

## **1 Анализ технологичности детали.**

Каждая деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты можно сократить в значительной степени от правильного выбора варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применения оптимальных режимов обработки и правильной подготовки производства. На трудоемкость изготовления детали оказывают особое влияние ее конструкция и технические требования на изготовление.

При отработке на технологичность конструкции детали необходимо производить оценку в процессе ее конструирования.

Требования к технологичности конструкции детали и сферы проявления эффекта при их выполнении согласно ГОСТ 14.204— 93 следующие:

конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом;

детали должны изготавливаться из стандартных и унифицированных заготовок или заготовок, полученных рациональным способом;

размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальную степень точности и шероховатость;

физико-химические и механические свойства материала, жесткость детали, ее форма и размеры должны соответствовать требованиям технологии изготовления;

показатели базовой поверхности (точность, шероховатость) детали должны обеспечивать точность установки, обработки и контроля;

конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления.

## **2 Определение промежуточных припусков, допусков и размеров**

Промежуточные припуски имеют очень важное значение в процессе разработки технологических операций механической обработки деталей. Правильное назначение промежуточных припусков на обработку заготовки обеспечивает экономию материальных и трудовых ресурсов, качество выпускаемой продукции, снижает себестоимость изделий и ускоряет дальнейшее развитие машиностроительной промышленности.

В массовом и крупносерийном производстве промежуточные припуски рекомендуется рассчитывать аналитическим методом, что позволяет обеспечить экономию материала, электроэнергию и другие материальные и трудовые ресурсы.

В серийном и единичном производствах используют статистический (табличный) метод определения промежуточных припусков на обработку заготовки, что обеспечивает более быструю подготовку производства по выпуску планируемой продукции, освобождает инженерно-технических работников от трудоемкой работы.

После расчета промежуточных размеров определяют допуски на эти размеры, соответствующие экономической точности данной операции. Промежуточные размеры и допуски на них определяют для каждой обрабатываемой поверхности детали.

### 3 Точность обработки

Под точностью обработки понимают степень соответствия обработанной детали техническим требованиям чертежа в отношении точности размеров, формы и расположения поверхностей. Все детали, у которых отклонения показателей точности лежат в пределах установленных допусков, пригодны для работы.

В единичном и мелкосерийном производстве точность деталей получают методом пробных рабочих ходов, т.е. последовательным снятием слоя припуска, сопровождаемым соответствующими измерениями. В условиях мелко- и среднесерийного производства применяют обработку с настройкой станка по первой пробной детали партии или эталонной детали. В крупносерийном и массовом производствах точность детали обеспечивают методом автоматического получения размеров на предварительно настроенных станках-автоматах, полуавтоматах или автоматических линиях.

В условиях автоматизированного производства в станок встраивают подналадчик, представляющий собой измерительное и регулировочное устройство, которое в случае выхода размера обрабатываемой поверхности за пределы поля допуска автоматически вносит поправку в -систему станок - приспособление - инструмент - заготовка (в технологическую систему) и подналадживает ее на заданный размер.

На станках, выполняющих обработку за несколько рабочих ходов (например, на круглошлифовальных), применяют устройства активного контроля, которые измеряют размер детали в процессе обработки. При достижении заданного размера устройства автоматически отключают подачу инструмента.

Применение этих устройств повышает точность и производительность обработки путем уменьшения времени на вспомогательные операции. Эта цель достигается также путем оснащения металлорежущих станков системами адаптивного управления процессом обработки. Система состоит из датчиков для получения информации о ходе обработки и регулирующих устройств, вносящих в нее поправки.

На точность обработки влияют: погрешности станка и его износ; погрешность изготовления инструментов, приспособлений и их износ; погрешность установки заготовки на станке; погрешности, возникающие при установке инструментов и их настройке на заданный размер; деформации технологической системы, возникающие под действием сил резания; температурные деформации технологической системы; деформация заготовки под действием собственной массы, сил зажима и перераспределения внутренних напряжений; погрешности измерения, которые обусловлены неточностью средств измерения, их износом и деформациями и др. Эти факторы непрерывно изменяются в процессе обработки, вследствие чего появляются погрешности обработки.

