

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ**

**ФГОУ ВПО КОСТРОМСКАЯ ГСХА**

**КАФЕДРА "РЕМОНТА МАШИН И ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ"**

**ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГО-  
ТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ**

**Учебное пособие для студентов специальностей 311300 - механизация сельского хозяйства, 311900 Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе, 150200 - Автомобили и автомобильное хозяйство очной и заочной форм обучения.**

**КОСТРОМА 2005**

УДК 631.1

СОСТАВИТЕЛИ: Курбатов А.Е. доцент кафедры "РМиТМ";  
Березовский Г.С. доцент кафедры "РМиТМ";  
Жукова С.В. ст. преподаватель кафедры "РМиТМ";  
Косарев А.В. ассистент кафедры "РМиТМ";

Печатается по решению методической комиссии факультета механизации с.х. ФГОУ ВПО Костромская ГСХА от 10 января 2005 протокол № 20

Рецензент: доцент, к.т.н., зав. Кафедры "Сельскохозяйственные машины" Иванов С.В.

В учебном пособии даны рекомендации по составлению технологического процесса изготовления детали для специальностей 311300 - механизация сельского хозяйства, 311900 - технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе, 150200 - автомобили и автомобильное хозяйство очной и заочной форм обучения. Данная работа может быть использована в качестве учебного пособия для самостоятельной работы по дисциплине "Технология сельскохозяйственного машиностроения".

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ВЫБОР ЗАГОТОВОК	4
1.1. Технологические методы получения заготовок	4
1.2 Припуски на механическую обработку	5
2. БАЗЫ И БАЗИРОВАНИЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАГОТОВОК И СБОРКЕ ДЕТАЛЕЙ	8
2.1. Понятие о базах, их классификация и назначение	8
2.2. Принципы постоянства базы и совмещения баз. Закрепление деталей	10
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ	12
3.1. Общие положения	12
3.2. Исходные данные и этапы разработки технологических процессов	13
3.3. Анализ технических требований чертежа, выявление технологических задач и условий изготовления детали	14
4. МЕСТО ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ МАРШРУТЕ	17
5. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ	18
5.1. Общие сведения о приспособлениях	18
5.2 Последовательность проектирования приспособлений	19
5.3 Установочные элементы приспособлений	20
6.НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	26
6.1 Общие определения	26
6.2 Основное время	26
6.3 Вспомогательное время	28
6.4 Дополнительное время	29
6.5 Штучно - калькуляционное время	29
7. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТОВ	32
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	34
Приложение А Бланк операционной карты	35
Приложение Б Бланк маршрутной карты	36
Приложение В Характеристика основных методов получения заготовок	37
Приложение Г Чистота поверхности, достижимая при различных видах обработки	39

# 1. ВЫБОР ЗАГОТОВОК

## 1.1. Технологические методы получения заготовок

В отрасли с.-х. машиностроения и автомобильном производстве правильный выбор заготовок оказывает большое влияние на экономическую эффективность производства.

*Заготовка* - это деталь, имеющая на поверхностях, подлежащих обработке, некоторый запас металла. Этот запас металла называется **припуском на обработку**.

В процессе механической обработки припуск удаляют снятием стружки, обеспечивая получение точности размеров, чистоту и геометрические параметры поверхности, установленные рабочим чертежом детали.

Выбор заготовки влияет на количество операций или переходов, трудоемкость и стоимость обработки. Основным направлением в технологии изготовления заготовок является приближение заготовки по размерам к окончательно готовой детали, т.е. обеспечение минимальных припусков на обработку, и таким путем сокращения отходов металла в стружку.

Сравнительную оценку выбора заготовок делают по коэффициенту использования металла  $\gamma$  см. формулу (1), который представляет собой отношение веса обработанной детали  $q$  к весу заготовки  $Q$ .

$$\gamma = q/Q \geq 0,75. \quad (1)$$

Характер и способ изготовления заготовок, величина припусков на обработку зависят от величины выпуска изделий.

Получение заготовок с минимальными припусками на обработку требует сложного оборудования и инструментов.

При производстве с.-х. техники и автомобилей используется литье, обработка давлением, прокат, спекание, комбинированные методы получения заготовок.

Различают *литье* в разовые и многократные формы. Разовые формы - это литье в земляные формы с ручной и машинной формовкой, в стержневые формы, в оболочковые формы, по выплавляемым моделям. Многоразовые формы - это литье в кокиль, центробежное, под давлением.

Под обработкой *давлением* понимают получение заготовок в основном с помощьюковки и штамповки.

*Ковку* рекомендуется применять в единичном и мелкосерийном производстве.

