе комплексной детали. После разработки схем групповой наладки оборудования и уточнения содержания технологических переходов производится проектирование и изготовление групповой оснастки, быстропереналаживаемых групповых приспособлений. Групповой тех. процесс – объединение в группу деталей имеющих общий типовой технологический маршрут по различным групповым операциям. Преимущества групповой обработки: 1. повышение производительности обработки за счет следующих мероприятий: а) применение высокопроизводительной групповой оснастки и проведения механизации станков б) за счет переноса обработки деталей единичного и мелко серийного производства на более производительные станки и применения прогрессивных методов изготовления заготовок в) за счет сокращения затрат вспомогательного и подготовительно заключительного времени на наладку и переналадку станков, повышения коэффициента использования станков во времени г) за счет применения специализированных высокопроизводительных станков, станков с ЧПУ д) за счет создания в условиях серийного производства групповых многопредметных поточных линий; 2. сокращаются сроки технологической

подготовки производства, освоения новых изделий; 3. облегчается и становится дешевле проектирование и изготовление специальной оснастки; 4. сокращаются затраты на модернизацию станков, которая приобретает целевой характер т.е. модернизация для обработки определенной группы деталей; 5. улучшается технологическая отработка конструкции деталей в результате наличия технологических классификаторов групповых процессов; 6. большая производственная гибкость метода групповой обработки и неразрывная связь с организацией и планированием производства.

39. Структура расчетного минимального припуска. Методы расчета минимального припуска.

Общий припуск – слой материала необходимый для выполнения всей совокупности технологических операций, то есть всего процесса обработки данной элементарной поверхности от черновой заготовки до готовой детали. $Z = A_{\text{заг}} - A_{\text{дет}} = \sum Z_i$ – допуски на каждой ступени обработки. Промежуточный припуск – слой материала необходимый для осуществления технологического перехода. В качестве расчетной величины используются различные значения припусков – номинальное, min, среднее, гарантированное, max. Min значение припуска представляет собой слой металла необходимый и достаточный для осуществления заданной обработки поверхности.

Задача каждой ступени обработки – уточнение параметров обрабатываемой поверхности, то есть на конкретной операции механической обработки необходимо удалить погрешности оставшиеся от предыдущей обработки. К таким погрешностям относятся: шероховатость, дефектный слой, а так же погрешности формы и положения поверхности относительно заданной базы.

$$Z = (Rz + h)_{i+1} + \sqrt{E_y^2 + E_\phi^2}$$

Rz – шероховатость предшествующей обработки; h – глубина дефектного слоя – верхний слой металла у которого структура,

химический состав, механические свойства отличаются от параметров основного металла. Геометрические погрешности формы допускаются только в пределах поля допуска и поэтому в состав минимального припуска на входят. Пространственные отклонения имеют самостоятельное значение.

Основные факторы влияющие на неравномерность припуска: 1) неравномерность припуска вызывается погрешностью установки на данной операции; 2) необходимо проанализировать колебание положения технологической базы детали в направлении заданного размера. Погрешность установки следует учитывать для наиболее удаленных участков поверхности. При односторонней обработке: колебание положения базирующей поверхности в направлении выдерживаемого размера представляет погрешность установки. Колебание обрабатываемой поверхности – погрешность обработки. Погрешность полем допуска не учитывается поэтому она должна быть включена в состав минимального припуска.

Неравномерность припуска обусловлена погрешностью установки на предшествующей операции. При частой смене баз на неравномерность припуска могут влиять погрешность установки предшествующей операции.

Существует три способа определения припуска: 1) дифференциально-аналитический; 2) интегрально-аналитический; 3) нормативный.

1) метод – наиболее точный метод позволяет устанавливать оптимальное значение припуска для каждого сочетания условий обработки. Сущность – определения для заданных условий обработки факторов, влияющих на величину операционного припуска и нахождение элементов припуска достаточных для компенсации влияния каждого из этих факторов. Определение припуска на обработке цилиндрических поверхностей тел вращения

$$Z = 2((Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\delta_y^2 + \sum \delta_{ei}^2}).$$

Определение припусков на обработку цилиндрических поверхностей, координируемых линейными размерами

$$Z = 2(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{(Tx_{i-1} + Tx_i)^2 + (Ty_{i-1} + Ty_i)^2}$$

Определение припусков на обработку плоскостей и торцев

$$Z = (Rz + h)_{i-1} + E_{\phi}$$

2) интегрально – аналитический метод. $Z_{\min} = a + bd^m + cl^n$

a – выбирается в зависимости от характера предшествующей обработки; $bd^m + cl^n$ - учитывает влияние габаритов детали и способов ее установки.

Эти два способа относятся к расчету одностороннего регламентируемого припуска.

3) нормативный – наиболее распространен в машиностроении, прост нагляден. В основу взят номинальный припуск

$$Z_{\text{норм}} = Z_{i \text{ мин}} + T_{i-1}$$

Стандарты и нормали предусматривают возможность определения общего припуска и размеров заготовки до разработке тех.процесса. Что позволяет вести параллельную работу в заготовительном и механическом цехах. При нормативном методе припуск на ступень обработки выбирается из таблицы в зависимости от вида обработки. Расчет размеров ведется по формулам $A_{i-1} = A_i + Z_i$.

При отсутствии общих измерительных баз технологические размеры определяются по технологическим размерным уравнениям.

40. Принцип дифференциации и концентрации операций.

Дифференциация – разделение операций на более простые. Концентрация – объединение нескольких простых операций в одну более сложную. Критерии оценки: количество предусмотренных в операции простых переходов. Предел дифференциации – разделение процесса на такие операции каждая из которых будет состоять из одного простого перехода. Предел концентрации – сосредоточение всей обработки детали в одной операции. Виды концентрации операции: 1) последовательная – объединение операций в одну когда переходы следуют один за другим без изменения последовательности и методов обработки. Применяется в

единичном и мелкосерийном производствах, приборостроении в связи с тем, что передача деталей со станка на станок связана с большими затратами вспомогательного времени, повышение стоимости, снижение точности.

2) параллельные (технологические) – простые переходы совмещаются в сложные, то есть выполняются одновременно. Применяют в крупносерийном и массовом производствах, но требуют специального оборудования, инструмента оснастки, при этом сокращается основное время.

3) параллельно-последовательное – при наличии в операции несколько сложных переходов выполняемых последовательно, когда несколько установок заменяется позициями автоматической сменой инструмента, точность увеличивается, время установки инструмента тоже увеличивается. Применяют в крупносерийном и массовом производстве.

4) смешанное – концентрация представляет разновидность механической концентрации, когда в операции имеются и простые и сложные переходы.

С повышением степени концентрации операции можно выделить следующие достоинства: 1) уменьшение числа установок деталей, что существенно при обработке крупных деталей; 2) появляется возможность использовать станки повышенной производительности, специальные агрегатные станки, что важно при большой производственной программе; 3) сокращается длительность производственного цикла, так как с уменьшением числа операций уменьшается время пролеживания деталей. 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 на каждом переходе.

Дифференциация операций технологична, легко осуществима, снижает требования к оборудованию, но усложняет планирование производства и требует увеличения площадей,

занимаемых оборудование. Все ограничения по наивыгоднейшей концентрации операции связано с оборудованием, размерами и массой обрабатываемой детали. Повышение степени концентрации операции имеет пределы. В то же время дифференциация не всегда возможна из-за точности обработки. Изменением степени последовательной концентрации операций достигается перераспределение общей трудоемкости между операциями тех. процесса и сокращением вспомогательного времени. Параллельная и параллельно-последовательная концентрация операций выступает в качестве метода резкого повышения производительности обработки. Предел концентрации операций зависит от дробления процесса обработки на элементарные операции и одновременного выполнения этих операций на одном станке или автоматической линии.

41. Классификация баз по числу лишаемых степеней свободы.

Ориентация детали в изделии или при обработке решается назначением соответствующих баз.

База – совокупность поверхностей, линий или точек относительно которых ориентируются другие детали изделия или другие поверхности данной детали при обработке или измерения.

Положение любой детали рассматривается как абсолютное тело относительно 3х координатных плоскостей, т.е. тело необходимо лишить 3х прямолинейных перемещений в направлении координатных осей и 3х вращательных движений вокруг этих координатных осей.

На цилиндрической поверхности располагаются 4 опорные точки, которые лишают деталь 4х степеней свободы и называется – двойная направляющая база.

На торцовой поверхности и по образующей располагается по одной упорной точке.

На заготовке соотношение $l/d < 1$ 6 опорных точек располаг.след.образом: 3 на торцовой поверхности и выполняют функцию главной базирующей поверхности, 2 на цилиндрической лишают деталь 2х степеней свободы и называется 2х упорной или центрирующей

базой. Одна их точек на образующей цилиндрической поверхности выполняет функцию упорной базы.

При установке детали по длинной конической поверхности деталь лишается 5 степеней свободы, т.е. остается возможность вращения вокруг собственной оси и эта поверхность называется упорно-направляющей базисующей поверхностью. А поверхность несущая на себе одну опорную точку называется опорной базисующей поверхностью.

Правило 6 точек. Для определения положения детали рассматриваем ее как абсолютное жесткое тело относительно другой детали необходимо и достаточно 6 опорных точек. Применение большего количества опорных точек вредно, так вносят добавочные погрешности а определения положения детали. Во всех случаях, когда количество конструктивных оформленных основных и вспомогательных базисов исполняемых для определения положения деталей меньше 3х необходимо пользоваться скрытыми базами.

Скрытые базы – координатные плоскости мысленно проводят перпендикулярно и имеющиеся у детали конструктивно оформленным и обработанным базисам для доведения их общего числа до 3х.

Скрытые базы чаще всего проводятся по осям симметрии и позволяют расположить деталь с требуемой точностью в процессе монтажа или при установке на станке или рабочем месте с последующей фиксацией этого положения.

В ряде случаев для сокращения времени на установку деталей для создания опорных точек скрытые базы могут материализоваться в виде приливов, бабышек и т.д.

При обработке длинного типа вал, их двойная направляющая база и одна из упорных материализуется в виде 2х зацентрованных отверстий лишающих деталь 5ти степеней свободы.

Левое центральное отверстие лишает деталь 3х степеней свободы и выполняет функцию центра и называется упорно-центральной базисующей поверхностью. Правое центральное отверстие лишает деталь 2х степеней свободы и по всей длине называется центрирующей базисующей поверхностью.

Третья степень свободы лишается при помощи одной из скрытых баз проходящих через ось вращения в виде точки касания хамутика с поводковым пальцем патрона. И называется упорной базисующей поверхностью.

42. Классификация баз по функ-ому назначению.

База – совок-ть пов-тей, линий или точек отн-но к-ых ориен-ся другие детали изделия или другие пов-ти данной детали при обработке или измерения.

По фун-ому назначению базы разделяются на констр-ые, сборочные, измерит-ые, технол., транспортные.

Констр-ая база – совок-ть пов-тей, линий или точек отн-но к-ых задаются размеры и положения других деталей изделия при разработки констр-ции, и они выявл-ся из расчета размерных цепей мех-мов.

Констр-ая база м.б.реальной если она представляет матери-ую пов-ть, но м.б. и условной или геометр-ой, если она явл.геометр-ой линией.

Сборочная база – совок-ть пов-тей, линий или точек к-ые ориен-ют данную д-ль отн-но других д-лей в собранном изделии и она подразделяется на опорные проверочные.

Сборочной базой наз опорной, когда составл-щие ее базир-щие пов-ти не посред-но соприкасаются с пов-тями других д-лей.

Опорные сбор.базы всегда реал-е, те образ-ся из совок0ти матер-ых пов-тей и сборка произ-ся путем сопряжения сбор.баз элементов изделия баз всякой выверки.

Когда произ-ся выверка взаиморасположение элементов изделия, то исп-ся проверочные сбор.базы.

Проверочная база м.б реал-ой, но м.б. и условной, те. она м.б. образована из материальных пов-тей или отдельных геом-их линий.

Измерительная (контрольная) база – совок-ть пов-тей, линий или точек от к-ых произ-ся отчет выпол-емых размеров при изменении д-лей или по к-ым произ-ся проверка взаиморасположения отдел.пов-тей д-лей.

Измер.база связ-ся с контр-уемые пов-ями напосред-о размерами или опр-ыми тех.усл-ями.

Если измер-ыми базами служат реал.пов-ти, то проверка осущ-ся обычными методами контроля. При исп-ии геом.линий прим-ся косвенные методы контроля и иногда базы материал-ся вспом.д-лями.

Технол.(установочная) база – совокупность поверхностей линий или точек при помощи которых ориентируются при изготовлении деталей поверхность обрабатываемая на данной операции относительно станка приспособления режущего или другого инструмента.

Транспортная база – совокупность поверхностей, линий или точек служащих для опоры полержания деталей относительно координатной системы, схвата работающего изометрического центра системы принимается геометрический центр схвата.

Технический анализ процесса автоматической установки связан с понятием транспортной базы. Из-за несовпадения технических и транспортных баз при установке деталей появляются погрешности базирования обусловленные допуском, относительного расположения поверхностей участвующих в установке, а также погрешностью формы этих поверхностей.

При анализе точности установки погрешность транспортируемая должна рассматриваться в простейшем по величине смещения по осям координат и поворотов вокруг этих осей.

43. Принципы постоянства и единства баз.

Максимально точности обработки можно обеспечить при выполнении всего процесса от одной базы и с одной установкой. Практически такие условия обработки автотель не возможно, поэтому для обеспечения максимальной точности желательны все дальнейшие операции производить от одной базы.

Принцип постоянства баз заключается в том что при обработке технического процесса желательны стремиться к исполнению одной и той же технической базы для выполнения всех операций обработки не допуская без особой необходимости смены технических баз.

Если это невозможно и за базу необходимо принять другую поверхность, то в качестве базы выбирается такая обработанная поверхность, которая опоры точными размерами по отношению к поверхностям наиболее влияющими на работу детали в изделии.

При смене технических баз необходимо произвести расчет увеличения погрешности взаиморасположения обрабатываемых поверхностей.

При выборе баз различного назначения желательны испытать одну и ту же поверхность в качестве различных баз.

Принцип единства баз (совмещение) закл. В том, что одну и ту же пов-ть жел-но исп-ть в кач-ве баз различного назначения.

Автоматизация

44. Разновидность загрузочных устройств по способу сосредоточения в них деталей.

В автоматизации загрузки станка штучными заготовками предусматривается 3 разновидности З.У.: бункерные ЗУ(БЗУ); магазинные ЗУ(МЗУ); ящично-магазинные ЗУ (ЯМЗУ).

БЗУ- эти устройства являются наиболее полными с точки зрения состава целевых элементов, в них обрабатываемые заготовки и детали загружаются беспорядочно они используются для деталей простой формы. Недостатки: наличие большого количества деталей в бункере и поверхностей, что может привести при вращении захватного органа к порче ранее обработанных поверхностей.

МЗУ - применяются в тех случаях когда детали имеют большие габаритные соотношения длин и диаметра детали, сложной формы или конфигурации и применяются когда ориентация деталей затруднена, т.е. подаются в строго ориентированном положении.

ЯМЗУ- отличаются от МЗУ наличием дополнительного ящика предназначенного для увеличения количества деталей.

45.Классификация БЗУ и их целевые механизмы.

БЗУ различаются по способу захвата заготовок. Механизмы захвата заготовок предназначены для поштучной выборки заготовок из бункера и передачи их в магазин. По способу поштучной выборки заготовок из общей массы в бункере все БЗУ делятся на 2 группы:

1. С захватным органом (с помощью штырей, крючков, тиски с карманчиками, трубчатые механизмы)

2. Без захватных органов (детали выбираются за счет сил трения; вибрационные БЗУ)

Карманчиковые бункеры: форма карманчика должна соответствовать господствующему положению заготовок в бункере. В случае полного заполнения заготовками отводящего канала для предотвращения поломки используется предохранительный механизм.

Крючковый, Щелевой, Трубчатый.

47. Классификация системы автоматического управления.

Классифицируют по принципу действия и технологическому обеспечению заданного качества продукции: циклические, рефлексорные и адаптивные. В зависимости от способа управления и последовательности действий исполнительных органов они делятся на централизованные, децентрализованные и смешанные. Каждый из указанных типов имеет 3 разновидности:

1. Безрефлексные в виде разомкнутой системы управления, без контроля исполнения команд, исполнительными органами автомата или станка.

2. Рефлексная в виде разомкнутой системы, управление с контролем исполнения команд.

3. Рефлексная в виде замкнутой системы с контролем исполнения команд по результатам выполнения операции обработки детали.

Циклическая система имеет централизованное устройство управлением всех элементов автомата: на распределительном валу установлены кулачки, каждый управляет определенным механизмом автомата.

Рефлексорные (децентрализованные)- эти системы называемые путевыми осуществляют управление оборудованием при помощи упоров-датчиков, датчиков-выключателей, переключателей и т.д. В качестве элементов управляемых исполнительными органами являются копиры, упоры, число устанавливаемых упоров должно соответствовать числу ориентированных положений органов автоматов.