Собственная точность станков (в ненагруженном состоянии) регламентирована государственными стандартами для всех типов станков. При эксплуатации происходит изнашивание станка, в результате которого его собственная точность снижается.

Режущий инструмент имеет погрешности размеров, формы и взаимного расположения элементов, полученных при его изготовлении. Эти погрешности определяют погрешности обработки. Износ инструмента влияет на точность обработки в партии заготовок при одной настройке станка (например, при растачивании отверстий износ резца приводит к появлению конусообразности).

Процесс резания сопровождается выделением теплоты. В результате изменяется температурный режим технологической системы, что приводит к дополнительным пространственным перемещениям элементов станка вследствие изменения линейных размеров деталей и появлению погрешностей обработки. Заготовки, имеющие малую жесткость ( $L/D > 10$ , где  $L$  - длина заготовки;  $D$  - ее диаметр), под действием сил резания и их моментов деформируются. Например, длинный вал небольшого диаметра при обработке на токарном станке в центрах прогибается. В результате диаметр на концах вала получают меньше, чем в середине, т.е. возникает бочкообразность.

В отливках и кованных заготовках в результате неравномерного остывания возникают внутренние напряжения. При резании вследствие снятия верхних слоев материала заготовки происходят перераспределение внутренних напряжений и ее деформация. Для уменьшения напряжений отливки подвергают естественному или искусственному старению. Внутренние напряжения появляются в заготовке при термической обработке, холодной правке и сварке.

## **4 Элементы приспособлений для направления и контроля положения рабочего инструмента**

### **4.1 Классификация элементов приспособлений**

Эти элементы можно разделить на три группы:

1. для быстрой установки инструментов на размер — шаблоны, установовы;
2. для определения положения и направления осевого инструмента — кондукторные втулки;
3. для определения траектории относительного движения инструмента и заготовки — копиры.

Применением этих элементов в приспособлениях достигают повышения точности размеров в партии обработанных деталей и производительности труда на операции.

### **4.2 Шаблоны, установовы и кондукторные втулки**

При наладке и подналадке установка инструментов на рабочий наладочный размер с помощью пробных стружек и промеров занимает много времени. Для ускорения наладки станков и повышения ее точности в конструкцию приспособления вводят специальные элементы, определяющие положение инструментов, соответствующее рабочему наладочному размеру. Такими элементами являются шаблоны и установовы.

Применение шаблонов типично для токарных работ, а установ — для фрезерных. Повышение производительности труда достигается в этом случае за счет сокращения времени на техническое обслуживание.

На рисунке 4.1, а дан пример установки двух подрезных резцов по шаблону 1. Такой шаблон может быть съемным или откидным, шарнирно закрепленным. При настройке шаблон ставят в рабочее положение, а после закрепления резцов снимают или откидывают в нерабочее положение. Другим примером шаблона для установки резца может служить установочное кольцо 1 (рисунок 4.1, б), которое надевается на оправку вместе с обрабатываемой деталью 2. Резцы подводят до соприкосновения с шаблоном (кольцом). Широкое распространение в конструкциях фрезерных приспособлений получили установы (рисунок 4.2) для наладки на размер фрез.

Установы помещаются на приспособлении так, чтобы они не мешали при установке и обработке детали, но в то же время, чтобы к ним был свободный доступ инструмента (рисунок 4.2, а). На рисунке показаны конструкции установов: для установки фрезы в одном направлении (рисунок 4.2, б); для установки фрезы в двух направлениях (рисунок 4.2, в) (например, при фрезеровании шпоночного паза нужно выставить инструмент на размер по глубине паза и соосно с заготовкой).

В процессе наладки станка между установом и фрезой помещают щуп, который должен плотно, но без защемления входить в зазор. Непосредственное соприкосновение фрезы с установом недопустимо во избежание его повреждения как в момент наладки, так и при обработке заготовок.