*Штамповку* целесообразно применять в серийном и массовом производстве. Различают горячую и холодную штамповку.

К горячей штамповке относятся: штамповка в открытых и закрытых штампах; выдавливание и прошивка; штамповка в штампах с разъемными матрицами, в частности, на горизонтально-ковочных машинах; гибка; вальцовка; радиальное обжатие; накатка зубьев; поперечная прокатка.

При холодной штамповке заготовка холодная или незначительно подогрета. К холодной штамповке также относят получение изделий, у которых при штамповке нагревается только его часть. Холодная штамповка обеспечивает более высокую точность по сравнению с горячей. К холодной штамповке можно отнести калибровку, чеканку, высадку, выдавливание, листовую штамповку.

Из *проката* при изготовлении автомобилей применяют товарные заготовки, сортовые и фасонные профили общего и отраслевого назначения, трубный прокат, гнутые и периодические профили, листовой прокат. Товарные заготовки, т.е. обжатые болванки, служат заготовками под ковку и штамповку крупных валов, рычагов, тяг и т.п. Из сортового проката используется круглый горячекатаный повышенной и нормальной точности, круглый калиброванный, квадратный, шестигранный и полосовой горячекатаный. Точность горячекатаного проката ориентировочно соответствует 12...14 качеству, а холоднотянутого - 9...12 качеству. Фасонные профили проката общего назначения - это угловая равно- и неравнополоч-

ная сталь, двутавровые балки и швеллеры. Фасонные профили проката отраслевого назначения предназначаются специально для отдельных отраслей, в том числе и автомобильной промышленности. Из трубного проката применяются стальные бесшовные трубы - горячекатаные, холоднотянутые и холоднокатаные. Гнутые профили различной конфигурации используют для изготовления опор, кронштейнов, ребер жесткости и т.п. Периодические профили проката соответствуют изготавливаемым из них деталям. Механические свойства периодического проката выше, чем у гладкого проката, благодаря расположению волокон металла в соответствии с конфигурацией детали.

*Спеканием* получают металлокерамические заготовки. Предварительно порошки различных компонентов прессуются при давлении 100...600 мПа, после чего спекаются. Температура спекания ниже точки плавления основного компонента. Металлокерамические заготовки изготавливают из металлов, не смешиваемых в расплавленном виде (железо - свинец, вольфрам - медь), или композиций, состоящих из металлов и неметаллов (медь - графит и др.). Точность заготовок 12...14 квалитет. Для деталей, работающих в условиях трения, заготовки изготавливают с пористостью 8...10% с последующей пропиткой маслом.

Из *пластмасс* изготавливают листы, уголки, кольца, трубки, втулки, зубчатые колеса, вкладыши подшипников. Замена черных и цветных металлов пластмассами в условиях крупносерийного и массового производства снижает себестоимость при замене черных металлов в 1,5...3,5 раза, а цветных - в 5...10 раз.

*При комбинированных методах* получения заготовок отдельные части заготовок образуются различными способами или они могут изготавливаться из различных материалов. В дальнейшем эти части соединяются между собой с помощью различных операций сборки (сварка, пайка, склейка и т.п.).

Характеристика основных методов получения заготовок приведена в приложении В.

## 1.2 Припуски на механическую обработку

*Припуск на обработку* - это дополнительный слой металла заготовки, который удаляют при обработке детали для обеспечения точности размеров и чистоты поверхности, заданных рабочим чертежом.

*Промежуточный припуск* - слой материала, удаляемый при выполнении отдельного технологического перехода.

*Общий припуск* - слой материала, необходимый для выполнения всей совокупности технологических переходов, т.е. всего процесса обработки данной поверхности от черной заготовки до готовой детали.

Общий припуск на обработку представляет собой сумму припусков на отдельные операции и переходы:

$$Z_0 = Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n, \quad (2)$$

где  $Z_1$  - припуск на обработку для первой операции;

$Z_2$  - припуск на обработку для второй и т.д.

Общий припуск на обработку  $Z_0$  равен разности между размером заготовки  $A_{\text{заг}}$  и размером обработанной детали  $A_{\text{дет}}$ :

$$Z_0 = A_{\text{заг}} - A_{\text{дет}} \quad (3)$$

Припуск назначают для компенсации погрешностей, возникающих в процессе предшествующего и выполняемого переходов технологического процесса изготовления детали.

Величину припуска для элементарной поверхности детали определяют расчетно-аналитическим методом или ориентировочно назначают по соответствующим справочным таблицам (ГОСТ, РТМ и т.п.).