Адаптивные – применимость обусловлена следующими факторами: необходимость автоматизации мелкосерийного производства (большая номенклатура изделий, имеющих большой диапазон обрабатываемых материалов); необходимость повышения точности обработки, с компенсацией влияния на нее случайных факторов или внешних воздействий; необходимость объединения процессов проектирования и обработки. . . .

48. Система автоматического управления упругими перемещениями.

В этих системах применяемые опоры могут быть жесткими, переключаемыми и сигнальными.

Жесткие – ограничитель для исключения поломок в цепи привода, где установленные звенья реагируют на превышение момента, усилий.

Переключающие- воздействуют на контактные и без контактные элементы.

Сигнальные –

49. Экономическая эффективность автоматизации производства.

Как и при механизации сборочных производств, переходу к автоматизации должен предшествовать экономический расчет на целесообразность ее осуществления в данных конкретных условиях. Новой техникой в этих случаях может называться только такая, которая дает не только технический, но и экономический эффект. Автомат — это дорогостоящая машина, и рост производительности труда, достигнутый с ее помощью, может удовлетворить производство только в том случае, если он сопровождается ощутимым уменьшением общих затрат, снижением себестоимости продукции.

Для оценки экономической эффективности автоматизации следует учитывать размер требуемых капитальных вложений, срок окупаемости затрат на автоматизацию, рост производительности труда, трудоемкость сборки и количество высвобождаемых рабочих, изменение производственной мощности сборочного цеха, участка.

50. Особенности автоматизации сборочных работ.

Автоматизация сборки экономически оправдывается, если затраты на ее организацию окупаются за счет заработной платы высвобождаемых рабочих в течение полутора лет. При этом одновременно решается чрезвычайно важная задача снижения потребности предприятия в рабочей силе, дефицит которой остро ощущается в отечественной промышленности. Большинство сборочных операций по своему характеру и технологической сущности проще многих операций механической обработки. Тем не менее при автоматизации сборочных процессов часто возникают большие трудности, которые прежде всего связаны с подачей деталей, их точным направлением, ориентированием и фиксацией. Необходимость автоматического выполнения этого комплекса вспомогательных движений в условиях стесненного рабочего пространства является причиной значительного усложнения схем и конструкций сборочных автоматов и снижения их надежности. При автоматической сборке наибольшее применение находит метод полной взаимозаменяемости (для короткозвенных размерных цепей). Метод обеспечивает наиболее простую конструкцию сборочного оборудования с высокой производительностью и надежностью его работы.

Метод неполной взаимозаменяемости для короткозвенных размерных цепей находит ограниченное применение при автоматической сборке ввиду возможности появления брака и заклинивания деталей в процессе их сборки. Экономически целесообразно применять этот метод для размерных цепей, у которых число звеньев находится в пределах 5—10.

Метод групповой взаимозаменяемости (селективная сборка) в автоматической сборке применяется тогда, когда необходимо обеспечить весьма высокую точность сопряжения деталей (например, подшипников качения). Схема автоматического оборудования с использованием данного метода значительно усложняется за счет введения измерительно-сортировочных и комплектующих устройств.

Метод регулирования при автоматической сборке имеет ограниченное применение. Схема и конструкция оборудования усложняются за счет введения регулировочных и контрольных устройств. Метод пригонки при автоматической сборке нецелесообразен.

51. Классификация средств активного контроля деталей и требования предъявляемые к ним.

1. Устройства активного контроля изделий в процессе обработки, назначением которых является остановка станка, прекращение обработки в момент достижения заданных размеров детали. Бывают 1, 2-х, 3-х контактные, а также существуют без контактные средства активного контроля. Воспринимаемой частью устройства могут быть установлены на станке или обрабатываемой поверхности.

2. Подналадчики – контрольным устройством воздействует на рабочий орган станка, после процесса обработки и установления на самом станке или вне станка, после получения сигнала из зоны контроля об отклонении размеров от заданной величины, исполнительный орган подналадчика воздействует на рабочий орган станка.

3. Блокирующие защитные устройства основной задачей является прекращение обработки и подача заготовок в рабочую зону.

С учетом условий средств активного контроля к ним предъявляются следующие требования.

1. Устойчивость против влаги, абразивной пыли, стружки.

2. Виброустойчивость т.е. обеспечение высокой точности в условиях вибрации.

3. Надежность работы в заданных пределах точности. Должны максимально исключить влияние силовых температур деформаций.

САПР

52. Классификация САПР.

Признак САПР: 1) тип объекта проектирования; 2) разновидность объектов проектирования; 3) слоистость; 4) уровень автоматизации; 5) комплектность; 6) характер и число выпуска; 7) число уровней в структуре технического обеспечения САПР. *Группы САПР:* 1) САПР простых объектов с числом составных частей до 100; 2) от 100 до 1000; 3) сложные объекты от 10^3 до 10^4 ; 4) очень сложные $10^4 - 10^6$; 5) суперсложные более 10^6 . По степени автоматизации: 1) мало автоматизированные САПР до 25%; 2) средне автоматизированные САПР 25-50%; 3) высоко автоматизированные САПР свыше 50%.

По числу этапов: 1) одноэтапные; 2) многоэтапные; 3) комплексные. По числу выполняемых проектных документов: 1) малой производительности; 2) средней производительности; 3) высокой производительности. Число уровней в структуре технологического обеспечения: 1-ого; 2-ого; 3-ого уровней.

53. Состав и структура САПР.

Составными частями САПР являются подсистемы. В каждой подсистеме решается функционально законченная последовательность задач.

Любая САПР состоит из проектирующих подсистем и обслуживающих подсистем.

Проектирующие подсистемы выполняют процедуры и операции получения новых данных. Они имеют объектную ориентацию и реализуют определенный этап проектирования или группу взаимосвязанных проектных задач. Примеры: подсистемы проектирования технологических процессов

сборки, механической обработки, расчета режимов резания и т.д.

Обслуживающие подсистемы имеют общесистемное применение и служат для обеспечения функционирования проектирующих подсистем, а также для оформления, передачи и вывода результатов проектирования. Примеры: система управления базой данных, подсистемы ввода – вывода данных, документирования и т.д.

В состав САПР входит 7 групп:

1. Техническое обеспечение – совокупность взаимосвязанных средств для обработки информации, подготовки и вывода изображения, передача данных и др.
2. Математическое обеспечение – совокупность математических моделей, методов, алгоритмов.
3. Программное обеспечение – совокупность всех программ и документации.
4. Лингвистическое обеспечение – совокупность языков, используемых для представления информации о проектируемых объектах в процессе и средствах проектирования.
5. Информационное обеспечение – масса данных, необходимая для проектирования. Описание стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, справочных данных по комплектам изделий, материалов и др. Эта информация представляется как база данных.
6. Методическое обеспечение – набор документов, характеризующих состав, функционирование и правила эксплуатации САПР.
7. Организационное обеспечение – набор документов, включающих: положение, квалификационные требования, штатные расписания, инструкции, приказы и т.д. Эта та документация, в которой описывают работу отдела и всего предприятия.

54. Типовые решения при проектировании. Выбор типового решения.

Главные особенности проектирования технологических процессов:

1. Многовариантность проектных решений.
2. Слабая формализация многих проектных задач.

Действительно, при проектировании технологических процессов круг задач формального расчетного характера, которые легко реализуются на ЭВМ, крайне ограничен. Среди них можно выделить следующие задачи:

- расчет припусков и межпереходных размеров;
- расчет режимов резания;
- нормирование технологического процесса.

По причине слабой формализации процесса технологического проектирования при решении задач нерасчетного характера (выбор заготовки, разработка маршрута обработки детали, выбор станков, инструментов и т.д.) решения принимают в результате выбора из известных типовых решений. Т.е. типовые решения – это основа формализации для решения задач неформального характера при проектировании технологических процессов с помощью ЭВМ.

Процесс выбора решений при этом заключается в следующем: каким – либо образом описывается весь набор типовых решений, а также условий, при которых может быть применено каждое из них. Эти данные описываются заранее в виде базы данных и заранее же вводятся в ЭВМ. При разработке технологического процесса в ЭВМ вводятся некоторые исходные данные по детали. После этого проверяется соответствие исходных данных условиям применимости типовых решений. При выполнении всех условий комплекса условий применимости принимается соответствующее типовое решение.

Пример. Назначить станок на операцию зубошеввингования. Пусть на предприятии имеются зубошеввинговальные станки трех моделей. Они составляют множество типовых решений (МТР): $MTP = \{5A702Г, 5703В, 5717С\}$.

Сформулируем комплекс условий применимости выявленных типовых решений:

1 условие. Размещаемость детали в рабочей зоне станка. Здесь регламентируются габаритные размеры детали (диаметр зубчатого колеса D_d и его ширина L_d), которые должны находиться в пределах, допустимых рабочей зоной станка.

2 условие. Диапазоны допустимого изменения модуля детали m_d и угла наклона зуба детали α_d .

Комплекс условий применимости (КУП) в данной задаче может быть представлен в виде следующей системы:

$$КУП = \begin{cases} D_{\min} \leq D_d \leq D_{\max}; \\ L_{\min} \leq L_d \leq L_{\max}; \\ m_{\min} \leq m_d \leq m_{\max}; \\ \alpha_{\min} \leq \alpha_d \leq \alpha_{\max}. \end{cases}$$

На основе паспортных данных станков сформированы условия их применимости, которые представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Условия применимости зубошевиговальных станков

Модель станка	Допустимые интервалы параметров применимости			
	$D_d, мм$	$L_d, мм$	$m_d, мм$	$\alpha_d, град$
5А702Г	60 – 320	до 110	1,5 – 6	± 35
5703В	125 – 500	до 80	1,75 – 8	± 17
5717С	300 – 800	до 200	2 – 8	± 35

Важно определиться, входят или нет границы интервалов, указанные в таблице в соответствующий интервал. В данном примере предполагается, что входят, т.е., например, для $D_d = 60 мм$ можно применить станок модели 5А702Г, или для $L_d = 200 мм$ – станок модели 5717С и т.д. Блок – схема алгоритма выбора модели зубошевиговального станка показана на рис. 7.1.

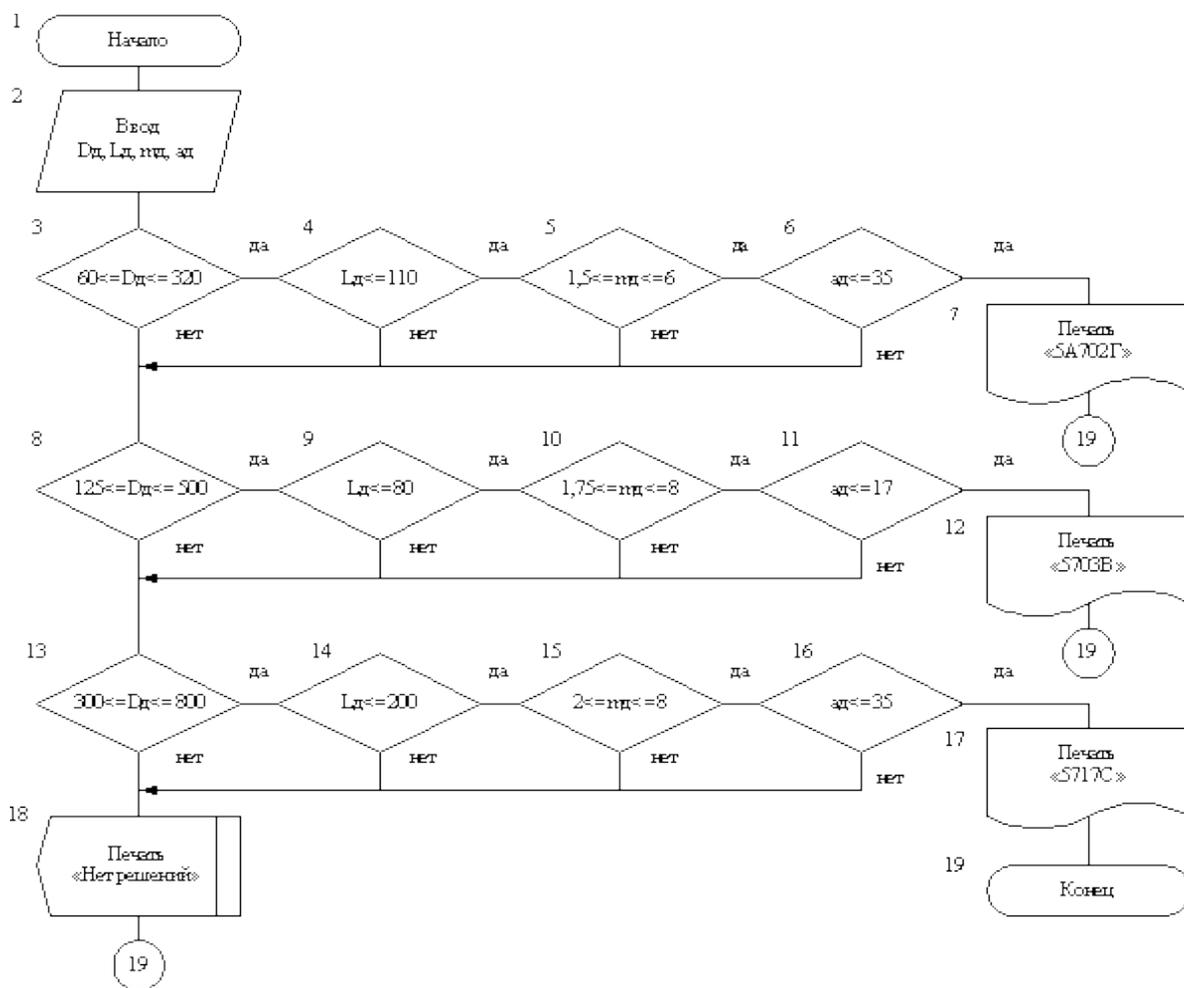


Рис.7.1. Блок - схема алгоритма выбора модели зубошевинговального станка

В данном алгоритме заложен принцип предпочтительности применения станков малых размеров. Например, при $D_d = 300\text{мм}$, $L_d = 80\text{мм}$, $m_d = 2,5\text{мм}$, $\alpha_d = 35\text{град}$ выбирается станок модели 5A702Г, хотя подходит и станок модели 5717С.

Виды типовых решений

Типовые решения являются основой технологического проектирования при использовании ЭВМ. По уровню решаемых задач типовые решения подразделяют на две группы: локальные типовые решения (ЛТР) и полные типовые решения (ПТР).

Локальные типовые решения относятся к частным технологическим задачам, определяющим лишь некоторую часть (элемент) проектируемого технологического процесса. Например, назначение станка на выполнение операции зубошевингования (см. выше). Типовые решения в данном случае (модели станков) являются локальными типовыми

решениями. Приведем еще примеры множеств локальных типовых решений (МЛТР).

$$МЛТР_1 = \left\{ \begin{array}{l} ЛТР_{11} - \text{зенковать...;} \\ ЛТР_{12} - \text{точить...;} \\ ЛТР_{13} - \text{сверлить...;} \\ \dots \end{array} \right\} \quad МЛТР_2 = \left\{ \begin{array}{l} ЛТР_{21} - \text{резец...;} \\ ЛТР_{22} - \text{фреза...;} \\ ЛТР_{23} - \text{сверло...;} \\ \dots \end{array} \right\}$$

Здесь $МЛТР_1$ - множество технологических переходов; $МЛТР_2$ - множество режущих инструментов.

Полные типовые решения охватывают весь (полный, логически заверченный) круг решаемых задач. Примером полного типового решения является типовой технологический процесс. Множеством типовых решений этой группы может являться множество типовых технологических процессов, где каждое типовое решение есть технологический процесс изготовления деталей определенного типа. Пример множества полных типовых решений (МПТР):

$$МПТР_1 = \left\{ \begin{array}{l} ПТР_{11}: 005.Токарная.010.Токарная.015.Протяжная.020.Зубофрезерная... \\ ПТР_{12}: 005.Отрезная.010.Токарная.015.Токарная.020.Сверлильная... \end{array} \right\}$$

Здесь $ПТР_{11}$ - типовой технологический процесс изготовления шестерни; $ПТР_{12}$ - типовой технологический процесс изготовления втулки.

Типовые решения различают по своей структуре.

$МЛТР_1, МЛТР_2$ - это множества типовых решений с простейшей структурой (одноэлементных). Каждое типовое решение здесь является единицей проектирования, единым неизменным элементом, который может быть принят или не принят целиком. Никакие преобразования таких типовых решений не предусматриваются.

Более сложную структуру имеют полные типовые решения. Это решения многоэлементные, т.е. каждое состоит из совокупности элементов, которые в процессе проектирования могут быть рассмотрены отдельно. Элементы этих типовых

решений (маршрутных технологических процессов) – технологические операции. Для каждой операции необходимо назначит станок, произвести нормирование, т.е. рассмотреть в дальнейшем элементы этого типового решения – локальные типовые решения.

При автоматизированном проектировании технологических процессов применяют типовые и групповые технологические процессы.

