Прочитать лекцию и составить краткий конспект. Готовые ответы отправлять на электронную почту [danilov.37@bk.ru](mailto:danilov.37@bk.ru)

**Методическая работа по составлению последовательности переходов:**

**1. Выявление наиболее ответственных поверхностей детали и других поверхностей, требующих многократной обработки.** Все эти поверхности разбивают на 2 группы: а/ поверхности, которые лучше обрабатывать совместно с другими /например, соосные поверхности вращения и прилегающие к ним торцы/, б/ поверхности явно требующие обработки в отдельной операции /например, зубья зубчатого венца и т.п./.

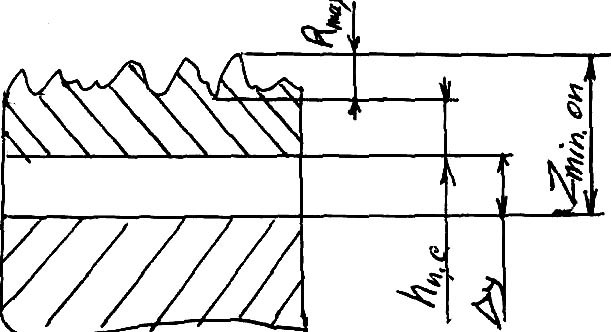
**2. Выявляются поверхности допускающие обработку сразу окончательно.**

**3. Рассматривают последовательно поверхности по пункту 1,2 и выбранные для них схемы обработки.** Оценивают однородность этих переходов, начиная с самых грубых и последовательно переходя к точным поверхностям. Ориентируясь на требуемую степень точности, учитывая возможности тут же избираемого станка и приспособления, объединяют в один переход обработку сразу нескольких поверхностей.

**4. Указывают последовательность выполнения переходов.**

**7. Расчет припусков.**

Припуск - это слой материала заранее, сознательно оставленный для последующего снятия на другой операции. Не все поверхности заготовки, как бы точно и чисто не были они отлиты или отштампованы, могут быть использованы в эксплуатационных условиях без дополнительной механической обработки. Нередко недостаточная плоскостность, прямолинейность, цилиндричность, соосность поверхностей и т.п. не позволяют применять такие поверхности без дополнительной обработки. Слой материала, подлежащий удалению в процессе обработки данной поверхности с целью получения требуемой формы, размеров и шероховатости, называется припуском. Припуск измеряется в направлении перпендикулярном к обрабатываемой поверхности и измеряется в мм.



Минимальный операционный припуск складывается из следующих составляющих:

Zмин. опер. = Rмах. + hп.с. + Dу + Dдоб., где: Rмах.- наибольшая высота неровностей после предыдущей операции; hп.с. - глубина физически нарушенного поверхностного слоя после предыдущей операции (после механической обработки) или обезуглевоженный слой заготовки;

Dу - погрешность, вызываемая неточностью установки режущего инструмента и заготовки на предыдущей операции;

Dдоб. - дополнительная составляющая, учитываемая при обработке протяжённых и сложных пространственных деталей, векторная сумма отклонений взаиморасположения поверхностей искажений формы (искривления оси, непараллельность поверхностей и пр.), полученных в заготовке при предыдущей операции.

Операционный припуск зависит главным образом от составляющей hп.с. При черновой обработке поверхностный, дефектный слой велик. Велико и значение Rмах. в заготовках. Отсюда большие значения припуска. На чистовых операциях операционный припуск меньше, а на отделочных операциях ещё меньше. Общий припуск на обработку определяется как сумма операционных припусков, а размер заготовки по данному параметру - как сумма размера готовой детали по данному параметру и значений операционных припусков. При назначении размера заготовки по данному параметру

следует к размеру готовой детали добавлять сперва припуск на отделку, потом на чистовую обработку и, последним, на черновую. На каждый промежуточный размер устанавливается операционный допуск. Для цилиндрических деталей значение величины припуска удваивается и для отверстий не прибавляется к размеру, а

вычитается. Расчет припусков ведется лишь при особо ответственных операциях, при массовом и серийном изготовлении деталей. Как правило, припуска определяются по таблицам справочников, которые составлены на основе расчетов и экспериментальных данных Повышенный припуск ведёт к перерасходу материала, пониженный - к браку детали.

**8. Выбор или проектирование оборудования.**

Выбор оборудования зависит от: типа производства, применения унифицированных технологических процессов, размеров детали, требуемой точности и шероховатости и др. Следует также учитывать существующие производственные условия - наличие оборудования, его загрузку и т.п. Иногда технолог определяет необходимость заказа специального оборудования.