Припуски делятся на симметричные - для тел вращения или для параллельных поверхностей деталей, подлежащих одинаковой обработке, и несимметричные.

Односторонний припуск является частным случаем несимметричных припусков.

Величина припуска, определяемая расчетом, выражается следующими формулами:

- симметричный припуск - на диаметр наружных и внутренних поверхностей тел вращения (вал и отверстие):

$$2Z_{b \min} = 2[(H_a + T_a) + \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_b^2}] \quad (4)$$

- симметричный припуск - на обе противолежащие параллельные плоские поверхности:

$$2Z_{b \min} = 2[(H_a + T_a) + (\rho_a + \varepsilon_b)] \quad (5)$$

- асимметричный припуск - на одну из противолежащих параллельных плоских поверхностей:

$$Z_{b \min} = (H_a + T_a) + (\rho_a + \varepsilon_b) \quad (6)$$

где  $Z_{b \min}$  - минимальный припуск на выполняемый переход («на сторону»);

$H_a$  - высота микронеровностей;

$T_a$  - толщина дефектного поверхностного слоя, оставшегося от предшествующей обработки;

$\rho_a$  - суммарное значение пространственных отклонений;

$\varepsilon_b$  - погрешность установки заготовок при выполняемой операции.

[Коэффициент 2 в формулах (4) и (5) означает, что припуск принят на диаметр или на обе стороны.]

Допуск  $\delta_z$  на припуск  $Z_i$  определяют как разность наибольшего и наименьшего предельных значений припуска:

$$\delta_z = Z_i^{\max} - Z_i^{\min} = \delta_a - \delta_b \quad (7)$$

где  $\delta_a$  - допуск размера заготовки на предшествующей операции;

$\delta_b$  - допуск размера заготовки на данной операции.

На рисунке 1 приведены схемы расположения межоперационных припусков и допусков на сторону при обработке заготовок типа вала (рисунок 1а) и отверстия (рисунок 1б) в теле заготовки.

Между предварительной и чистовой обработкой суммарный припуск распределяется следующим образом: 60% суммарного припуска на предварительную обработку и 40% - на чистовую; или 45% - на предварительную, 30% - на получистовую и 25% - на чистовую обработку.

Расчет межоперационных припусков и предельных размеров обрабатываемых поверхностей по операциям ведут в определенной последовательности: вначале определяют базовые опорные поверхности для обработки и порядок выполнения технологических операций, а затем значения  $H_a$ ,  $T_a$ ,  $\rho_a$ ,  $\varepsilon_b$  и  $\delta_a$ , после чего - расчетные величины припусков по всем операциям.

Для наружных поверхностей вначале находят расчетные размеры обрабатываемой заготовки для последней операции, устанавливая, таким образом, наименьший предельный размер детали по чертежу. Затем для определения наименьшего расчетного размера заготовки на предшествующей операции к наименьшему предельному размеру прибавляют величину межоперационного припуска. Наибольший предельный размер заготовки находят суммированием допуска с наименьшим предельным размером.

Для внутренних поверхностей расчет производится аналогично.

При обработке из проката ступенчатых валов размер заготовки определяют таким образом, чтобы ступень наибольшего диаметра детали по чертежу была не меньше диаметра заготовки, тогда остальные ступени обрабатывают с так называемым *напуском*.

При этом необходимо помнить, что под обработку наибольшего диаметра необходимо оставить припуск.