55. Различные подходы к организации информационного фонда: размещение данных непосредственно в теле программы, запись данных в файл, использование баз данных, их преимущества и недостатки.

При автоматизированном проектировании для удовлетворения потребности прикладных программ и подсистем САПР, а также запросов пользователей в диалоговом режиме возникает необходимость в машинном представлении данных.

Информационный фонд САПР – это совокупность всех необходимых для функционирования САПР данных.

Информационное обеспечение САПР – это совокупность информационного фонда и средств его ведения, т.е. средств создания, реорганизации данных и обеспечения доступа к ним с использованием ЭВМ.

В состав информационного фонда входят:

нормативно – справочная информация (сведения о заготовках, типовых маршрутах обработки, станках, инструментах и т.д.);

записываемые временно данные, которые являются результатом функционирования одной подсистемы САПР и которые затем вводятся в другую подсистему;

программные модули отдельных подсистем, подпрограммы для разработки управляющих программ для станков с ЧПУ;

чертежи инструментов и приспособлений, операционные эскизы;

шаблоны для ввода информации и оформления документов, например, технологических карт и т.п.

Ведение информационного фонда на ЭВМ

Известны три подхода к организации информационного фонда:
 Размещение данных непосредственно в теле программы – см.

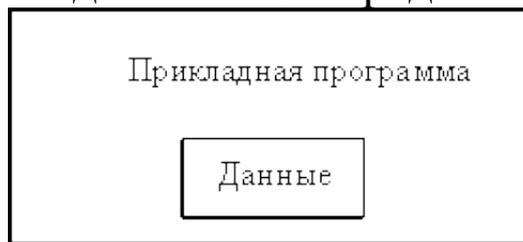


рис. 11.1.

Рис.11.1. Организация информационного фонда с размещением данных в теле программы

Запись данных в файлы – см. рис. 11.2.

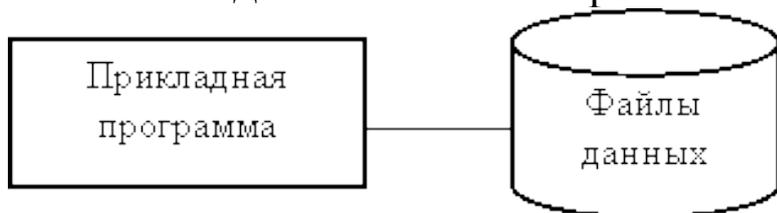


Рис.11.2. Организация информационного фонда с записью данных в файлы

Использование баз данных – см. рис. 11.3.



БнД – банк данных, БД – база данных, СУБД – система управления базой данных

Рис.11.3. Организация информационного фонда с использованием базы данных

В принципе все три подхода имеют право на существование при обоснованном и квалифицированном их использовании в каждом конкретном случае.

Первый подход на примере выбора модели зубошевинговального станка был рассмотрен в лекции 7. В случае, если данные необходимо будет модифицировать (например, станок демонтирован и данные о нем нужно удалить), то данный подход имеет существенный недостаток: **неизбежность модификации программы** для обновления или реорганизации данных.

Второй подход. При файловой организации информация записывается на винчестер отдельно от прикладной программы. Это обеспечивает относительную независимость прикладной программы от данных, т.е. исключает изменение программы в случае обновления данных. Если данные используются только конкретной прикладной программой, то такой подход вполне приемлем. Если нет, то очевиден следующий недостаток такого подхода. Часто одни и те же данные используются различными прикладными программами, в которых они имеют различную структуру и представлены по – разному. Это приводит к их необоснованному дублированию (избыточности) на диске.

Имеется еще один недостаток, который относится в целом ко второму подходу. К данным, рассредоточенным по десяткам файлов и организованным так, чтобы удовлетворять только запросам конкретных прикладных программ, нельзя обращаться пользователю, например, в диалоговом режиме.

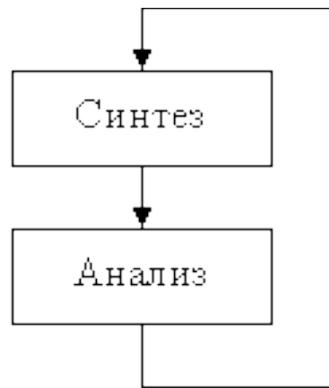


Рис.8.2. Общий принцип формирования технологического процесса
Структурный синтез реализуется на уровнях формирования операций и переходов, а параметрический – на уровне выбора базы, определения межпереходных размеров, расчета режимов резания и т.д. (см. рис. 8.1).

В зависимости от степени полноты реализации синтеза (главным образом структурного) и анализа можно выделить три основных методики автоматизированного проектирования технологического процесса: 1. Метод прямого проектирования (документированного). 2. Метод анализа (адресации, аналога). 3. Метод синтеза.

В реальной САПР технологических процессов может быть реализован один метод или любая комбинация данных методов.

Метод прямого проектирования

Данный метод предполагает, что подготовка проектного документа (технологической карты) возлагается на самого пользователя, выбирающего типовые решения различного уровня из базы данных в диалоговом режиме.

Заранее создается и заполняется технологическая база данных, включающая в себя информацию об имеющихся на предприятии заготовках, станках, приспособлениях, инструментах и т.д. База данных имеет структурированный характер, т.е. четко разделена на разделы, подразделы, страницы, отдельные поля (фразы).

Пользователю представляются меню на разных уровнях проектирования для выбора заготовок, операций, станков, приспособлений, переходов, инструментов и т.д. Выбранная пользователем из базы данных информация автоматически

вносятся в графы и строки шаблона технологической карты. После этого в режиме редактирования информация при необходимости может редактироваться, а затем распечатываться в форме, предусмотренной соответствующим ГОСТом.

Метод анализа:

В его основе лежат полные типовые решения. Данный метод исходит из того, что структура индивидуального технологического процесса не создается заново. Она определяется в соответствии с составом и структурой одного из унифицированных технологических процессов, т.е. соответствующего типового или группового технологического процесса. Это осуществляется путем *анализа необходимости* каждой операции и перехода с последующим уточнением всех решений на уровнях декомпозиции «сверху – вниз». Т.о., этот метод воплощает идею «от общего к частному».

Этот метод в общем случае реализует следующую схему проектирования: ввод описания чертежа детали – определение конструктивно – технологического кода детали – поиск по коду в базе данных приемлемого унифицированного (типового или группового) технологического процесса – анализ его структуры – доработка в соответствии с описанием чертежа детали – оформление индивидуального технологического процесса.

Использование данного метода на этапе разработки и адаптации САПР ТП к условиям конкретного предприятия предполагает большую подготовительную работу. Из множества деталей заводской номенклатуры формируются группы, имеющие общие конструктивно – технологические признаки, способы обработки. Далее возможны два подхода:

В каждой группе выбирается деталь – представитель и для нее разрабатывается типовой технологический процесс. Все типовые технологические процессы для всех групп деталей заносятся в ЭВМ. При разработке индивидуального технологического процесса из типового технологического процесса, как правило, исключаются лишние операции и

переходы. Иногда, что гораздо реже, недостающие операции и переходы могут добавляться в режиме ручного редактирования технологического процесса. Далее уточняется оборудование, технологическая оснастка, выбираются или рассчитываются режимы резания, рассчитываются нормы времени.

Для каждой группы формируется обобщенная модель всех деталей – комплексная деталь. Она включает все многообразие поверхностей рассматриваемой группы. Для комплексной детали разрабатывается унифицированный (групповой) технологический процесс. Он заведомо является избыточным, т.е. содержит операции и переходы по обработке всех деталей группы. Разработка индивидуального технологического процесса заключается в анализе необходимости включения в него операций и переходов из соответствующего группового технологического процесса. Или, другими словами, из группового технологического процесса исключаются лишние операции и переходы (см. рис.8.3). Затем выполняется, как и в первом случае, так называемая параметрическая настройка: уточнение оборудования, технологической оснастки, выбор или расчет режимов резания и т.д.

Так, например, в САПР «ТехноПро» (распространяется АО «Топ Системы», г. Москва) применен метод классификации деталей, аналогичный методу групповых технологических процессов и противоположный методу типовых технологических процессов. При использовании типовых технологических процессов детали разбиваются на возможно большее количество групп, для каждой из которых разрабатывается типовой технологический процесс. В ТехноПро напротив, как можно большее количество деталей объединяются в одну группу. По мере расширения группы возрастает гарантия того, что технологические процессы изготовления новых деталей будут автоматически спроектированы ТехноПро.

Для автоматического проектирования технологических процессов на основе принципа анализа в ТехноПро

необходимо создать базу данных. Для этого нужно сгруппировать детали, в основном по сходству технологии их изготовления. При этом для каждой группы создается общий технологический процесс, который содержит весь перечень операций изготовления всех деталей группы. Для создания общего технологического процесса используются технологические процессы, уже освоенные в производстве. Можно использовать «бумажные» варианты технологических процессов с последующим их «превращением» в электронный вариант или конкретные технологические процессы, созданные в ходе работы с ТехноПро в диалоговом режиме.

Создание общего технологического процесса осуществляется в следующей последовательности. Один из технологических процессов группы принимается за базовый и вводится в виде общего технологического процесса (можно скопировать один из конкретных технологических процессов, созданных в ходе работы в ТехноПро в диалоговом режиме). Затем в него добавляются недостающие операции и переходы из других технологических процессов (конкретных технологических процессов).

При добавлении выявляются признаки, в зависимости от которых необходимо выбирать ту или иную операцию, переход или маршрут. Проверка каждого из признаков вносится в виде условий в базу ТехноПро. Примерами таких условий являются проверки: вида заготовки, марки или твердости материала детали, габаритов детали, наличия определенных элементов конструкции (поверхностей), их размеров и т.д.

После создания общего технологического процесса можно приступать к автоматическому проектированию индивидуальных технологических процессов.

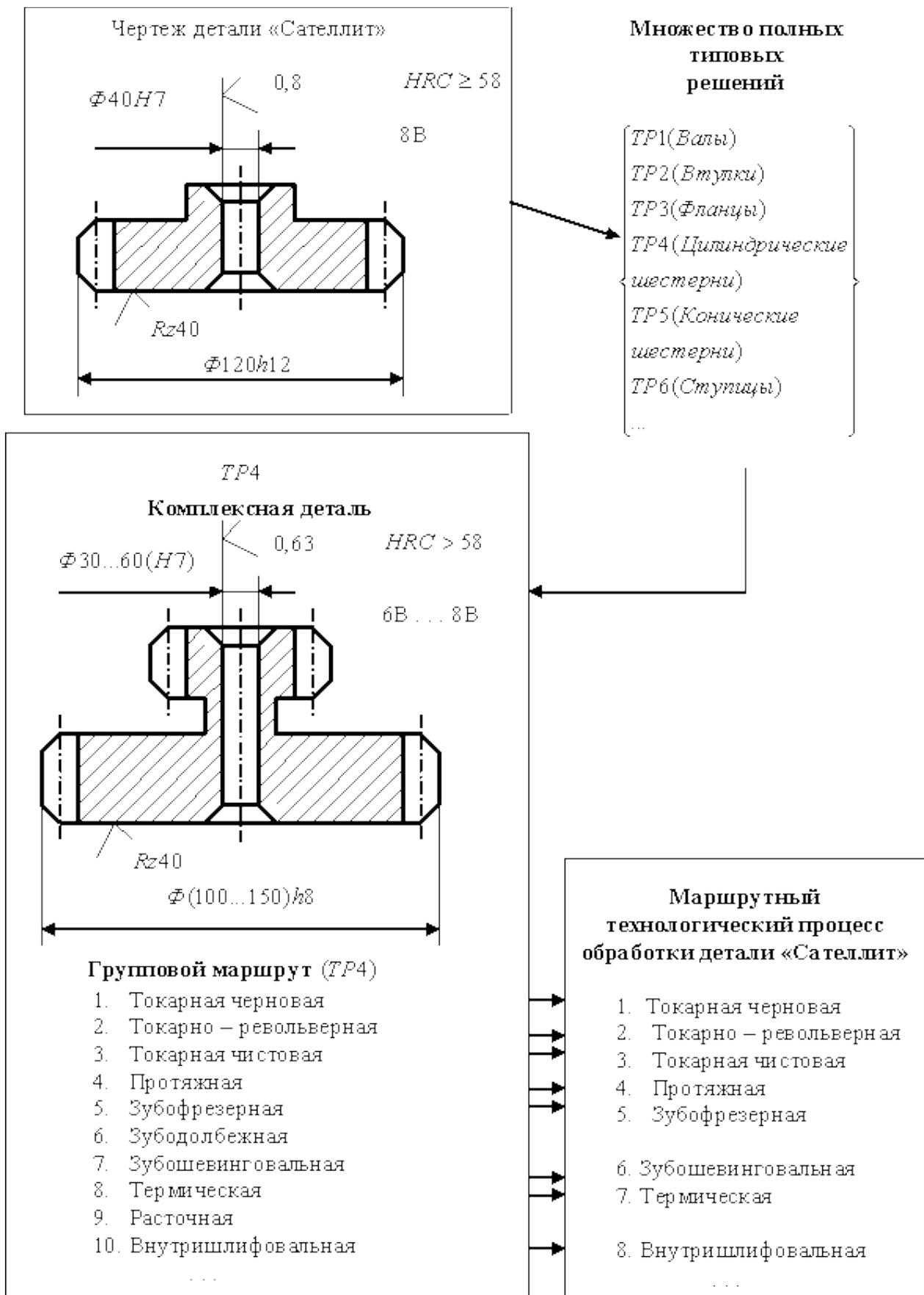


Рис. 8.3. Схема проектирования маршрута обработки на базе группового технологического процесса

Для этого достаточно создать описание конструкции детали, для которой необходимо спроектировать технологический процесс ее обработки. Описание можно взять (считать

автоматически) с электронной версии параметрического чертежа детали, созданного посредством системы геометрического моделирования T – FLEX (разработка уже упомянутой ранее фирмы «Топ Системы»). Описание чертежа детали можно создать также без использования графических средств, вводя необходимые данные с клавиатуры. Для ускорения можно скопировать подобную деталь из уже имеющихся в базе системы конкретных технологических процессов или скопировать макет общего технологического процесса.

Описание чертежа детали заключается в заполнении общих сведений о детали (данные из штампа и технические требования чертежа) и параметров элементов конструкции (поверхностей), имеющихся на чертеже детали.

После создания описания детали ей назначается общий технологический процесс соответствующей группы деталей. Затем запускается процесс автоматического формирования технологического процесса. В течение этого процесса ТехноПро выбирает из назначенного общего технологического процесса операции и переходы, необходимые для изготовления каждого элемента конструкции детали и переносит их в конкретный технологический процесс. Затем из выбранного перечня система отбрасывает операции и переходы, обеспечивающие лучшее качество изготовления поверхностей детали по сравнению с указанными требованиями на чертеже.

После этого система отбрасывает из конкретного технологического процесса операции и переходы, в которых условия их выбора не выполнены. Далее ТехноПро производит расчеты, имеющиеся в условиях оставшихся операций и переходов.

Затем система рассчитывает технологические размерные цепи с учетом значений припусков, указанных в переходах общего технологического процесса.

Далее система выполняет условия подбора технологического оснащения операций и переходов и выполняет имеющиеся в

этих условиях расчеты режимов обработки и норм изготовления.

В конце процесса проектирования система формирует тексты переходов, заменяя имеющиеся в них параметры на конкретные значения. Значения параметров выбираются в зависимости от типа выполняемой обработки – предварительной или окончательной.

Создавая общие технологические процессы и условия, технолог «обучает» ТехноПро проектированию технологии конкретного (своего) производства. Однажды обучив систему, технолог может быть уверен, что ТехноПро никогда не забудет производственных нюансов проектирования технологических процессов.

Метод анализа является основным методом проектирования технологических процессов при эксплуатации гибких производственных систем. Его применение дает наибольший эффект при внедрении на производстве групповых и типовых технологических процессов. Это объясняется тем, что этот метод не нарушает существующей специализации и традиций производственных подразделений, упрощает процесс проектирования, не требует трудноформализуемых процедур синтеза новых технологических процессов.

Метод синтеза в САПР технологических процессов:

В основе метода синтеза лежат локальные типовые решения. Алгоритмы построения САПР на основе метода синтеза существенно отличаются друг от друга. Причины этого состоят в следующем:

Процедуры разработки (синтеза) технологических процессов относятся к разряду трудноформализуемых.

Ряд САПР, построенных по методу синтеза, ориентированы на проектирование технологических процессов изготовления деталей определенного класса (например, «тел вращения»).

С целью исключения циклов при разработке технологии и обеспечения линейной стратегии проектирования некоторые разработчики САПР отошли от классической схемы

проектирования технологических процессов «маршрут – операция – переход» и т.д.

Ниже рассмотрим один из подходов в реализации метода синтеза в САПР технологических процессов.

Реализация линейной стратегии проектирования в САПР технологических процессов (версия кафедры «Технология машиностроения» Ярославского государственного технического университета).