**9. Расчет режимов резания.**

Обозначения режимов даны в разделе по механической обработке резанием. Расчеты проводятся по справочникам или с помощью программного обеспечения на ПК. **10. Выбор или проектирование оснастки.**

**11. Расчет норм времени на изготовление детали.**

Перед нормированием следует установить: может ли операция выполняться методом многостаночного обслуживания, где время может перекрываться временем другой операции. Нормирование может осуществляться методом: а) опытно-статистического нормирования, которое применяется, главным образом, в единичном типе производства; б) расчетного (технического) нормирования, которое применяется в массовом и серийном производстве. Время изготовления одной штуки детали называется штучным временем tшт., которое определяется по формуле:

tшт = tо + tвсп + tобсл + tотд.

Основное время - tо - это время непосредственного изменения формы, размеров и шероховатости поверхности детали. Основное время, чаще всего при токарной операции, определяют по формуле:

tо = L i / ns, где: L - длина обрабатываемой поверхности детали, i - количество проходов, т.е. количество проходов инструментом по обрабатываемой поверхности, n-частота вращения шпинделя, s - подача.

Вспомогательное время - tвсп -определяется по нормативам и состоит из трех составляющих: время на установку, закрепление и снятие детали; время, связанное с переходами (перевод суппорта или стола, переключение чисел оборотов и подач, и т.п.); время на контроль и измерения. Сумма tо + tвсп называется оперативным временем - tоп.

Время на обслуживание - tобсл - подразделяется на техническое и организационное обслуживание. Техническое обслуживание складывается из: времени на смену инструмента, времени на подналадку станка, времени на сметание стружки и т.п.

Организационное обслуживание складывается из: времени на смазку станка, времени на раскладку и уборку инструмента, времени на инструктаж рабочего и т.п.

Время на отдых и естественные надобности - tотд. Время на обслуживание и время на отдых определяются по нормативам и составляют, примерно, 5-6% от оперативного времени.

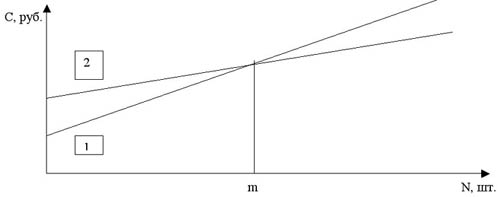
При расчете себестоимости партии детали применяется штучно-калькуляционное время -Тшт.к., которое определяется по формуле:

Тшт.к. = tшт + Тпз / N. Тпз - это подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на получение: чертежа, технологического процесса, заготовок, инструмента, а также на начальный инструктаж, наладку станка и уборку рабочего места после выполнения работы. N – количество деталей в партии. В массовом типе производства Тпз = 0. Отсюда tшт = tшт.к. в массовом типе производства.

**12. Указания по технике безопасности и охране окружающей среды**. Данные указания в обязательном порядке приводятся в каждом технологическом процессе на основании действующих нормативных требований.

**13. Выбор оптимального технологического процесса**. Выбор оптимального варианта производится по экономическим расчетам или по приоритетным факторам. Наиболее экономичный вариант технологического процесса определяется путем сравнения себестоимости изготовления партии деталей. Такой расчет производится в тех случаях, когда нет уверенности, какой из вариантов технологического процесса более эффективен (экономичен). Иногда берется в сравнение лишь часть

технологического процесса, по которой есть сомнение: выбор заготовки, раскрой, применение отдельных операций. Себестоимость изготовления партии дели можно представить упрощенной формулой: С = А + ВN, где: А - капитальные затраты, например, изготовление литьевой формы, станочных приспособлений и т.п., В – текущие затраты, например, зарплата рабочего, амортизация оборудования, стоимость электроэнергии и т.п. Эти зависимости можно представить графически.



Как видно из графика, при объеме партии до m наиболее эффективен 1 вариант, а при увеличении объема партии экономически выгоден 2 вариант.

**14. Оформление технологического процесса.**

Комплект форм документов, применяемых на предприятии, может содержать формы общего назначения, формы специального назначения и прочие формы технологических документов. К формам общего назначения относят: маршрутную карту (МК), карту эскизов (КЗ), технологическую инструкцию (ТИ), комплектовочную карту (КК),

ведомость расцеховки (ВР), ведомость оснастки (ВО), ведомость материалов (М); ведомость деталей (сборочных единиц) к типовому (групповому) технологическому процессу (операции) (ВТП, ВТО), ведомость технологических документов (ВТД) и др. К формам специального назначения относят: карту технологического процесса (КТП), карту типового (группового) технологического процесса (КГТП), операционную карту (ОК), сводную операционную карту (СОК), операционную карту типовую или групповую (ОКТ), ведомость операций (ВОП), ведомость деталей и др. В учебном проектировании применяются учебные формы по оформлению технологического процесса.

**При выборе технологических баз**необходимо руководствоваться

следующими методическими указаниями.

1. На основании анализа конструкции, служебного назначения детали и сборочной единицы, простановки конструкторских размеров и допусков определяются конструкторские базы.