Материал установов — сталь У7А или 20Х с термообработкой до твердости HRC 55...60. Конструкции щупов, данные в ГОСТ 8925-68 и ГОСТ 8926-68, изготавливают из стали У7А с термообработкой до HRC 55...60.

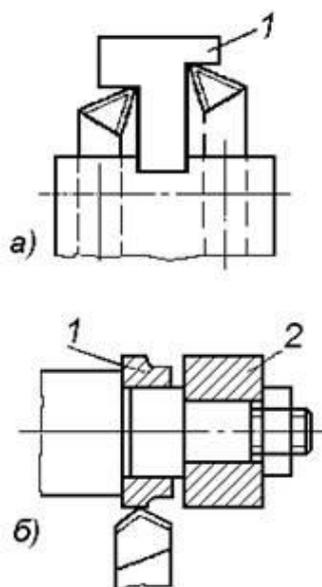


Рисунок 4.1 – Установка резцов по шаблону

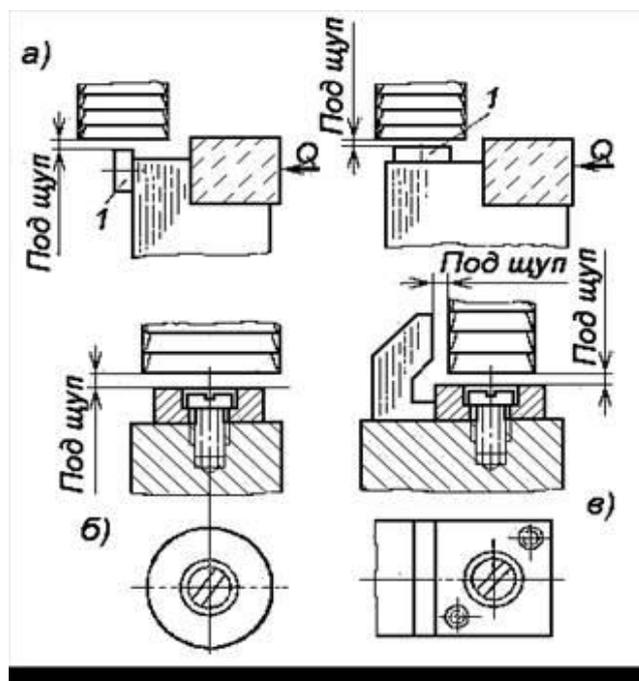


Рисунок 4.2 – Установы для наладки на размер фрез

Кондукторные втулки применяют для определения положения и направления разнообразных осевых инструментов при обработке отверстий; сверл, зенкеров, разверток и т. д. Они определяют положение оси инструмента относительно установочных элементов приспособления и повышают его радиальную жесткость. При этом отпадает необходимость в разметке, за счёт чего повышается точность расположения отверстий и производительность труда. Повышение жесткости инструмента приводит к повышению точности диаметра отверстия, уменьшению его увода, позволяет работать на более высоких режимах резания.

Кондукторные втулки бывают неподвижные и вращающиеся. Вращающиеся втулки применяют для направления расточных скалок при большом диаметре обработки и высоких скоростях резания. Вращение втулки вместе с инструментом значительно уменьшает износ ее рабочего отверстия и увеличивает срок службы.

Неподвижные втулки по конструкции разделяют на четыре группы (рисунок 4.3): постоянные, сменные, быстросменные, специальные. Первые три группы стандартизованы.

Постоянные втулки (рисунок 4.3, а) выполняют без буртика - тип I или с буртиком - тип II. Эти втулки используют в приспособлениях при мелкосерийном производстве для обработки отверстия одним инструментом, когда за время использования приспособления не потребуются замена втулки в связи с износом ее рабочей поверхности. Ориентировочно принимают число сверлений через кондукторную втулку 10000-15000.