Упрощенная схема этого метода:

Ввод описания чертежа детали.

Синтез маршрутов (планов) обработки для всех поверхностей детали.

Синтез принципиальной схемы технологического процесса.

Синтез маршрута обработки детали.

Синтез состава и структуры операций технологического процесса.

Доработка технологического процесса (расчет режимов резания, нормирование).

Оформление документации.

Ввод описания чертежа детали и оформление документации являются общими этапами для всех методик проектирования технологических процессов в САПР. Они включены для полноты картины проектирования технологического процесса. В данной лекции первый этап не рассматривается, а седьмой – в укороченной интерпретации.

Синтез маршрутов обработки поверхностей

Маршрут обработки поверхности (МОП) – это последовательность методов (видов, переходов одного метода) обработки, необходимых для достижения требуемых чертежом детали параметров поверхности. Такими параметрами являются:

геометрический тип поверхности;

точность размера;

шероховатость;

вид термообработки и т.д.

Между методами обработки и параметрами поверхности существует связь, описываемая функцией

$$M_i: P_i \rightarrow P_{i+1}$$

Т.е. поверхность с параметрами более низкого качества P_i преобразуется в поверхность с параметрами более высокого качества P_{i+1} посредством метода M_i .

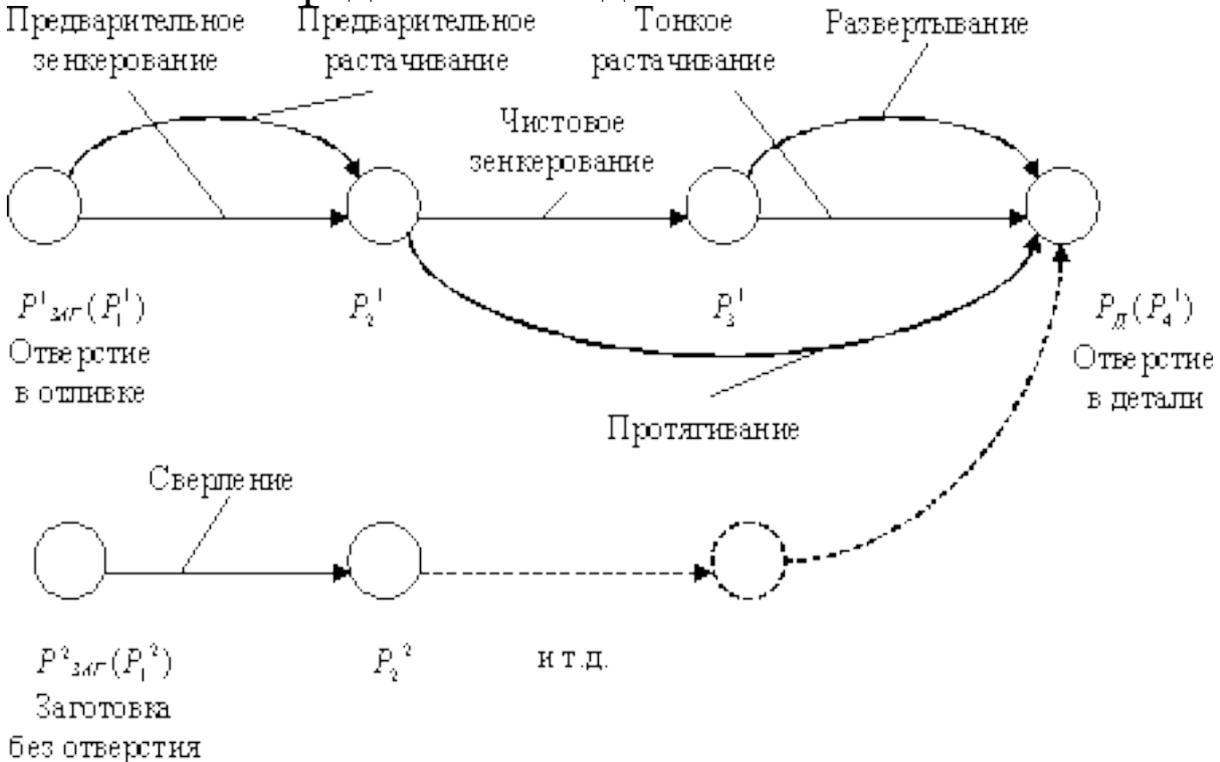


Рис.9.1. Пример представления вариантов обработки поверхности детали

Любая последовательность дуг графа, приводящая из вершины (вершин) $P_{заг}$, характеризующей (характеризующих) поверхность заготовки, в вершину $P_{д}$, соответствующую поверхности детали, представляет вариант МОП.

Количество возможных методов обработки и МОП очень велико. На конкретном предприятии оно ограничивается возможностями существующего оборудования. Это сокращает количество альтернативных МОП, но проблема (задача) выбора конкретного МОП для конкретной поверхности остается.

Большинство алгоритмов назначения возможных МОП в САПР технологических процессов строится на основе таблиц соответствий. Их структура и принципы (алгоритмы) работы с ними будут рассматриваться и далее.

Пример. Выбор возможных вариантов маршрута обработки торцевой поверхности детали типа «Тело вращения». Возможные маршруты обработки поверхности и таблица соответствий для их выбора показаны соответственно в таблицах 9.1 и 9.2.

Таблица 9.1

Маршруты обработки поверхностей деталей типа «тел вращения» (фрагмент базы данных)

Код МОП	Код метода обработки	Вид обработки	Параметры поверхности после обработки	
			Квалитет	Ra, мкм
12	100	Черновое точение	16	25
	101	Получистовое точение	14	12,5 ... 6,3
13	100	Черновое точение	16	25
	101	Получистовое точение	14	12,5 ... 6,3
	102	Чистовое точение	13 ... 11	3,2
14	100	Черновое точение	16	25
	101	Получистовое точение	14	12,5 ... 6,3
	102	Чистовое точение	13 ... 11	3,2
	103	Тонкое точение	11 ... 8	1,6
15	100	Черновое точение	16	25
	101	Получистовое точение	14	12,5 ... 6,3
	502	Получистовое шлифование	11 ... 8	3,2

Таблица 9.2

Таблица соответствий для выбора МОП (фрагмент)

Код М О П	Условия выбора МОП													
	Код типа поверхности			Точность размера, квалитет					Ra, мкм					...
	Цил.	Торц.	...	16	14	13	11	...	25	12,5	3,2	1,6	...	...
						11	8			6,3				
12	0	1	...	0	1	0	0	...	0	1	0	0	...	...
13	0	1	...	0	0	1	0	...	0	0	1	0	...	...
14	0	1	...	0	0	0	1	...	0	0	0	1	...	...
15	0	1	...	0	0	0	1	...	0	0	1	0	...	...
...

Примечание: границы диапазонов (13 ... 11; 11 ... 8; 12,5 ... 6,3) входят в соответствующий диапазон.

Левая часть таблицы соответствий, обозначающая строки, представляет собой множество типовых решений (здесь множество МОП).

Верхняя часть таблицы соответствий, обозначающая столбцы, - условия выбора или применимости типовых решений (здесь МОП) и их числовые значения.

Центральная часть таблицы соответствий – булева матрица, обозначающая связи между условиями выбора типовых решений (здесь МОП) и самими типовыми решениями (1 – наличие связи, 0 – отсутствие связи).

По имеющемуся комплексу исходных данных из таблицы соответствий принимаются те решения, в строках которых булева матрица имеет единицы для всех значений факторов, входящих в условия применимости. Из таблицы соответствий может быть выбрано одно или несколько решений.

Например, требуется выбрать маршрут обработки поверхности детали со следующими параметрами:

а) торцовая поверхность, 14 квалитет, Ra 12,5 – МОП с кодом «12»;

б) торцовая поверхность, 11 квалитет, Ra 3,2 – МОП с кодами «13» и «15».

Если выбрано одно решение, то оно окончательное. Если выбрано несколько решений, то окончательное из них выбирается с привлечением методов оптимизации или пользователем (технологом).

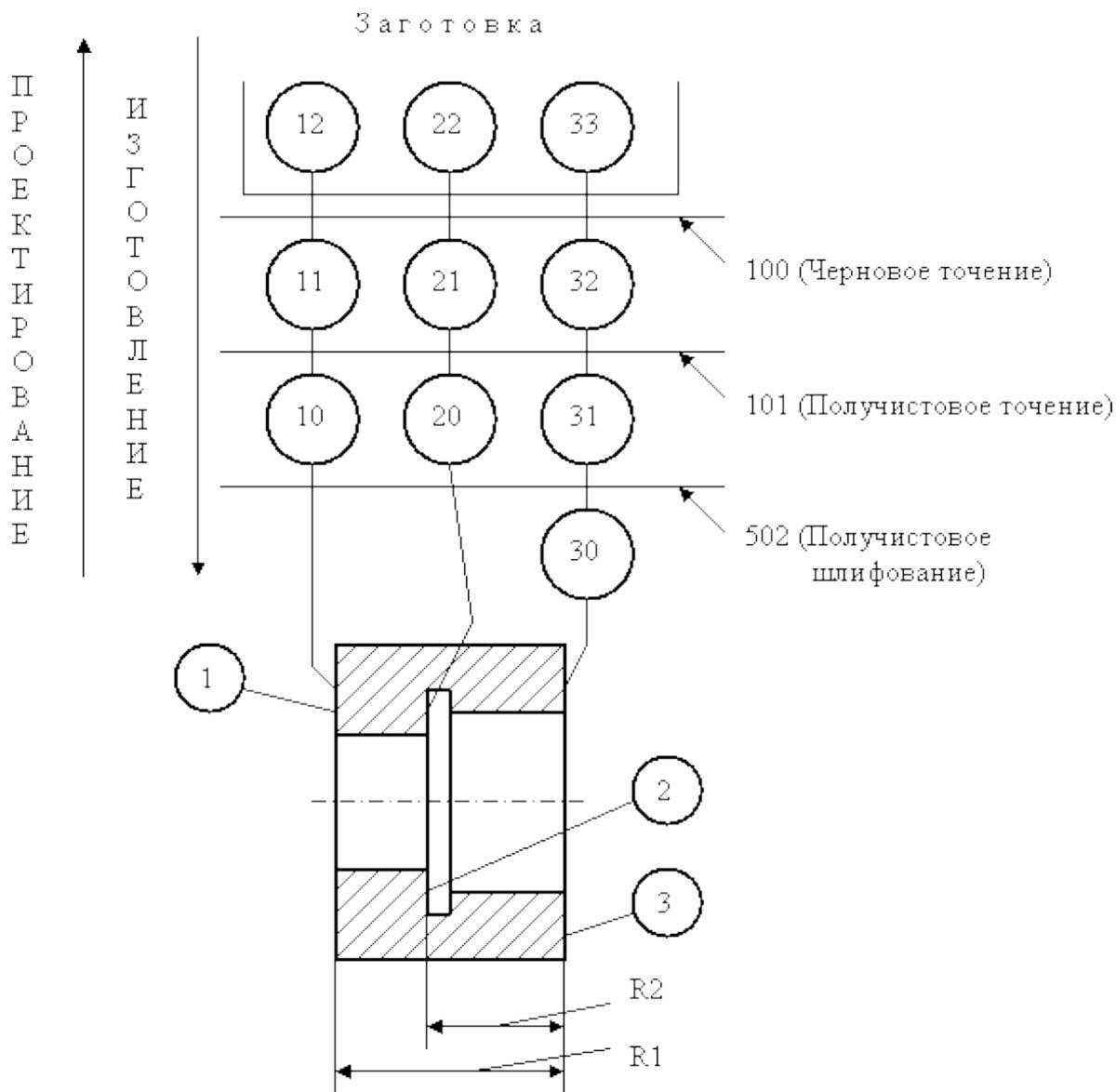


Рис.9.2. Результаты синтеза маршрутов обработки торцовых поверхностей детали «втулка»

Рассмотрим еще пример. Покажем результаты синтеза маршрутов обработки трех торцовых поверхностей детали «втулка» в виде трех линейных графов (на базе предыдущих таблиц) – рис.9.2.

На рисунке 9.2 приняты следующие обозначения: 10, 11, 12, 20, . . . , 31, 32, 33 – промежуточные состояния поверхностей детали «втулка». Например, 31 – первое промежуточное состояние третьей поверхности (по направлению «от детали»).

Синтез принципиальной схемы технологического процесса

Дальнейшая задача заключается в том, чтобы из отдельных МОП построить допустимые варианты технологического процесса обработки детали. Один из подходов заключается в следующем. В базе данных хранится принципиальная схема,

разбивающая будущий технологический процесс на последовательность отдельных этапов обработки. Наличие принципиальной схемы позволяет вести проектирование технологического процесса в порядке, обратном изготовлению детали, т.е. от заключительных этапов с известных из чертежа параметров детали, к черновым этапам, заканчивая выбором размеров и формы заготовки.

Принципиальная схема технологического процесса построена на основе анализа обработки деталей различных классов с учетом возможных комбинаций термической и последующей механической обработки.

57. Назначение и возможность САПР «Компас-График»

КОМПАС – ГРАФИК (чертежно – конструкторского редактора); способен разрабатывать ТП в режиме прямого документирования в диалоговом режиме с помощью специальных процедур к справочным базам данных.

В системе реализована процедура, позволяющая проектировать сквозные технологии, включающие одновременно операции механообработки, штамповки, термообработки, сборки, сварки и т.д.

В комплект разрабатываемой документации входят: титульный лист, карта эскизов, маршрутная, маршрутно – операционная, операционная карты ТП, ведомость оснастки, материалов и другие документы в соответствии с ГОСТ. В базовую поставку системы включены более 60 видов технологических карт. Они выполнены в среде MS Excel. Распечатывать их можно как в горизонтальном, так и вертикальном исполнении. При необходимости пользователь может разрабатывать новые карты, а также вносить изменения в существующие образцы. Эскизы и графическая часть технологических карт выполняются в среде КОМПАС – ГРАФИК и вставляются в листы MS Excel как OLE – объекты.

Для разработки документов произвольной формы используется специальный генератор отчетов, также формирующий технологические карты в среде MS Excel.

Режущий инструмент

59. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ.

Назначение станков с ЧПУ – автоматизированная комплексная обработка сложных деталей мелкими сериями. Станки с ЧПУ работают в автоматическом режиме, поэтому их инструментальная оснастка должна удовлетворять требованиям автоматизированного производства и, кроме того, обладать гибкостью, позволяющей без переналадки выполнять разнообразные технологические операции при изготовлении различных деталей. Для выполнения каждой операции (перехода) применяют инструментальные блоки, представляющие собой функциональную сборочную единицу в виде режущего и вспомогательного (зажимного) инструмента. Инструментальные блоки должны обеспечивать высокую точность позиционирования (установки) инструмента по отношению к базам станка, возможность регулирования размеров и автоматическую замену блоков. Решение данной задачи достигается применением системы вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ. Применяемая в машиностроении система вспомогательного инструмента имеет три подсистемы: а) подсистему вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ сверлильно-расточной и фрезерной групп; б) подсистему вспомогательного инструмента с цилиндрическим хвостовиком для станков с ЧПУ токарной группы; в) подсистему вспомогательного инструмента с базирующей призмой для станков с ЧПУ токарной группы. Для снижения затрат на вспомогательный инструмент и для удобства эксплуатации важным условием эффективности подсистемы вспомогательного инструмента является его минимальное количество, обеспечивающее возможность закрепления максимально возможного числа инструментов различных типов и размеров. Важным фактором унификации инструментальной оснастки является принятие единых исполнений присоединительных поверхностей инструмента и станков.

60. Виды свёрл, их назначение.

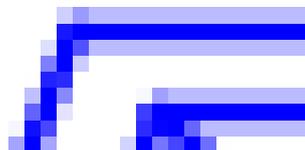
По конструкции все существующие типы сверл сводятся к следующим основным группам: спиральные сверла, сверла с прямыми канавками, перовые сверла, сверла для глубоких отверстий, сверла для кольцевого сверления, центровочные сверла и специальные комбинированные сверла. Каждый из приведенных типов имеет значительное количество разновидностей конструкций.

Сверла для глубоких отверстий. Если глубина отверстий превышает $5D$, то такие отверстия называют глубокими. При большой глубине условия резки резко изменяются: ухудшается отвод стружки и тепла, уменьшается жесткость сверл и т.д. Поэтому спиральное сверло здесь непригодно.

Сверла для кольцевого сверления. При сверлении отверстий большого диаметра ($D > 8$ мм) вырезается кольцевая полость, а в середине остается сердечник, который затем может быть удален. Такое сверло состоит из корпуса с закрепленными в нем ножами, причем режущие кромки ножей выступают со стороны торца, наружного диаметра корпуса и со стороны его внутреннего диаметра. При вращении ножи вырезают кольцевую полость. За трапециевидным прорезным ножом следует плоский зачистной.

Спиральные сверла – наиболее распространенный вид сверл.

Сверло с прямыми канавками предназначено для сверления в чугуне и в хрупких материалах отверстий глубиной до 2-3 диаметров.



61. Конструктивные элементы и геометрия зенкеров, их назначение.