2. По принципу совмещения баз предпочтительным комплектом технологических баз выбирается соответствующая совокупность конструкторских баз с учётом формы, доступности, обработки габаритных размеров, точности размера, точности формы и расположения.

3. Последовательно рассматривается возможность обработки различных поверхностей и их сочетаний от выбранного комплекта баз с учётом условий производства, включая возможность обработки набором инструментов и различные методы наладки технологических систем.

4. Если условия производства не позволяют осуществить принятый вариант базирования, то выбирается следующий комплект баз по приоритету вышеуказанной характеристики формы, доступности, габаритных размеров, размерного шага положения, точности размеров, точности формы и положения.

5. Выбранные варианты базирования проверяются на соответствие точности и возможности реализации технологических операций в заданных производственных условиях. При необходимости смены технологических баз с неприемлемым ужесточением допусков рассматривается возможность применения искусственных баз.

6. С учётом требований к черновым базам выбирается комплект баз первой установки разрабатываемого технологического процесса.

**Погрешности установки заготовок в приспособлениях.**

Точность обработки заготовок на станках в значительной мере зависит от точности установки заготовок в приспособлениях. При обработке заготовок, установленных в приспособлениях, необходимо, чтобы погрешность *Δ*обработки была меньше допуска *δ*на выполняемый на данной операции размер: *Δ < δ*; d > e + w *y*, где *y*e - погрешность установки; w - погрешности, возникающие при обработке заготовки (погрешности станка и установки инструмента, износ инструмента, температурные деформации и др.)

Одной из основных причин, вызывающих погрешности обработки, является погрешность установки, возникающая при установке заготовки в приспособление, т.е. отклонение фактически достигнутого положения заготовки от требуемого, возникающее в результате наличия погрешностей базирования и закрепления заготовки, а также вследствие погрешности изготовления приспособления и установки его на станке.

Все составляющие погрешности установки являются полем рассеяния (допуска) случайных величин и, следовательно, могут суммироваться по правилу квадратного корня. Необходимо отметить, что погрешность установки *y*e возникает при установке заготовки в приспособление до обработки, т.е. до включения станка.

*Погрешностью базирования*называется отклонение фактически достигнутого положения заготовки при базировании от требуемого. При обработке заготовок в приспособлениях на станках с ЧПУ размеры получаются автоматически, при этом положение измерительной базы относительно настроенного на размер инструмента влияет на допуск выдерживаемого размера.

*Измерительной базой*называется база, используемая для определения относительного положения заготовки и средств измерения. Поскольку инструмент настраивается на размер относительно технологических баз приспособления, погрешность базирования представляет собой расстояние между предельными положениями измерительной базы

относительно настроенного на размер инструмента. При совмещении технологической и измерительной баз погрешность базирования равна нулю (принцип совмещения баз). Следовательно, для сведения погрешности базирования к нулю необходимо совместить технологическую и измерительную базы.

**Построение, расчет и анализ технологических размерных цепей.**

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок чаще всего возникают задачи по правильному и обоснованному определению операционных размеров и допусков на них. Они могут быть решены с помощью размерного анализа.

Обычно допуски и предельные отклонения на размеры деталей определяют исходя из расчета сборочных размерных цепей. Это предопределяет последовательность обработки отдельных поверхностей, которая не всегда может быть выполнена при обработке заготовок на настроенных станках, поскольку технологические базы могут не сов-

падать с конструкторскими. Возникает необходимость устанавливать на основе выявления и расчета размерных цепей технологические размеры для выполнения отдельных операций и переходов. Однако может оказаться, что принятая последовательность обработки является неприемлемой, так как допуски на технологические размеры трудновыполнимы. В этом случае необходимо пересмотреть последовательность

обработки поверхностей заготовок.

**Разработка маршрутной технологии. Построение операций.**

При разработке маршрута механической обработки детали следует учитывать, что на первой технологической операции необходимо обработать те поверхности, которые будут в дальнейшем использоваться в качестве технологических баз. В первую очередь необходимо также обработать те поверхности, на которых могут обнаружиться пороки

заготовки (раковины, трещины, рыхлоты и т.д.), чтобы не затрачивать понапрасну труд на обработку остальных поверхностей. Дальнейшую последовательность обработки устанавливают в зависимости от требуемой точности. Чем точнее поверхность, тем

позднее она должна обрабатываться, так как обработка последующей поверхности может вызвать погрешности ранее обработанной. Это происходит из-за перераспределения внутренних напряжений, деформаций детали после снятия каждого нового слоя металла.

Последними должны обрабатываться наиболее точные поверхности, а также поверхности с наименьшими шероховатостью и волнистостью.

**Процесс механической обработки**должен укладываться в следующие**этапы.**

1. Обработка поверхностей, образующих установочные базы для всех

последующих операций.