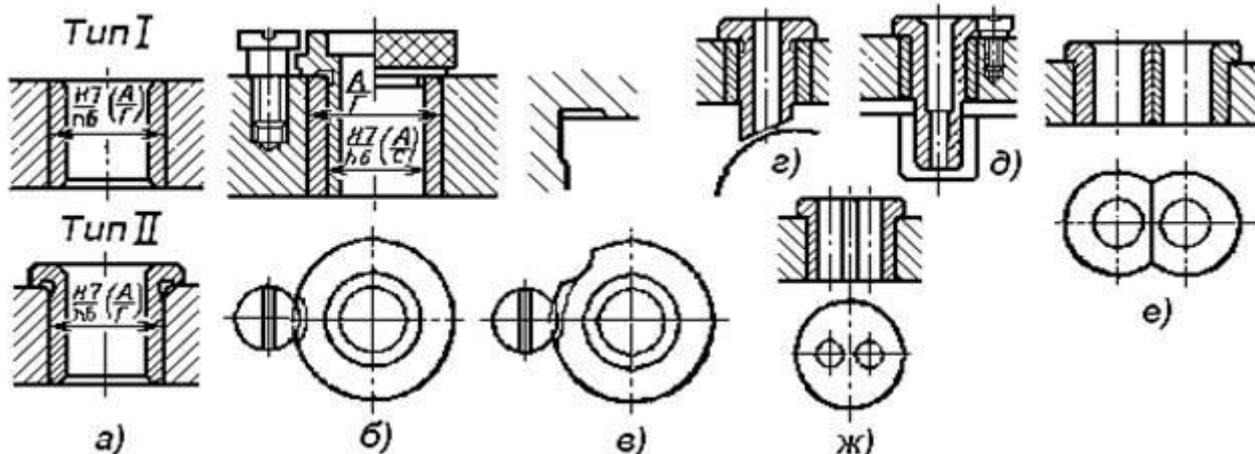


Рисунок 4.3 – Типы кондукторных втулок

В приспособлениях крупносерийного и массового производств для ускорения замены применяют сменные втулки (рисунок 4.3, б). От проворота и подъема при обработке под действием сходящей стружки они удерживаются головкой винта.

В приспособлениях серийного производства для обработки отверстия последовательно несколькими инструментами применяют быстросменные втулки (рисунок 4.3, в). Они отличаются от сменных втулок срезом на буртике, что позволяет производить их смену, не вывинчивая крепежный винт. Для удобства использования буртик быстросменной втулки имеет накатку. Специальные втулки применяют в особых случаях, когда применение стандартных втулок невозможно или не дает эффекта. На рисунке 4.3, г...ж приведены примеры специальных втулок. Втулку (рисунок 4.3, г) применяют для сверления отверстий в наклонных к его оси плоскостях, удлиненную быстросменную втулку (рисунок 4.3, д) применяют при обработке отверстий в углублениях заготовки, срезанные (рисунок 4.3, е) и сдвоенные втулки (рисунок 4.3, ж) применяют при обработке близко расположенных отверстий.

Кондукторные втулки с диаметрами отверстий до 25 мм изготавливают из стали У10А, У12А и закаливают до твердости HRC 62...65. Основные втулки с диаметром отверстия до 25 мм изготавливают из стали У7А и закаливают до твердости HRC 45...50. Все втулки с диаметрами отверстий более 25 мм изготавливают из стали 20, цементируются на глубину  $0,8 \div 1,2$  мм и закаливают до твердости HRC 62...65.

Расстояние от нижнего торца втулки до поверхности заготовки выбирают равным  $1/3 \div 1$  диаметра отверстия. Меньшее расстояние выбирают при обработке чугуна, большее - при обработке стали. При такой установке втулки стружка не попадает в направляющее отверстие и не изнашивает его.

### **4.3 Копиры**

Для обработки фасонных поверхностей на универсальных станках применяют приспособления, снабженные копировальными устройствами. Назначение копиров заключается в обеспечении траектории относительного движения инструмента, необходимой для получения требуемого контура детали. При этом пропадает необходимость в разметке, в ручной подаче инструмента при обходе криволинейного контура. В результате повышается точность обработки контура и производительность труда на операции.