Процесс зенкерования осуществляется с помощью инструмента называемого зенкером, который служит для дальнейшей обработки отверстий, полученных после отливки, штамповки или сверления. Это инструмент для получистовой и чистовой обработки отверстий.

По характеру работы зенкер подобен сверлу при рассверливании отверстия.

По конструкции и оформлению режущих кромок зенкер, предназначенный для увеличения диаметра отверстий, несколько отличается от сверла.

Рабочая часть зенкера снабжена режущими перьями и состоит из двух частей: режущей и калибрующей. Режущая (заборная) часть, наклоненная к оси под главным углом в плане φ (угол конуса режущей части 2φ), выполняет основную работу резания.

Калибрующая часть служит для направления инструмента при работе, для калибрования отверстий и сохранения размера инструмента после его переточки.

Режущая часть зенкера имеет передний угол γ , задний угол α , угол заострения β и угол резания δ .

62. Конструктивные элементы и геометрия разверток, их назначение.

Процесс развертывания осуществляется с помощью инструмента называемого разверткой, которая служит для чистовой обработки отверстий после сверления, зенкерования или растачивания и обеспечивает допуск по Н6-Н11 и параметры шероховатости $Ra=2,5-0,16$ мкм.

Рабочая часть развертки снабжена режущими перьями и состоит из двух частей: режущей и калибрующей. Режущая (заборная) часть, наклоненная к оси под главным углом в плане φ (угол конуса режущей части 2φ), выполняет основную работу резания.

Калибрующая часть служит для направления инструмента при работе. Она состоит из двух участков: цилиндрического и конического, так называемого обратного конуса. Обратный конус делается для уменьшения трения инструмента об обработанную поверхность и уменьшения величины разбивки отверстия.

Режущая часть развертки имеет передний угол γ , задний угол α , угол заострения β и угол резания δ .

63. Расточной инструмент.

Для расточных операций применяют следующие типы инструментов: - стержневые резцы с одной режущей фомкой; - двусторонние пластинчатые резцы (резцы-блоки) с двумя или более режущими фомками; - расточные головки с одной или несколькими режущими кромками.

Расточные инструменты изготавливают «быстрорежущей» стали и оснащают пластинами из твердых сплавов. Их применяют на токарных, револьверных станках, автоматах, автоматических линиях, многоцелевых и расточных станках.

При работе на станках токарной группы инструмент не вращается, а вращается заготовка.

При работе на многоцелевых, расточных станках и частично на станках, встроенных в автоматические линии, заготовка «подвижно» закреплена на столе станка, а вращается инструмент.

Стержневые резцы с одной режущей фомкой применяют для растачивания

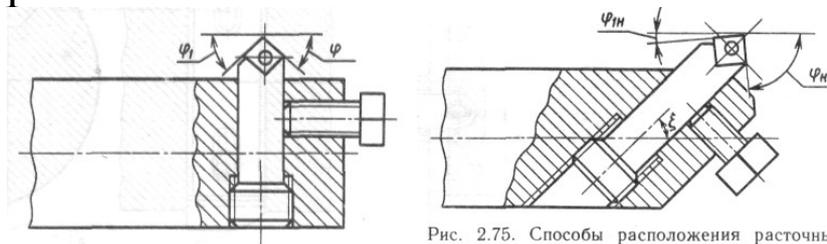


Рис. 2.75. Способы расположения расточных резцов при креплении их в оправках

отверстий как при вращающейся, так и при неподвижной заготовке.

Резцы крепят непосредственно в суппорте стола или устанавливают на оправке. Резцы оснащают пластинами из быстрорежущей стали или твердого сплава, а также многогранными пластинами из твердого сплава с отверстием или без него. Державки выполняют различной формы: круглой, квадратной, прямоугольной. При расположении резца относительно оси отверстия под некоторым углом ξ углы в плане у резца меняются: $\varphi_n = \varphi + \xi$, $\varphi_{1n} = \varphi_1 - \xi$. Это надо учитывать при проектировании резца.

Для обеспечения необходимых углов α и γ надо установить резец в оправке так, чтобы его вершина была расположена на оси обрабатываемого отверстия. Для растачивания точных отверстий в случае необходимости подналадки размера на станке применяют расточные оправки, оснащенные микробором. Оправки такой конструкции позволяют растачивать отверстия, начиная с диаметра 20 мм. Точность установки резца 0,01—0,005 мм.

Установку резца контролируют по нониусу. Для использования в микроборах применяют резцы с напайными пластинами из твердого сплава и оснащенные многогранными пластинами.

Двусторонние пластинчатые резцы и блоки применяют для растачивания отверстий диаметров более 40 мм. По сравнению с однолезвийным инструментом они обладают большей производительностью. Пластинчатые резцы изготовляют целиком из быстрорежущей стали, а также оснащают пластинами из этой стали или из твердого сплава. Для лучшего использования и продления срока службы пластинчатые резцы изготавливают сборной конструкции из двух частей.

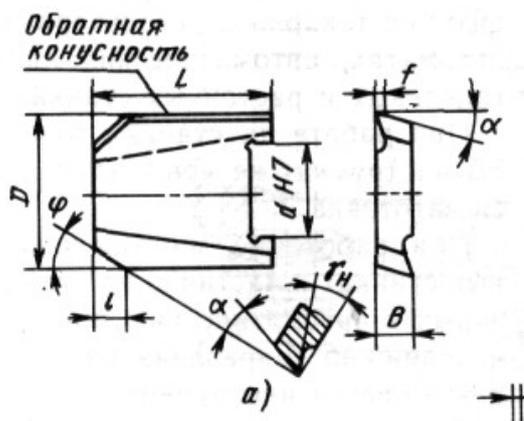


Рис. 2.76. Двусторонние резцы и блоки

Такая конструкция резцов позволяет регулировать рабочий размер. Пластинчатый расточной резец цельной конструкции показан на рис. 2.76, а. Главные режущие кромки прямолинейны и наклонены к оси под главным углом в плане, выбираемом в пределах $30\text{—}60^\circ$. На калибрующей части делают обратную конусность в пределах $0,04\text{—}0,15$ мм на 100 мм длины. На нерабочем торце резца делают центрирующий паз для фиксации его на оправке.

Расточные блоки состоят из корпуса с одной или несколькими парами регулируемых на необходимый размер резцов. Их применяют для предварительной и окончательной обработки отверстий в корпусных деталях.

Конструкция расточного блока с многогранными твердосплавными пластинами состоит из корпуса, двух

четырёхгранных пластин, двух подкладок и крепежных деталей и . Этот блок применяют при растачивании отверстий диаметром 50—150 мм. Расчет углов установки многогранных пластин в корпусе аналогичен расчету углов для зенкеров.

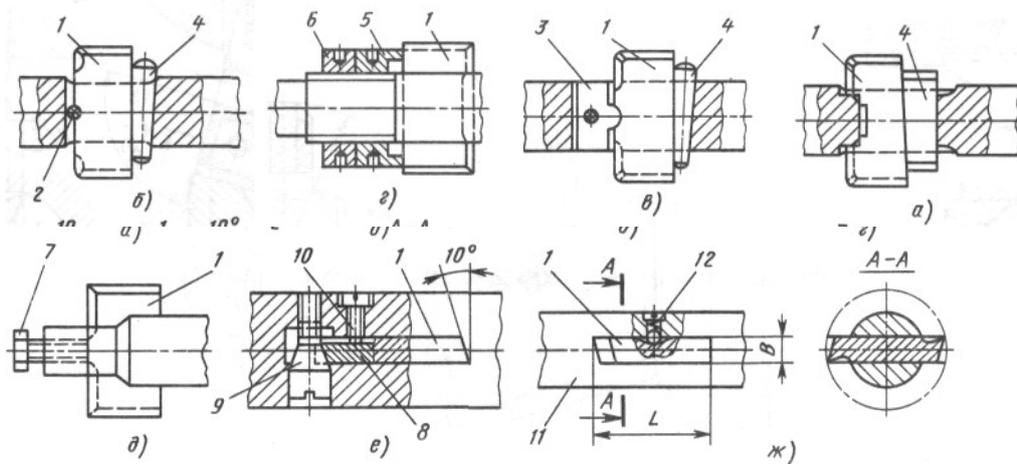


Рис. 2.77. Основные типы крепления двусторонних пластинчатых резцов и блоков в оправках

Применение пластинчатых резцов уменьшает разбивку отверстия в процессе обработки и улучшает качество обработки.

Расточные головки обладают большей производительностью по сравнению с другими расточными инструментами. Их широко применяют в автоматизированных производствах, в том числе на станках с ЧПУ.

64. Абразивные инструменты.

Абразивные инструменты изготавливаются в виде шлифовальных кругов различного профиля и размеров, брусков, пластин, шкурки. Абразивы используют также в виде порошков и паст.

При изготовлении кругов абразивные материалы имеют вид зерен. Они должны обладать высокой твердостью, иметь хорошую теплоустойчивость, а при своем затуплении хорошо дробиться и образовывать новые острые лезвия. Все абразивные материалы делятся на две группы: естественные и искусственные. К естественным материалам относятся корунд и наждак, состоящие из Al_2O_3 и примесей. Широкого применения они не получили из-за низких режущих свойств.

Из искусственных абразивных материалов наиболее широкое распространение получили: электрокорунд, карбид кремния, карбид бора, синтетический алмаз, кубический нитрид бора (КНБ), белбор.

Электрокорунд представляет кристаллическую окись алюминия Al_2O_3 , являющуюся очищенным продуктом плавки глинозема (бокситов). Различают несколько видов электрокорунда: нормальный, белый, хромистый, титанистый и монокорунд.

Наибольшее применение получил электрокорунд нормальный. Выпускается он нескольких марок: 16А, 15А, 14А, 13А, 12А. Применяется электрокорунд нормальный при черновом, получистовом и чистовом шлифовании сталей и чугунов, а также для заточки режущего инструмента из инструментальной стали.

Электрокорунд белый 25А, 24А, 23А, 22А превосходит по своим режущим свойствам электрокорунд нормальный, так как в нем содержится меньше примесей. Он применяется при шлифовании прочных и вязких сталей (незакаленных и закаленных), ковкого чугуна, заточки инструментов из быстрорежущей стали.

Электрокорунд х р о м и с т ы и 34А, 33 А, 32 А получают при плавке в электропечах глинозема с добавлением хромистой руды. Зерна его имеют розовую окраску, содержание в нем Al_2O_3 не менее 97 %, CrO до 2 %.

Электрокорунд т и т а н и с т ы й 37 А получают при плавке в электропечах глинозема с добавлением соединений титана. Выплавленный материал подвергается дроблению и просеиванию и содержит Al_2O_3 не менее 97, TiO_2 не менее 2 %.

Постоянство физико-механических свойств и высокая вязкость зерен электрокорунда хромистого и титанистого создают предпосылки для использования их при напряженных режимах шлифования углеродистых и конструкционных сталей, а также для высокоточных работ и доводочных операций.

Монокорунд 45А, 44А, 43А отличается высокой прочностью и более высокими режущими свойствами и содержит 97...98 % Al_2O_3 . Применяется для обработки весьма прочных сталей, ковкого чугуна, быстрорежущей стали.

Карбид кремния (карборунд) представляет химическое соединение кремния с углеродом SiC . Он изготавливается путем спекания в электропечах кварцевого песка с углеродом в виде кокса и выпускается двух видов: ч е р н ы й 55С, 54С, 53С, 52С и з е л е н ы й 64С, 63С, 62С. В настоящее время для упрощения используют обозначения карбида кремния зеленого и черного 6С и 5С, электрокорунда белого 2А и т. д.

Под зернистостью абразивных материалов понимают размеры их зерен. По своим размерам (крупности) они делятся по номерам: 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16, 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3, М63, М50, М40, М28, М20, М14, М10, М7, М5.

По размерам зерна абразивные материалы делятся на следующие группы: шлифзерно — 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16; шлифпорошки — 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3; микропорошки — М63, М50, М40, М28, М20, М14; тонкие микропорошки — М10, М7, М5.

Зернистость шлифзерна и шлифпорошка определяется размером стороны ячейки контрольного сита (в сотых долях миллиметра). Шлифзерно 200 при просеивании остается на сите с сеткой, у которой номинальный размер стороны ячейки на просвет равен 2000 мкм; 160— на сите с ячейкой 1600 мкм; 5— на сите с ячейкой 50 мкм и т. д.

Зернистость микропорошков определяется размером зерен основной фракции в микрометрах, например, М40 — 40...28 мкм, М28 — 28...20, М5 — 5...3 мкм.

Согласно ГОСТ 3647—80, различают следующие фракции зерна: В (60...55%), П(55...45%), Н(45...40%), Д(43...39% зерен основной фракции).

Для эльбора различают три группы зернистости: шлифзерно (Л25...Л16), шлифпорошки (Л12...Л4) и микропорошки (ЛМ40...ЛМ1). Необходимо отметить, что эльборовые зерна

имеют шероховатость поверхности, подобную шероховатости естественных алмазных зерен.

Связка служит для скрепления отдельных абразивных зерен в единое тело (ГОСТ 21445-84). От нее в большой степени зависит прочность удержания зерен в шлифовальном круге. Различаются два вида связок: органические и неорганические. К неорганическим относятся керамическая, магнезиальная и силикатная.

Под твердостью кругов понимается способность связки удерживать абразивные зерна от вырывания их с поверхности круга под действием внешних сил, или степень сопротивления связки вырыванию зерен круга из материала связки.

Выбор твердости шлифовальных кругов имеет большое значение. При правильном выборе твердости зёрна по мере затупления самопроизвольно выкрашиваются, обнажая новые острые зерна, т. е. идет процесс самозатачивания. При слишком твердом круге этого процесса не происходит, ! поэтому наступает засаливание рабочей поверхности круга, способствующее резкому возрастанию контактной температуры, а следовательно, появлению прижогов даже шлифовочных трещин.

65. Виды фрез, их назначение.

Фреза — лезвийный инструмент для обработки с вращательным главным движением резания инструмента без возможности изменения радиуса траектории этого движения и хотя бы с одним движением подачи, направление которого не совпадают с осью вращения (ГОСТ 25751—83). Фрезы представляют собой тела вращения с формой производящей поверхности, зависящей от формы обрабатываемой поверхности и расположения оси фрезы относительно детали. При работе производящая поверхность фрезы с образованными на ней зубьями касается обрабатываемой поверхности.

Кинематика процесса фрезерования характеризуется вращением фрезы вокруг своей оси и движением подачи заготовки или фрезы, которое может быть прямолинейным

(поступательным), вращательным или винтовым. При прямолинейном движении подачи обрабатывают плоскости, уступы, пазы, детали с фасонной образующей и прямолинейной направляющей. При вращательном движении подачи обрабатывают поверхности вращения, а при винтовом движении подачи — винтовые поверхности.

Фрезерование является одним из наиболее распространенных методов обработки. Из общего парка металлообрабатывающего оборудования в машиностроении удельный вес фрезерных станков составляет около 20 %, а в отдельных отраслях машиностроения — до 60 %. По уровню производительности фрезерование уступает только наружному протягиванию.

Отклонения размеров деталей после обработки фрезерованием могут находиться в пределах 7—9-го квалитетов (ГОСТ 25347—82) при параметрах шероховатости до $Ra=1,25$ мкм (ГОСТ 2789—73).

Фрезы отличаются большим разнообразием типов, форм и назначения как стандартизованных (рис. 2.35), используемых на универсальных фрезерных станках, так и специальных, проектируемых для обработки конкретных изделий.