2. Черновая обработка основных поверхностей детали.

3. Чистовая обработка основных поверхностей детали.

4. Черновая и чистовая обработка второстепенных поверхностей.

5. Термическая обработка детали, если она предусмотрена чертежом и

техническими требованиями.

6. Выполнение второстепенных операций, связанных с термической

обработкой.

7. Выполнение отделочных операций основных поверхностей.

8. Выполнение доводочных операций основных поверхностей.

**Выбор оборудования и средств технологического оснащения.**

Выбор станочного оборудования является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки. От правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономное использование

производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия.

В зависимости от объёма выпуска изделий выбирают станки по степени специализации и высокой производительности, а также станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Выбор каждого вида станка должен быть экономически обоснован. Производится расчёт технико-экономического сравнения обработки данной операции на разных станках. При заданном объёме выпуска изделий необходимо принимать ту модель станка, которая

обеспечивает наименьшие трудовые и материальные затраты, а также себестоимость обработки заготовки. При выборе необходимо дать краткое описание моделей станков, применяемых в технологическом процессе, указать предпочтение выбранной модели станка по сравнению с другими аналогичными.

Характеризуя выбранные модели станка, можно ограничиваться краткой их технической характеристикой. Если выбранные станки специальные, агрегатные или специализированные, то следует описать их принципиальную схему.

При выборе**станочного оборудования**необходимо учитывать

следующее:

характер производства;

методы достижения заданной точности при обработке;

необходимую сменную (или часовую) производительность;

соответствие станка размерам детали;

мощность станка;

удобство управления и обслуживания станка;

габаритные размеры и стоимость станка;

возможность оснащения станка высокопроизводительными приспособлениями и средствами автоматизации и механизации;

кинематические данные станка (диапазоны подачи, частота вращения шпинделя и т.д.).

При выборе станочного оборудования необходимо также учитывать современные достижения отечественного станкостроения.

**Выбор приспособления.**

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки необходимо правильно выбрать приспособления, которые должны способствовать повышению производительности труда, ликвидации предварительной разметки за-

готовки и выверки их при установке на станке.

Применение станочных приспособлений и вспомогательных инструментов при обработке заготовок даёт ряд преимуществ:

повышает качество и точность обработки деталей;

сокращает трудоёмкость обработки заготовок за счёт резкого уменьшения времени, затрачиваемого на установку, выверку и закрепление;

расширяет технологические возможности станков;

создаёт возможность одновременной обработки нескольких заготовок, закреплённых в общем приспособлении.

Выбор станочного приспособления должен быть основан на анализе затрат на реализацию технологического процесса в установленный промежуток времени при заданном числе заготовок.

Правила выбора**технологической оснастки**

предусматривает шесть систем технологической оснастки, которые предназначены для выполнения различных видов работ в зависимости от типа производства.

К системам технологической оснастки относятся следующие:

системы неразборной специальной оснастки (НСО);

системы универсально-наладочные оснастки (УНО);

системы универсально-сборной оснастки (УСО);

системы сборно-разборной оснастки (СРО);

системы универсально - безналадочной оснастки (УБО);

системы специализированной наладочной оснастки (СНО).

Выбор**режущего инструмента.**

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качеством обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Правильный выбор режущей части инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки.

Для обработки стали рекомендуется применять инструмент, режущая часть которого изготовлена из титановольфрамовых твёрдых сплавов (Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т15К6Т, Т30К4), быстрорежущих инструментальных сталей (Р18, Р9, Р9Ф4, Р14Ф4), вольфрамовых твёрдых сплавов (ВК2, ВК3М, ВК4, ВК8) и др.

Для обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов используют инструмент из вольфрамовых твёрдых сплавов.

Выбор материала для режущего инструмента зависит от формы и размеров инструмента, материала обрабатываемой заготовки, режимов резания и типа производства.

Режущий инструмент необходимо выбирать по соответствующим стандартам и справочной литературе в зависимости от методов обработки деталей.

Если технологические особенности детали не ограничивают применение высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащённого твёрдым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно это

распространяется на резцы (кроме фасонных, малой ширины, автоматных), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твёрдым сплавом и хорошо отработаны.

Выбор**методов контроля.**

Метод контроля должен способствовать повышению производительности труда контролёра и станочника, создавать условия для улучшения качества выпускаемой

продукции и снижения её себестоимости.

В единичном и серийном производствах обычно применяется универсальный измерительный инструмент (штангенциркуль, штангенглубинометр, микрометр, угломер, индикатор и т. д.).

В массовом и крупносерийном производствах рекомендуется применять предельные калибры (скобы, пробки, шаблоны и т. п.) и методы активного контроля, которые получили широкое распространение во многих отраслях машиностроения.