Наиболее общим случаем обработки по копиру является фрезерование замкнутого контура методом круговой подачи, схема которой показана на рисунке 4.4, а. Закрепленные заготовка 1 и копир 2 вращаются вокруг общей оси. Оси ролика 3 и фрезы расположены на постоянном расстоянии а между ними и перемещаются вместе. Копир все время прижат к ролику. Расстояние между осью вращения копира 2 и осью фрезы меняется в соответствии с профилем копира, благодаря чему получается нужный профиль детали.

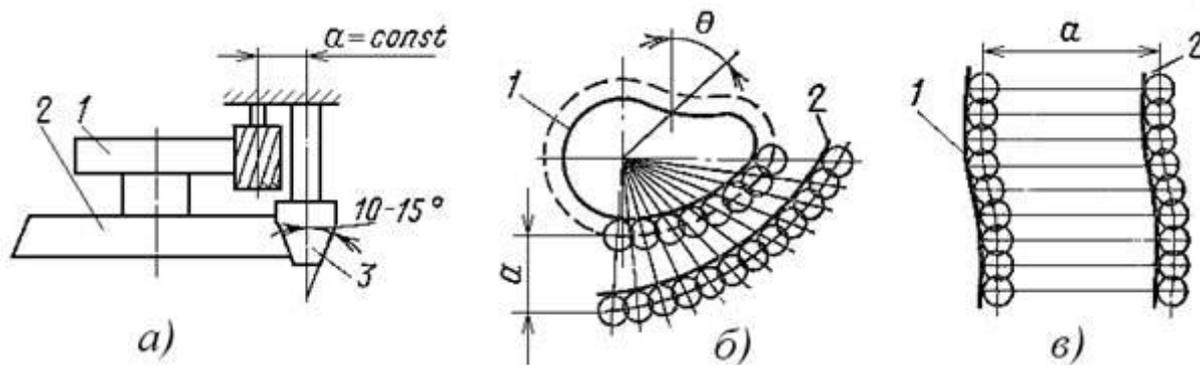


Рисунок 4.4 – Схема фрезерной обработки по копиру

Профиль копира определяют графически. Он должен быть строго увязан с профилем обрабатываемой детали и диаметрами фрезы и ролика.

Методика построения копира для поступательно-вращательного движения состоит из нескольких этапов:

1. Вычерчивание профиля детали в натуральную величину или в увеличенном масштабе (рисунок 4.4, б, в);

2. Выбор диаметров фрезы и ролика и расстояния  $a$  между ними. Радиус фрезы должен быть меньше радиуса вогнутого участка профиля;

3. Выбор центра вращения детали. Выполнение условия: угол давления  $\theta$  должен быть наименьшим ( $\theta$  - угол между лучом из центра вращения и перпендикуляром к профилю детали). Вычерчивание лучей из центра вращения копира;

4. Построение на лучах радиусом фрезы окружности касательно профилю детали и от центра фрезы вдоль лучей, откладываются отрезки  $a$ . Используя эти точки как центры, проводят окружности, соответствующие окружностям ролика;

5. По положению окружности ролика проводится огибающая кривая 2, которая и является профилем копира. Построение копира для продольно-поперечного движения производится аналогичным образом. Только вместо радиальных лучей проводится серия параллельных прямых, перпендикулярных движению подачи (рисунок 4.4, в).

Для компенсации изменения диаметра фрезы после переточки ролик делается конической формы с углом между образующей и осью ролика 10-15°.

Копиры применяются при обработке на фрезерных, токарных, строгальных, шлифовальных и других станках. Копиры и ролики изготовляют из стали 20, цементируют и закаливают до твердости HRC 58...62.

#### **Контрольные вопросы :**

- 1) Что значит технологичность детали.
- 2) Для чего нужны промежуточные припуски на деталях.
- 3) Что влияет на точность обработки.
- 4) Для чего нужны шаблоны.
- 5) Для чего нужны установы.
- 6) Для чего нужны кондукторные втулки.
- 7) Для чего нужны копиры.