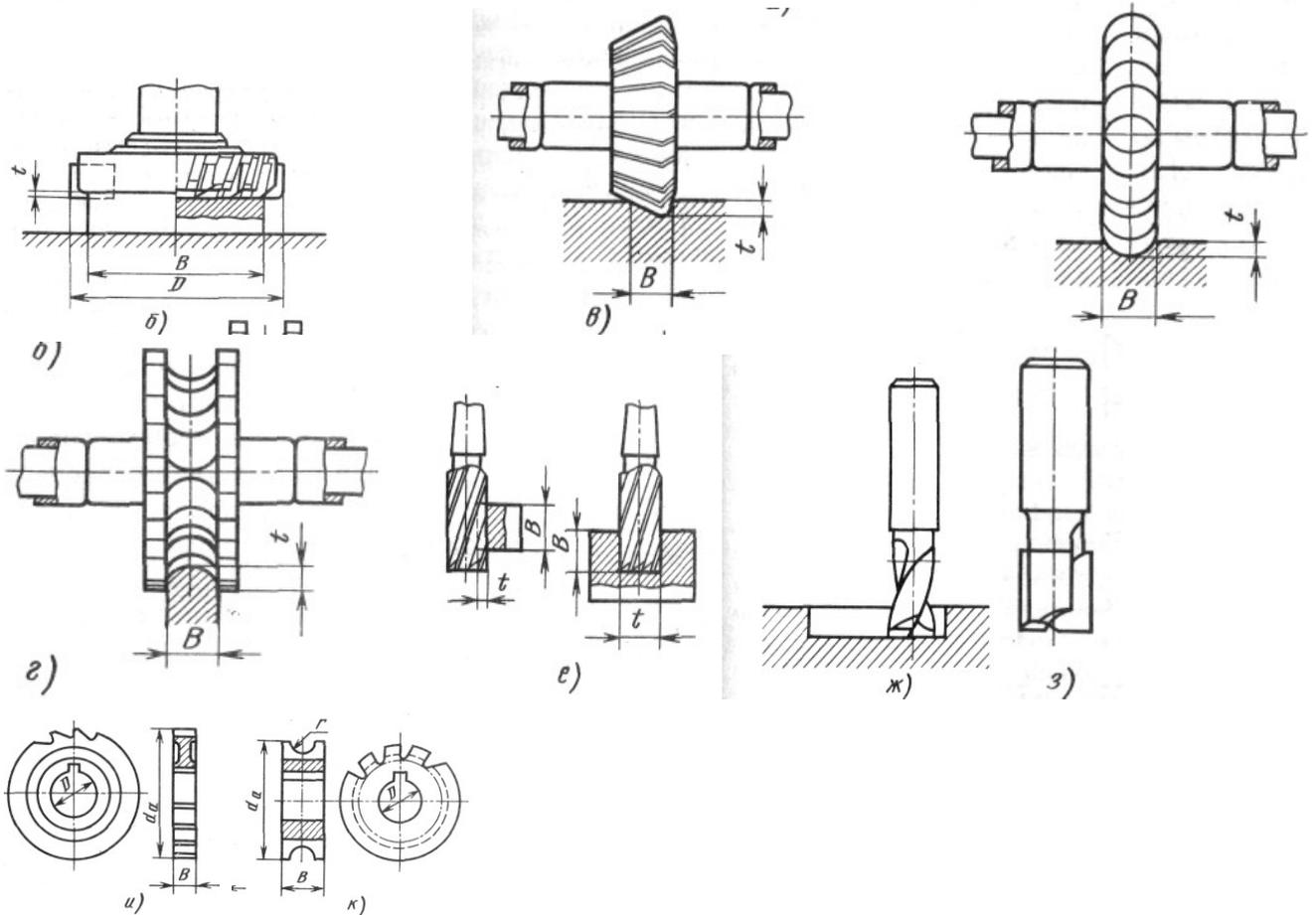
Классификацию фрез проводят по следующим показателям.

По расположению зубьев относительно оси различают: фрезы цилиндрические с зубьями, расположенными на поверхности цилиндра (рис. 2.35, а); фрезы торцовые с зубьями, расположенными на торце цилиндра (рис. 2.35, б); фрезы угловые с зубьями, расположенными на конусе (рис. 2.35, в); фрезы фасонные с зубьями, расположенными на поверхности с фасонной образующей (рис. 2.35, г) (с выпуклым и вогнутым профилем). Некоторые типы фрез имеют зубья как на цилиндрической, так и на торцовой поверхности, например дисковые двух- и трехсторонние (рис. 2.35, д), концевые (рис. 2.35, е), шпоночные (рис. 2.35, ж, з).

По направлению зубьев фрезы могут быть: прямозубыми (рис. 2.35, д), в которых направляющая линия передней поверхности лезвия прямолинейна и перпендикулярна направлению скорости главного движения резания (под направляющей ли-

нией передней поверхности понимают линию, по которой движется точка прямой, описывающей эту поверхность); косозубые (рис. 2.35, г), у которых направляющая линия передней поверхности лезвия прямолинейна и наклонена под углом к направлению скорости главного движения резания; с винтовым зубом (рис. 2.35,а), в которых направляющая линия передней поверхности является винтовой.

По конструкции фрезы могут быть: цельными; составными, например с припаянными или приклеенными режущими элементами; сборными, например оснащенными многогранными пластинами из твердого сплава; наборными, состоящими из нескольких отдельных стандартных или специальных фрез и предназначенные для одновременной обработки нескольких поверхностей.



По конструкции зубьев фрезы могут быть с острозаточенными (рис. 2.35,и) и; затылованными (рис. 2.35,к) зубьями. Затылование — процесс образования задней поверхности инструмента по некоторой кривой (обычно спираль Архимеда) для получения задних углов. У острозаточенных фрез задние углы получают заточкой. Фрезы

работают с малыми подачами на зуб, поэтому их изнашивание происходит по задней поверхности, и затачивать их целесообразно по задней поверхности. По задней поверхности затачивают острозаточенные фрезы. Однако такую заточку не всегда возможно и не всегда целесообразно выполнять. Форма производящей поверхности может быть сложной, исключающей возможность заточки задней поверхности зуба шлифовальным кругом. Нелесообразно производить заточку задней поверхности у фрез с точным профилем, например у червячных зуборезных и шлицевых, потому что в этом случае нужно вновь обеспечить требуемую точность профиля и шага зубьев. Для приведенных случаев целесообразнее применять затылованные зубья, заточка которых производится по передней поверхности, что обеспечивает ее простоту. По способу крепления на станке различают фрезы насадные с отверстием под оправку и концевые с коническим или цилиндрическим хвостовиком.

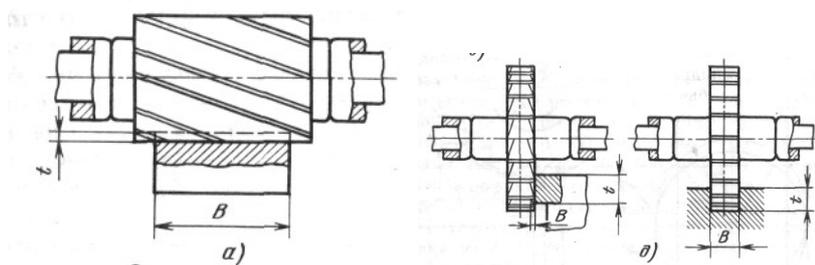


Рис. 2.35. Типы фрез и обрабатываемых поверхностей

66. Инструменты для образования резьбы.

Образование резьбы производится 2 методами:

Нарезание резьбы РИ, изготовленных из инструментальных, быстрорежущих сталей и твердых сплавов; это резьбовые резцы, гребенки, метчики, резьбонарезные плашки, резьбонарезные самооткрывающиеся головки, резьбовые фрезы и обкаточные резцы.

нарезание резьбы накатными роликами (метод пластических деформаций), плоскими накатными плашками, а также головками с узкими накатными роликами (с продольным перемещением головки или заготовки).

Резьбовые резцы служат для нарезания наружной и внутренней резьбы. Они делятся на: стержневые однониточные и гребенчатые, призматические однониточные и гребенчатые, круглые (дисковые) однониточные и гребенчатые.

Призматический резец при использовании закрепляют в специальную державку. Их можно применять только при небольших углах подъем резьбы, так как у этих резцов нельзя давать разные задние углы на боковых сторонах профиля.

Значительно чаще применяют круглые резьбовые резцы. Изготовление круглого резьбового резца проще призматического. Круглые резцы выполняются обычно насадными. Резец устанавливается на державке.

Многониточные резцы называют гребенками. Гребенки бывают плоскими (стержневыми), призматическими и круглыми с кольцевой или винтовой нарезкой. Первые два вида гребенок из-за трудности изготовления не получили широкого распространения. Распространены круглые гребенки, которые имеют несколько кольцевых или винтовых витков. Гребенки с кольцевыми витками несложны в изготовлении, но они могут применяться только в тех случаях, когда резьба на детали имеет небольшой угол подъема. У гребенок для нарезания внутренней резьбы диаметр гребенки должен быть диаметра нарезаемой резьбы (иначе невозможно будет вывести гребенку из отверстия), а шаг резьбы одинаков.

Метчиком нарезают внутреннюю резьбу. Он представляет собой винт, снабженный продольными прямыми или винтовыми канавками, образующими режущие кромки. Работает при двух одновременных движениях: вращательном (метчика или заготовки) и поступательном (вдоль оси метчика). Они бывают: ручными, гаечными, машинными, плашечными, самооткрывающимися, регулируемые и калибровочными.

Работа плашки совершенно аналогична метчику, только нарезают не внутреннюю, а наружную резьбу.

Резьбонарезные головки делятся на: самооткрывающиеся и регулируемые. Особенностью самооткрывающихся головок является подвод плашек после нарезания резьбы, что исключает необходимость обратного свинчивания головки с нарезанной детали и повышает производительность. Резьбонарезные регулируемые головки обеспечивают только установку и закрепление плашек, а регулирование их.

Фрезы делятся на 2 типа: дисковые или однониточные, и цилиндрические гребенчатые (многониточные). Дисковые резьбовые фрезы применяют при нарезании длинных резьб (в основном трапецеидального профиля) на различных ходовых винтах. Фрезерование применяется только как предварительный метод обработки резьб ходовых винтов. При фрезеровании резьб небольшой длины с небольшим шагом и небольшим углом подъема резьбы применяют гребенчатые (многониточные) резьбовые фрезы.

67. Конструктивные элементы и геометрия протяжек, их виды и назначение.

Протяжка – многолезвийный инструмент с рядом последовательно выступающих одно над другим лезвиями в направлении, перпендикулярном к направлению скорости главного движения. Предназначается для обработки при поступательном главном движении резания и отсутствии движения подачи.

Протяжки имеют значительные преимущества перед инструментом других видов. Они являются самыми высокопроизводительными инструментами. При протягивании совмещаются операции черновой, получистовой и чистовой обработки. Это повышает производительность, сокращает номенклатуру применяемых режущих и мерительных инструментов, уменьшает число станков и технологической оснастки. Протягивание обеспечивает точность обработки по 7-6-му квалитетам и $R_a = 1,25-2,5$ мкм. При обработке протягиванием легко осуществляется автоматизация производства.

Многошлицевые отверстия и фасонные паза в настоящее время обрабатывают только протягиванием.

Протяжки – металлоемкий, сложный в изготовлении и поэтому дорогой инструмент. Экономическая целесообразность их применения оправдывается при обеспечении оптимальных элементов конструкций и режимов резания, качественном изготовлении протяжек и правильной эксплуатации.

Опишем основные части шлицевой протяжки. Передний хвостовик, который используется для закрепления протяжки в патроне. Конструкция и размеры круглых хвостовиков с круглым поперечным сечением регламентируются ГОСТ 4044-78. Шейка и переходной конус протяжки являются промежуточными звеньями. Длина шейки определяется размерами наладки для конкретного станка, приспособления, детали. Передняя направляющая часть ориентирует деталь перед началом протягивания относительно инструмента. Задняя направляющая часть обеспечивает надежное направление детали в момент выхода последних калибрующих зубьев, чтобы исключить перекос детали и повреждение протянутой поверхности. В связи с этим номинальные диаметры передней и задней направляющей частей соответствуют наименьшему предельному размеру отверстия до и после протягивания.

Назначение режущей части протяжки – удаление припуска, т.е. слоя металла, который должен быть срезан на операции протягивания, чтобы получить заданную точность и шероховатость обработанной поверхности. Зубья режущей части имеют постепенно увеличивающиеся размеры (от диаметра отверстия перед протягиванием до диаметра готового отверстия). У калибрующей части все зубья имеют одинаковые размеры, соответствующие размерам готового отверстия. Задача калибрующих зубьев – окончательная зачистка готового отверстия и обеспечение получения годных отверстий в течении срока службы протяжки.

Стружечная канавка протяжки должна разметить всю стружку, срезанную расположенным на ней зубом. Ее форма

определяется формой и размерами профиля зубьев протяжки. Применяется двухрадиусная форма профиля зубьев, которая облегчает выпадание стружечного валика из впадины.

68. Виды зуборезных инструментов, их конструктивные элементы и геометрия.

Нарезание зубьев осуществляется двумя методами: 1. метод копирования, когда форма режущей кромки фасонного инструмента соответствует форме впадины зуба колеса (так работают дисковые, пальцевые модульные фрезы, зубодолбежные головки); 2. методом обката, когда поверхность зуба получается в результате обработки инструментом, режущие кромки которого представляют собой профиль сопряженной рейки или профиль зуба сопряженного колеса, и во время обработки инструмент с заготовкой образует сопряженную (правильно зацепляющуюся) зубчатую пару. Так работают самые различные зуборезные инструменты: червячные фрезы, долбяки, гребенки, шеверы и др.

Дисковая модульная фреза представляет собой фасонную фрезу, обычно с затылованными зубьями, профиль зуба которой повторяет профиль впадины нарезаемого колеса. Их применение ограничено, так как точность ЗК при нарезании дисковыми модульными фрезами получается невысокой (9-10 квалитет).

Пальцевая зуборезная фреза применяется в тяжелом машиностроении для фрезерования профилей косозубых и прямозубых колес крупного модуля, в т.ч. и шевронных колес. Червячная фреза, кроме обработки цилиндрических колес с прямыми и косыми зубьями, применяется также для обработки червячных колес и конических колес с криволинейными зубьями.

Зуборезный долбяк – РИ, выполненный в виде зубчатого колеса и снабженный режущими кромками. Долбяки применяют для предварительного и чистового нарезания ЗК (чаще для последнего).

Проектирование МСП

69. Классификация механосборочных цехов. Основные вопросы, разрабатываемые при проектировании МСЦ.

Механические цехи машиностроительных заводов имеют различный характер в зависимости от вида изготавливаемых изделий, их конструкции и веса, вида (типа) производства, особенностей технологического процесса и оборудования. Поэтому для целей проектирования (а также и производства) их целесообразно классифицировать по наиболее характерным признакам.

В основу предлагаемой классификации механических цехов положены следующие признаки :

- 1) характер конструкции и вес изделий, определяющие разделение цехов на четыре класса;
- 2) вид (тип) производства и характер технологического процесса, оборудования и приспособлений, являющиеся основанием для распределения цехов каждого класса на группы;
- 3) размер цеха, характеризуемый условным количеством металлорежущих станков.

К классу I отнесены цехи, изготавливающие изделия легкого машиностроения с черным весом обрабатываемых деталей до 100 кг (наименования этих изделий указаны в табл. 2).

К классу II отнесены цехи, изготавливающие изделия среднего машиностроения с черным весом обрабатываемых деталей до 2000 кг.

В класс III входят цехи, изготавливающие изделия тяжелого машиностроения с черным весом обрабатываемых деталей до 15 000 кг.

К классу IV отнесены цехи, изготавливающие изделия особо тяжелого машиностроения с черным весом обрабатываемых деталей свыше 15 000 кг.

Кроме признаков, служащих основанием для отнесения цехов каждого класса к той или иной группе, каждая группа цехов характеризуется особенностями отдельных факторов производства.

При проектировании механического цеха решаются в определенной последовательности следующие основные вопросы:

1. Разработка задания для проектирования цеха исходя из производственной программы завода, чертежей, описаний конструкций и технических условий на изготовление изделий.

2. Выбор вида заготовок (производится при проектировании технологических процессов); определение годовой потребности основных материалов, заготовок и полуфабрикатов, а также вспомогательных материалов. Оформление этих данных для проектирования литейных и кузнечных цехов и для организации службы материально-технического снабжения завода.

3. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей машин, установление вида (типа) производства и разработка организационной формы выполнения этих процессов.

4. Выбор типов оборудования, выявление мощности и определение количества станков, потребного для выполнения заданной производственной программы, а также определение их загрузки.

5. Составление спецификации оборудования, приспособлений и инструментов с их характеристикой.
6. Определение общей потребности цеха в электроэнергии, газе, паре, сжатом воздухе, воде.
7. Определение необходимого рабочего состава и его численности.
8. Выбор типов и определение потребного количества цеховых транспортных средств и грузоподъемных устройств.
9. Разработка плана расположения оборудования в цехе и определение производственной площади.
10. Определение количества оборудования и площадей вспомогательных отделений, а также площадей служебных и бытовых помещений.
11. Компоновка всего цеха, определение основных размеров здания для цеха, выбор типа здания, увязка планировки цеха с генеральным планом.
12. Разработка схемы организации управления и технического руководства цеха.
13. Разработка экономической части проекта.

70. Определение количества оборудования, численности работающих и площади МСЦ.

1. Определение необходимого количества технологического оборудования и его состава.

Определяют суммарную станкочасовую обработку годового количества деталей изделия: $T_{\Sigma} = T_c \cdot N \cdot G$ станкоочасов

Определяют действительный годовой фонд времени работы оборудования:

где, $F_H = 255$ – годовой номинальный фонд времени работы оборудования; $a = 10\%$ - коэффициент, учитывающий плановые потери времени на ремонт оборудования; f – количество рабочих смен.

$$F_d = F_H (1 - a/100) \cdot f$$

Определяют количество оборудования необходимого для производства $C_p = T_{\Sigma} / P_d$

Определяют коэффициент загрузки $K_{30} = C_p / C_{пр}$

2. Определение состава и числа работающих:

Определяют количество производственных рабочих – станочников $R_{ст} = C_{пр} * F_{30} / F_{др} * K_m$

где, $F_{др} = 1890$ ч. – действительный годовой фонд времени работы рабочего; $K_m = 1.4$ – коэффициент многостаночного обслуживания.

$$R_{ст} = C_{пр} * F_{др} * K_{30} / F_{др} * K_m$$

Количество слесарей принимают укрупнено, в размере 3% от количества производственных рабочих – станочников:

$$R_{сл} = R_{ст} * 3 / 100$$

Количество вспомогательных рабочих принимают укрупнено, в размере 25% от основных рабочих (станочники и слесари):

$$R_{вс} = (R_{ст} + R_{сл}) * 25 / 100$$

Количество инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала принимают укрупнено в процентах от количества всех рабочих в цехе (основных и вспомогательных): $R_{ц} = R_{ст} + R_{сл} + R_{вс}$

Определяют количество ИТР (18% от количества всех рабочих в цехе): $R_{итр} = R_{ц} * 18 / 100$

Определяют количество служащих (1,5% от количества всех рабочих в цехе): $R_c = R_{ц} * 1,5 / 100$

Определяют количество МОП (1% от количества всех рабочих в цехе): $R_{моп} = R_{ц} * 1 / 100$

Определяют общее количество работающих:

$$R = R_{ц} + R_{итр} + R_c + R_{моп}$$

3. Определение производственной площади.

Предварительно принятое число станков разбивают на мелкие, средние и крупные, в зависимости от массы изготавливаемого изделия. Удельная площадь $S_{о уд}$, приходящаяся на один станок составляет соответственно для мелких станков $S_{о уд мл} = 12$ м²; для средних $S_{о уд ср} = 25$ м²; для крупных $S_{о уд кр} = 45$ м² (включая ширину проездов).

Определяют общую производственную площадь:

$$S_o = S_{о уд кр} * C_{пр кр} + S_{о уд ср} * C_{пр ср} + S_{о уд мл} * C_{пр мл}$$

71. Планировка оборудования и рабочих мест механического цеха.

Планировка цеха – это план расположения производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проездов и проходов и др.

Разработка планировки является, весьма сложным и ответственным этапом проектирования, когда одновременно должны быть решены вопросы осуществления технологических процессов, организации производства и экономики, техники безопасности, выбора транспортных средств, механизации и автоматизации производства, научной организации труда и производственной эстетики. При разработке планировок должны учитываться следующие основные требования.

1. Оборудование в цехе должно размещаться в соответствии с принятой организационной формой технологических процессов. При этом нужно стремиться к расположению производственного оборудования в порядке последовательности выполнения технологических операций обработки, контроля и сдачи деталей или изделий.

2. Расположение оборудования, проходов и проездов должно гарантировать удобство и безопасность работы; возможность монтажа, демонтажа и ремонта оборудования; удобство подачи заготовок и инструментов; удобство уборки отходов.

3. Планировка оборудования должна быть увязана с применяемыми подъемно-транспортными средствами. В планировках должны быть предусмотрены кратчайшие пути перемещения заготовок, деталей, узлов в процессе производства, исключая возвратные движения. Грузопотоки должны не пересекаться между собой, а также не пересекать и не перекрывать основные проезды, проходы и дороги, предназначенные для движения людей.

Планировка должна быть «гибкой», т. е. необходимо предусматривать возможность перестановки оборудования при изменении технологических процессов.

На планировке должны быть предусмотрены рабочие места для руководящего инженерно-технического персонала; следует предусматривать возможность применения [механизированного и автоматизированного учета и управления.

При разработке планировки должна быть рационально использована не только площадь, но и весь объем цеха и корпуса. Высота здания должна быть использована для размещения подвесных транспортных устройств, для размещения проходных складов деталей и узлов, инженерных коммуникаций и т. д.

Планировку оборудования разрабатывают на основе компоновочного плана. Так же, как и для компоновки, при разработке планировки вычерчивают в соответствующем масштабе план корпуса цеха или отделения с изображением строительных элементов. На этом плане размещают площади всех участков и служб цеха, указывают магистральные проезды, производят расстановку оборудования и рабочих мест, пользуясь условными изображениями оборудования и других элементов, выполненных в том же масштабе.

Состав производственных отделений и участков механических цехов определяется характером изготавливаемых изделий, технологическим процессом, объемом и организацией производства.

В поточно-массовом производстве цех, который имеет название по выпускаемому им агрегату, разбивается на производственные участки по признаку или наименованию узла.

В серийном производстве механический цех разбивается на участки (или пролеты) по размерам деталей [участок (пролет) крупных деталей, участок (пролет) средних деталей, участок (пролет) мелких деталей] или по характеру и типу деталей [участок (пролет) валов, участок (пролет) зубчатых колес, участок (пролет) корпусных деталей и т. д.].

Пролетом называется часть здания, ограниченная в продольном направлении двумя параллельными рядами колонн.

Взаимное расположение участков и линий определяется исходя из общей компоновки цеха и характера технологического процесса.

Металлорежущие станки участков или линий механического цеха располагают в цехе одним из двух способов: 1) по типам оборудования, 2) в порядке технологических операций.

По типам оборудования — способу, характерному для единичного и мелкосерийного производства и для отдельных деталей в серийном производстве, станки располагаются по признаку однородности, т. е. создаются участки однородных станков: токарных, строгальных, фрезерных, сверлильных, шлифовальных и др. Последовательность расположения подобных участков однородных станков на площади цеха определяется последовательностью обработки большинства типовых деталей.

При размещении станков необходимо стремиться не только к достижению прямоточности производства, но также и к наилучшему использованию подкрановых площадей. Для этого все станки целесообразно распределять на несколько групп в зависимости от веса подлежащих обработке деталей и размещать эти группы станков под мостовыми кранами соответствующей грузоподъемности. Станки для обработки небольших и легких деталей располагают на площадях, не обслуживаемых кранами.

По порядку технологических операций — способу, характерному для цехов серийного и массового производства, станки располагают последовательно в соответствии с технологическими операциями для обработки одноименных или нескольких разноименных деталей, имеющих схожий порядок операций обработки.

В крупносерийном и массовом производстве подобная группа (линия) станков выполняет обработку одной какой-либо детали (например, поршневая группа, шатунная группа и т. п.). В мелко- и среднесерийном производстве каждая группа (линия) станков выполняет обработку нескольких деталей, имеющих аналогичный порядок операций, так как загрузить полностью все станки линии одной деталью не всегда возможно.

При размещении станков в линии необходимо предусматривать кратчайшие пути движения каждой детали в процессе обработки и не допускать обратных, кольцевых или петлеобразных движений, создающих встречные потоки и затрудняющих транспортирование обрабатываемых деталей.

При планировке оборудования всегда нужно стремиться получить возможно короткую технологическую линию, чтобы детали не совершали длинный путь. В серийном производстве машин средних размеров при обработке на каждой линии станков нескольких деталей нормальная длина технологической линии составляет 40—60 м.

При планировке станочного оборудования следует соблюдать приведенные в табл. 15 минимальные расстояния между оборудованием и элементами зданий.

При всех видах расположения станков рабочие места следует предусматривать со стороны прохода, что облегчает обслуживание рабочего места (обмен инструмента, подача заготовок, приемка деталей, инструктаж и пр.).

Проектирование и производство заготовок

72. Выбор рационального метода получения заготовки.

Факторы, влияющие на выбор заготовки. А. конструктивные. Б. технологические. В. Производственные. А. приемлемость получения заготовки к каким-либо из перечисленным способов. Б. способ формообразования получения заготовки. В. Характер, культуру самого производства. Для выбора рационального метода получения заготовки необходимо взять

2 различных способа получения заготовки просчитать их и сравнить. Существует 2 основных типа заготовок: отливка и поковка. Получение отливки: Литьё в песчано-глинистую форму. По выплавляемым моделям. В металлическую форму. Литьё под давлением. Центробежное литьё. Литьё в землю. Литьё в оболочковые формы. Получение поковки: Штамповка Ковка. Существует также дополнительный вид получения заготовки из проката.

73. Виды заготовок и область их применения.

Существует 2 основных типа заготовок: отливка и поковка.

Литьё – получение литейной формы. Внутренняя полость мет. формы полностью соответствует внешней конфигурации формы отливки. Штамповка, ковка – деформация заготовки за счёт приложения внешних сил, при этом изменяются – форма заготовки, размеры, качество поверхности, внутренняя структура.

Получение отливки:

Литьё в песчано-глинистую форму. Отливки крупных размеров. Единичное производство.

По выплавляемым моделям. Отливки массой до 15 кг. Применяют в массовом производстве.

В металлическую форму. Ограничения по массе до 400кг. Размеры 1000-1200мм.

Литьё под давлением. Центробежное литьё.

Литьё в землю. Отливки массой от 20кг. и выше.

Литьё в оболочковые формы. Применяют в серийном и крупносерийном производстве.

Получение поковки: мелкие детали типа вала, шестерни. Штамповка. Ковка. Существует также дополнительный вид получения заготовки из проката. Прокат бывает различной формы: листовой, круглый, шестигранный, квадратный.

74. Специальные виды литья.

К специальным видам литья относят: Литьё по выплавляемым моделям - рамка цельная без разъёма и стержней. Модель отливки из легко плавкого материала: воск, парафин, стеризин. Отливки получают из любого сплава. Недостаток – длительность получения формы, большая стоимость отливок. Применяют в массовом производстве. Отливки получают из любого сплава. Литьё в металлические формы: преимущества-сокращение производственной площади, увеличение производительности, сокращённое использование стержневых смесей. Недостаток: высокая стоимость формы, ограничения в материале, невозможно получить тонкостенную или сложной конфигурации отливку. Отливки из цветного металла и чугуна. Литьё в оболочковые формы. Недостатки: высокая стоимость смолы, токсичность смолы. Применяют в крупносерийном производстве. Литьё под давлением. Преимущества: большое качество отливки, практически готовые детали, практически отсутствует припуск. Получают отливки из цветных металлов. Центробежное литьё. Преимущества: очень качественная наружная поверхность. Недостаток: очень не качественная внутренняя поверхность.

75. Техничко-экономическое обоснование выбора заготовок.

При выборе вида заготовки для вновь проектируемого технологического процесса возможны следующие варианты.

1. Метод получения заготовки принимается аналогичным существующему в данном производстве.
2. Метод получения заготовки изменяется, однако это обстоятельство не вызывает изменений в технологическом процессе механической обработки.
3. Метод получения заготовки изменяется и в результате этого существенно изменяется ряд операций механической обработки детали.

В первом случае достаточно ограничиться ссылкой на справочную литературу, где для данных условий рекомендован этот вариант как оптимальный. Так как стоимость заготовки не изменяется, то она не учитывается при определении технологической себестоимости.

Во втором случае предпочтение следует отдавать заготовке, характеризующейся лучшим использованием металла и меньшей стоимостью. Методика определения стоимости заготовки приводится ниже. Стоимость заготовки учитывается при расчете технологической себестоимости.

В двух рассмотренных случаях имеется полная возможность принять окончательное решение относительно вида заготовки и рассчитать ее стоимость до определения технологической себестоимости варианта процесса.

В третьем случае вопрос о целесообразности определенного вида заготовки может быть решен лишь после расчета технологической себестоимости детали по сравниваемым вариантам. Предпочтение следует отдавать той заготовке, которая обеспечивает меньшую технологическую себестоимость детали. Если же сопоставляемые варианты по технологической себестоимости оказываются равноценными, то предпочтительным следует считать вариант заготовки с более высоким коэффициентом использования материала.

Если деталь изготавливается из проката, то затраты на заготовку определяются по весу проката, требующегося на изготовление детали, и весу сдаваемой стружки. При этом принимается во внимание стандартная длина прутков:

$$M = QS - (Q - q) \frac{S_{омх}}{1000} \text{ руб}$$

Безопасность жизнедеятельности

76. Организация службы безопасности труда на предприятии.

Администрация предприятий (учреждений) обязана обеспечивать надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие правилам по охране труда (правилам по технике безопасности, санитарным нормам и правилам и др.).

Действующее трудовое законодательство устанавливает, что ответственность за организацию труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер. По отдельным подразделениям такая ответственность возложена на руководителей цехов, участков, служб и т. д. Непосредственное руководство организацией охраны труда осуществляет главный инженер предприятия.

На предприятиях и в организациях в коллективных договорах, которые ежегодно от имени коллектива рабочих и служащих заключаются профсоюзными комитетами с администрацией, должна предусматриваться конкретная работа в области охраны труда.

Кроме того, проведение текущих мероприятий по охране труда отражается в соглашениях по охране труда, являющихся официальным приложением, составной частью коллективных договоров, а также в единых комплексных планах оздоровительных мероприятий. Ежегодные соглашения по охране труда — это важная правовая форма планирования и проведения мероприятий по охране труда. В соглашениях по охране труда уточняются и дополняются мероприятия по охране труда по цехам, участкам, агрегатам, устанавливаются сроки проведения каждого мероприятия, указываются лица, ответственные за их проведение.

Согласно ст. 148 КЗоТ РСФСР для проведения мероприятий по охране труда предприятия (организации) выделяют в установленном порядке средства и необходимые материалы.

Расходование этих средств и материалов на другие цели запрещается.

В целях охраны труда КЗоТ РСФСР возлагает на администрацию предприятий (учреждений), во-первых, проведение инструктажа рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и другим правилам охраны труда, во-вторых, организацию работы по профессиональному отбору и, в-третьих, осуществление постоянного контроля за соблюдением работниками всех требований инструкций по охране труда.

Инструктаж и обучение правилам безопасных приемов и методов работы должны быть организованы обязательно на всех предприятиях независимо от характера и степени опасности производства, а также квалификации и стажа работы лиц, выполняющих работу (ГОСТ 12.0.004—79).

Министерства (ведомства) по согласованию с соответствующим отраслевым ЦК профсоюза утверждают специальные положения о порядке проведения инструктажа и обучения рабочих и служащих по технике безопасности. На главного инженера предприятия возлагается оперативное руководство организацией инструктажа (обучения) и ответственность за его проведение в целом по предприятию. Непосредственный контроль за своевременным проведением инструктажа осуществляет начальник отдела (бюро), старший инженер или инженер по охране труда. Начальник цеха (в масштабе цеха) и мастер производственного участка (непосредственно на рабочих, местах) несут ответственность за своевременное и качественное проведение инструктажа.

Существует несколько видов инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, текущий.

Вводный инструктаж обязаны пройти все вновь поступающие на предприятие, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику. Его проводит инженер по охране труда.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными и др.

Повторный инструктаж проводится не реже чем через шесть месяцев. Цель этого инструктажа — восстановить в памяти рабочего правила по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики цеха или предприятия.

Внеплановый инструктаж проводят при изменении технологического процесса, изменении правил по охране труда, внедрении новой техники, нарушении работниками требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару; при перерывах в работе — для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, для остальных работ — 60 дней.

Текущий инструктаж проводят с работниками перед производством работ, на которые оформляется допуск-наряд. Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый, текущий проводит непосредственный руководитель работ. Сведения о проведенных инструктажах заносят в журнал регистрации вводного инструктажа, журнал (личная карточка) регистрации инструктажа на рабочем месте или в допуск-наряд.

Для лиц, обслуживающих установки повышенной опасности (крановщиков, сварщиков и др.), обучение и проверка знаний проводятся в организациях Госгортех-надзора СССР.

Важное значение для обеспечения безопасности труда имеет профессиональный отбор, цель которого — выявить лиц, непригодных по своим физическим и антропометрическим данным к участию в том или ином производственном процессе. В ряде производств при поступлении на работу проводят обязательные предварительные, а в некоторых случаях и периодические медицинские осмотры, цель которых — предупреждение профессиональных заболеваний.

На рабочих и служащих, в свою очередь, возлагаются также обязанности: соблюдение инструкций по охране труда,

установленных требований обращения с машинами и механизмами и пользования средствами индивидуальной защиты. Невыполнение этих обязанностей рабочими и служащими является нарушением трудовой дисциплины. Инструкции по охране труда устанавливают правила выполнения работ и поведения работающих в производственных помещениях и на строительных площадках. Такие инструкции разрабатывает и утверждает администрация предприятия (учреждения) совместно с профсоюзным комитетом. Министерства и ведомства по согласованию с ЦК отраслевых профсоюзов (а в необходимых случаях и с соответствующими органами надзор за соблюдением правил по охране труда) могут утверждать типовые инструкции по охране труда для рабочих основных профессий.

Рабочие и служащие обязаны также соблюдать установленные требования обращения с машинами и механизмами, а также пользоваться выдаваемыми им средствами индивидуальной защиты.

Особую роль в организации работы по предупреждению несчастных случаев и проведению мероприятий, обеспечивающих безопасные и здоровые условия труда, играет служба охраны труда, которая непосредственно подчинена руководителю предприятия (организации) и главному инженеру. Структура этой службы и ее функции определяются отраслевыми положениями о данной службе, которые утверждают соответствующие министерства по согласованию с ЦК отраслевых профсоюзов. Руководитель предприятия (учреждения) определяет численность работников службы охраны труда в зависимости от объема работ, сложности и опасности технологических процессов и оборудования, числа работающих.

Отделы (бюро) или инженеры (старшие инженеры) по охране труда осуществляют внутрипроизводственный контроль за охраной труда во всех подразделениях и проведением мероприятий по обеспечению здоровых и безопасных условий труда.

Инженер по охране труда отвечает за организацию разработки мероприятий по охране труда в производственных подразделениях и принимает участие во внедрении этих мероприятий; осуществляет контроль за соблюдением на предприятии законодательства по охране труда и проверку выполнения намеченных мероприятий, участвует в комиссиях по рассмотрению проектов строительства, реконструкции, ремонта цехов и оборудования; и по приемке их в эксплуатацию; в расследовании причин аварий и несчастных случаев.

Для выполнения этих функций инженеру по охране труда предоставлен ряд прав, в том числе право давать указания руководителям цехов и участков об устранении недостатков и нарушений правил безопасности, право запрещать работу на отдельных производствах, участках, агрегатах и станках в условиях, явно опасных для жизни и здоровья работающих, право принимать меры к изъятию инструментов, оборудования и приспособлений при несоответствии их требованиям техники безопасности и т. д.

Важнейшей задачей отдела охраны труда (бюро, старшего инженера, инженера по охране труда) является привлечение всего коллектива к участию в разработке и внедрении мероприятий по охране труда, а так же к контролю за состоянием охраны труда на предприятии. Для этого отдел совместно с общественными организациями предприятия проводит смотры, соревнования по улучшению охраны труда и культуры производства.

Широкое распространение на предприятиях получил трехступенчатый метод контроля за состоянием охраны труда. На первой ступени контроля участвуют мастер и общественный инспектор по охране труда, которые ежедневно проверяют на своем участке состояние рабочих мест, исправность оборудования, наличие и исправность ограждений, индивидуальных средств защиты и т. д. Обнаруженные недостатки отмечают в специальном журнале, по которым принимаются меры к их устранению.

Начальник цеха, председатель комиссии охраны труда профкома цеха с привлечением специалистов один раз в неделю осуществляют вторую ступень контроля за состоянием охраны труда в цехе.

На третьей ступени контроля руководители предприятия, служб и отделов, председатель комиссии охраны труда профсоюзного комитета предприятия один раз в месяц проверяют состояние охраны труда на предприятии в целом. Результаты проверки обсуждаются на Совещании начальников цехов и отделов у директора предприятия или главного инженера предприятия с последующим изданием приказа. В этом приказе утверждаются мероприятия по дальнейшему улучшению охраны труда с указанием сроков их выполнения и исполнителей.

77. Расследование и оформление актов несчастных случаев, связанных с производством

Для выявления нарушений норм по охране труда и предотвращения травматизма важное значение имеют расследование и учет несчастных случаев, связанных с производством.

Расследованию подлежат те несчастные случаи, которые произошли на территории предприятия (учреждения); вне территории предприятия (учреждения) при выполнении работы по его заданию (на коммуникациях тепло- и энергосети, связи, на ремонтных работах жилого фонда предприятия или учреждения и т. д.), а также с рабочими и служащими, доставляемыми на место работы и с работы на транспорте, предоставленном предприятием (учреждением).

Расследованию подлежат несчастные случаи, происшедшие как в течение рабочего времени (включая установленные перерывы), так и перед началом и по окончании работ, а также при выполнении работ в сверхурочное время, в выходные и праздничные дни.

Острые отравления, тепловые удары, обмороживания расследуются и учитываются как несчастные случаи.

Результаты расследования несчастного случая на производстве, вызвавшего потерю трудоспособности не менее одного рабочего дня, оформляются администрацией актом по форме Н-1.

О каждом несчастном случае на производстве пострадавший или очевидец несчастного случая немедленно извещает мастера, начальника цеха или соответствующего руководителя работ. Мастер, узнав о несчастном случае, должен организовать первую помощь пострадавшему и направить его в медицинский пункт и сообщить о происшедшем случае начальнику цеха или соответствующему руководителю работ.

Начальник цеха (руководитель соответствующего участка), где произошел несчастный случай, обязан срочно сообщить о происшедшем несчастном случае руководителю предприятия (учреждения) и профсоюзному комитету, расследовать в течение 24 ч совместно со старшим общественным инспектором по охране труда цеха и инженером по охране труда или лицом, его замещающим, происшедший несчастный случай, выяснить его обстоятельства и причины, а также наметить мероприятия по предупреждению повторения подобных случаев. Начальник цеха обязан составить акт о несчастном случае по форме Н-1 в четырех экземплярах и направить их главному инженеру (руководителю) предприятия (учреждения).

Главный инженер предприятия обязан в суточный срок рассмотреть и утвердить акт и принять меры к устранению причин, вызвавших несчастный случай.

В особом порядке подлежат расследованию и учету групповые (происшедшие с двумя и более работниками) тяжелые и со смертельным исходом несчастные случаи.

Ответственность за правильное и своевременное расследование и учет несчастных случаев, а также за выполнение мероприятий, указанных в акте, несут руководитель предприятия (учреждения), главный инженер, начальники

цехов, мастера и другие руководители соответствующих участков.

По материалам расследования и решению профсоюзного комитета руководитель предприятия или учреждения издает приказ по устранению причин, вызвавших несчастный случай, с указанием сроков исполнения мероприятий и лиц, ответственных за их выполнение.

Контроль за правильным и своевременным расследованием и учетом несчастных случаев, а также за выполнением мероприятий по устранению причин, вызвавших несчастный случай, осуществляют вышестоящие ведомственные органы, общественные органы, профсоюзные комитеты, общественные инспекторы по охране труда, технические инспекторы труда профсоюзных органов и местные органы Госгортехнадзора СССР и Госэнерго-надзора СССР на объектах, им подконтрольных.

Администрация предприятия (учреждения) обязана выдать пострадавшему по его требованию заверенную копию акта о несчастном случае не позднее трех дней с момента окончания расследования.

78. Заземление и зануление. Назначение, область применения и устройство.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т. Е. При замыкании на корпус.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус. Это достигается уменьшением потенциала заземленного оборудования, а также выравниванием потенциалов за счет подъема потенциала

основания, на котором стоит человек, до потенциала, близкого по значению к потенциалу заземленного оборудования.

Область применения защитного заземления – трехфазные сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и выше 1000 В с любым режимом нейтрали. Типы заземляющих устройств. *Заземляющим устройством* называется совокупность заземлителя—металлических проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей, и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем. Различают два типа заземляющих устройств: выносное (или сосредоточенное) и контурное (или распределенное).

Выносное заземляющее устройство характеризуется тем, что заземлитель его вынесен за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, или сосредоточен на некоторой части этой площадки.

Данный тип заземляющего устройства применяют лишь при малых значениях тока замыкания на землю и, в частности, в установках напряжением до 1000 В, где потенциал заземлителя не превышает допустимого напряжения прикосновения. Преимуществом такого типа заземляющего устройства является возможность выбора места размещения электродов с наименьшим сопротивлением грунта (сырое, глинистое, в низинах и т. П.).

Контурное заземляющее устройство характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру (периметру) площадки, на которой находится заземляемое оборудование, или распределяют по всей площадке по возможности равномерно.

Безопасность при контурном заземлителе обеспечивается выравниванием потенциала на защищаемой территории путем соответствующего размещения одиночных заземлителей.

Внутри помещений выравнивание потенциала происходит естественным путем через металлические конструкции, трубопроводы, кабели и подобные им проводящие предметы, связанные с разветвленной сетью заземления.

Выполнение заземляющих устройств. Различают заземлители искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления, и естественные — находящиеся в земле металлические предметы для иных целей.

Защитному заземлению подлежат металлические нетоковедущие части оборудования, которые из-за неисправности изоляции могут оказаться под напряжением и к которым возможно прикосновение людей и животных. При этом в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных по условиям поражения током, а также в наружных установках заземление является обязательным при номинальном напряжении электроустановки выше 42 В переменного и выше 110 В постоянного тока, а в помещениях без повышенной опасности — при напряжении 380 В и выше переменного и 440 В и выше постоянного тока. Лишь во взрывоопасных помещениях заземление выполняется независимо от значения напряжения установки.

Занулением называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом. Нулевой защитный проводник следует отличать от нулевого рабочего проводника, который также соединен с глухозаземленной нейтральной точкой источника тока, но предназначен для питания током электроприемников, т. е. по нему проходит рабочий ток.

Кроме того, поскольку зануленные части оказываются заземленными через нулевой защитный проводник, то в аварийный период, т. е. с момента возникновения замыкания фазы на корпус и до автоматического отключения поврежденной установки от сети, появляется защитное свойство этого заземления, подобно тому как имеет место при защитном заземлении. Иначе говоря, заземление зануленных

частей через нулевой защитный проводник снижает в аварийный период их напряжение относительно земли.)

Область применения зануления — трехфазные четырехпроводные сети напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью. Обычно это сети напряжением 380/220 В, широко применяющиеся в машиностроительной промышленности и других отраслях, а также сети 220/127 В и 660/380 В.

Назначение нулевого защитного проводника — создание для тока короткого замыкания цепи с малым сопротивлением, чтобы этот ток был достаточным для быстрого срабатывания защиты, т.е. быстрого отключения поврежденной установки от сети.

Назначение заземления нейтрали — снижение до безопасного значения напряжения относительно земли нулевого проводника (и всех присоединенных к нему корпусов) при случайном замыкании фазы на землю.

Назначение повторного заземления нулевого защитного проводника — уменьшение опасности поражения людей током, возникающей при обрыве этого проводника и замыкании фазы на корпус за местом обрыва.

В самом деле, при случайном обрыве нулевого защитного проводника и замыкании фазы на корпус (за местом обрыва) отсутствие повторного заземления приведет к тому, что напряжение относительно земли оборванного участка нулевого проводника и всех присоединенных к нему корпусов окажется равным фазному напряжению сети U_{ϕ} . Это напряжение, безусловно опасное для человека, будет существовать длительное время, поскольку поврежденная установка автоматически не отключится и ее будет трудно обнаружить среди исправных установок, чтобы отключить вручную.

Следовательно, повторное заземление значительно уменьшает опасность поражения током, возникающую в результате обрыва нулевого защитного проводника, но не может

устранить ее полностью, т. е. не может обеспечить тех условий безопасности, которые существовали до обрыва.

В связи с этим требуется тщательная прокладка нулевого защитного проводника, чтобы исключить возможность его обрыва по любой причине. Поэтому в нулевом защитном проводнике в отличие от нулевого рабочего провода запрещается ставить предохранители, рубильники и другие приборы, которые могут нарушить его целостность.

Согласно требованиям Правил устройства электроустановок нулевой защитный проводник должен иметь повторные заземления лишь на воздушных линиях электропередачи, где он совмещается с нулевым рабочим проводом. При этом каждое повторное заземление должно иметь сопротивление не больше 60 Ом при напряжении 220/127 В, 30 Ом при 380/220 В и 15 Ом при 660/380 В; суммарное сопротивление всех повторных заземлений должно быть не больше 20 Ом при напряжении 220/127 В, 10 Ом при 380/220 В и 5 Ом при 660/380 В.

Занулению подлежат те же металлические конструктивные нетоковедущие части электрооборудования, которые подлежат защитному заземлению: корпуса машин и аппаратов, баки трансформаторов и др.

Технологическая оснастка.....	1
1. Типовые схемы установки деталей в приспособлении.....	1
2. Расчёт сил зажима при закреплении деталей в 3-х кулачковом патроне.....	2
3. Расчёт точности установки деталей в приспособлении.....	2
4. Конструкции установочных элементов.....	3
5. Типы силовых приводов.....	5
МСИС.....	7
6. Нормирование микронеровностей поверхности.....	7
7. Стандартизация и нормирование точности гладких цилиндрических поверхностей.....	9
8. Влияние отклонений формы и расположения поверхностей на работу деталей машин.....	11
9. Виды отклонений формы и расположения поверхностей. Обозначение их допусков на чертежах.....	12
10. Выбор средств измерения для контроля точности деталей.....	17
11. Понятие о допуске, предельных размерах, отклонениях и посадках. Обозначение посадок и полей допусков на чертежах.	18
12. Типы посадок; посадки в системе отверстия и системе вала.	21
Теория резания.....	22
13. Показатели качества обработанной поверхности, их зависимость от условий резания. Контроль качества.....	22
14. Инструментальные материалы, их выбор и сравнение между собой.....	23
15. Тепловые явления при резании и их влияние на качество обработки.....	27
16. Зависимость температуры резания от условий резания. Уравнение теплового баланса.....	28
17. Сила резания, её составляющие и их зависимость от условий резания. Мощность резания. Влияние сил резания на качество обработки.....	31
18. Виды износа режущего клина и его влияние признаки. Критерий износа. Влияние износа на качество обработки.....	32
19. Зависимость периода стойкости инструмента от условий резания. Порядок назначения и расчета элементов режима резания.....	34
20. Методы повышения эффективности режущих инструментов.....	35
МРС.....	36

21. Проверка и испытание станков на геометрическую и кинематическую точность, жёсткость и виброустойчивость.....	36
22. Эксплуатация и ремонт станков. Система ППР. Установка станков на фундамент и виброопоры.....	38
23. Конструктивные особенности и эксплуатация станков с ЧПУ.	41
24. Разновидности систем управления станочным оборудованием.....	42
25. Универсальность, гибкость и точность станочного оборудования.....	43
26. Техничко-экономические показатели станков, эффективность, производительность и надёжность станков.....	45
27. Назначение, особенность применения и устройство промышленных роботов.....	46
28. Основные узлы и механизмы универсальных металлорежущих станков (на примере токарных, фрезерных)....	48
29. Основные технические характеристики промышленных роботов.....	49
ТМС.....	51
30. Типы производства и их влияние на техпроцесс.....	51
31. Формы организации производства, понятие о производственном процессе.....	54
32. Систематические погрешности обработки и их учёт при анализе и управлении точностью обработок.....	56
33. Технологичность изделий и деталей.....	58
34. Требования к технологичности деталей при обработке на станках с ЧПУ.....	60
35. Типизация техпроцессов, её сущность, преимущество и недостатки. Роль классификации деталей.....	63
36. Случайные погрешности обработки и их учёт при анализе и управлении точностью обработки.....	65
37. Методы расчета точности и анализа технологических процессов:.....	67
38. Сущность групповой обработки. Принцип образования группы и создания комплексной детали. Преимущество групповой обработки.....	69
39. Структура расчетного минимального припуска. Методы расчета минимального припуска.....	71
40. Принцип дифференциации и концентрации операций.....	74
41. Классификация баз по числу лишаемых степеней свободы..	76

42. Классификация баз по функ-ому назначению.....	77
43. Принципы постоянства и единства баз.....	79
Автоматизация.....	79
44. Разновидность загрузочных устройств по способу сосредоточения в них деталей.....	79
45.Классификация БЗУ и их целевые механизмы.....	80
47. Классификация системы автоматического управления.....	80
48.Система автоматического управления упругими перемещениями.....	82
49. Экономическая эффективность автоматизации производства.	82
50. Особенности автоматизации сборочных работ.....	82
51. Классификация средств активного контроля деталей и требования предъявляемые к ним.....	84
САПР.....	84
52. Классификация САПР.....	84
53. Состав и структура САПР.....	85
54. Типовые решения при проектировании. Выбор типового решения.....	86
55. Различные подходы к организации информационного фонда: размещение данных непосредственно в теле программы, запись данных в файл, использование баз данных, их преимущества и недостатки.....	91
56. Основные методики автоматизированного проектирования технологических процессов: метод прямого проектирования (документирования), метод анализа (адресации, аналога), метод синтеза.....	94
57. Назначение и возможность САПР «Компас-График».....	107
Режущий инструмент.....	108
59. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ.....	108
60. Виды свёрл, их назначение.....	109
61. Конструктивные элементы и геометрия зенкеров, их назначение.....	110
62. Конструктивные элементы и геометрия разверток, их назначение.....	111
63. Расточной инструмент.....	111
64. Абразивные инструменты.....	114
65. Виды фрез, их назначение.....	117
66. Инструменты для образования резьбы.....	120

67. Конструктивные элементы и геометрия протяжек, их виды и назначение.....	122
68. Виды зуборезных инструментов, их конструктивные элементы и геометрия.....	124
Проектирование МСП.....	125
69. Классификация механосборочных цехов. Основные вопросы, разрабатываемые при проектировании МСЦ.....	125
70. Определение количества оборудования, численности работающих и площади МСЦ.....	127
71. Планировка оборудования и рабочих мест механического цеха.....	129
Проектирование и производство заготовок.....	132
72. Выбор рационального метода получения заготовки.....	132
73. Виды заготовок и область их применения.....	133
74. Специальные виды литья.....	134
75. Техничко-экономическое обоснование выбора заготовок....	134
Безопасность жизнедеятельности.....	136
76. Организация службы безопасности труда на предприятии..	136
77. Расследование и оформление актов несчастных случаев, связанных с производством.....	141
78. Заземление и зануление. Назначение, область применения и устройство.....	143