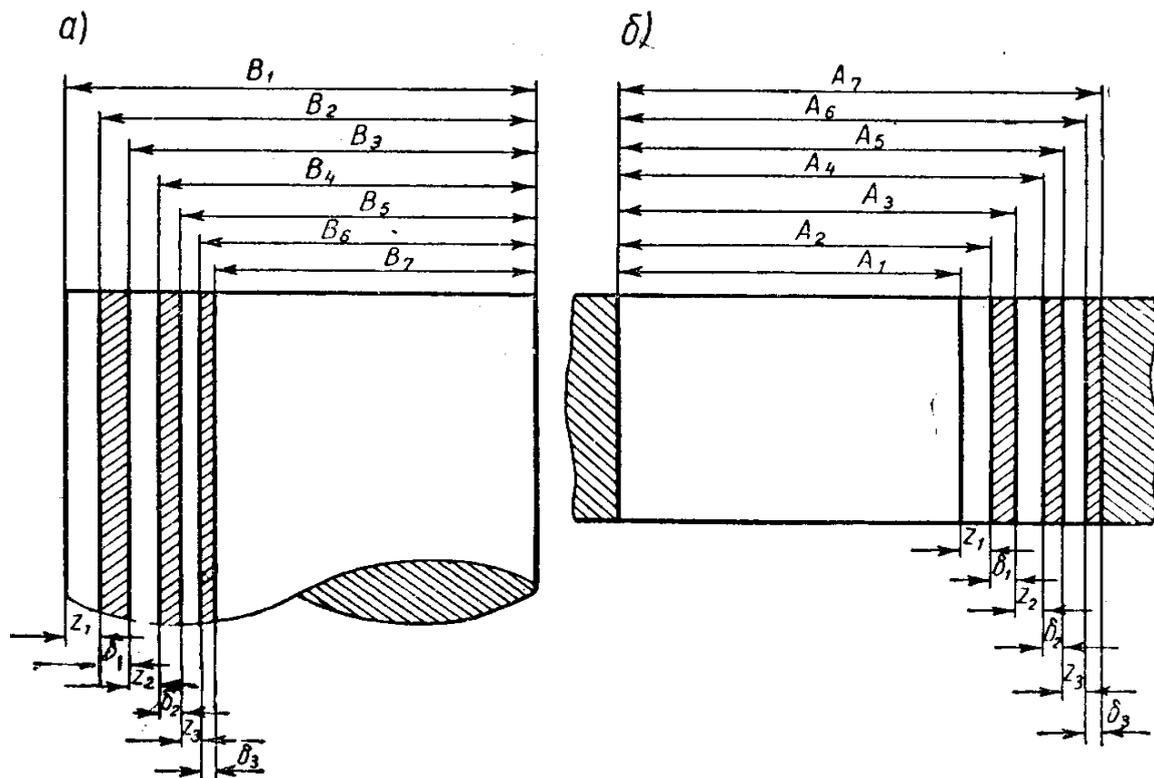


Рис.1. Схема расположения межоперационных припусков и допусков

а) вал;  $B_1$  - размер заготовки (вала),  $B_2$  и  $B_3$  - наибольший и наименьший предельные размеры заготовки после первой операции,  $B_4$  и  $B_5$  - наибольший и наименьший предельные размеры заготовки после второй операции,  $B_6$  и  $B_7$  - наибольший и наименьший предельные размеры заготовки после третьей операции,  $z_1$  и  $\delta_1$  - межоперационный припуск и допуск на первую операцию,  $z_2$  и  $\delta_2$  - межоперационный припуск и допуск на вторую операцию,  $z_3$  и  $\delta_3$  - межоперационный припуск и допуск на третью операцию; б) отверстие;  $A_1$  - размер отверстия в заготовке,  $A_2$  и  $A_3$  - наименьший и наибольший предельные размеры отверстия после первой операции,  $A_4$  и  $A_5$  - наименьший и наибольший предельные размеры заготовки после второй операции,  $A_6$  и  $A_7$  - наименьший и наибольший предельные размеры заготовки после третьей операции.

*Напуск* - часть материала заготовки, удаляемая механической обработкой для упрощения формы заготовки по отношению к форме готовой детали.

Если напуск не может быть снят за один проход, то в первом проходе удаляют 60% напуска, а во втором - 40%.

В дальнейшем ступени обрабатывают без напуска, и припуски определяют в обычном порядке.

## 2. БАЗЫ И БАЗИРОВАНИЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАГОТОВОК И СБОРКЕ ДЕТАЛЕЙ

### 2.1. Понятие о базах, их классификация и назначение

*Базой* называют исходную поверхность, определяющую положение заготовки в процессе обработки ее на станке или готовой детали в собранном узле или машине.

При конструировании, изготовлении и сборке механизмов и машин принято различать следующие разновидности баз: **технологические, сборочные и конструктивные базы.**

*Технологические базы* подразделяются на установочные и измерительные.

*Установочными базами* называют такие поверхности детали, которыми она устанавливается для обработки в определенном положении относительно станка (или приспособления) и режущего или другого рабочего инструмента.

Установочными базами могут служить плоские поверхности, наружные и внутренние цилиндрические поверхности, торцовые поверхности с отверстиями, поверхности отверстий, поверхности центровых гнезд, конические, криволинейные поверхности (например, поверхности зубьев зубчатых колес, резьбы) и др.

В качестве установочных баз могут служить обработанные и необработанные поверхности.

Необработанные поверхности можно принимать в качестве баз при начальных операциях обработки - они называются *черновыми базами*.

Обработанные поверхности, которые служат базами для последующих операций, называются *чистовыми базами*.

Черновые базы должны быть по возможности ровными и гладкими, без поверхностных дефектов.

Установочная база может быть основной или вспомогательной.

*Основной установочной базой* называется поверхность детали, которая служит для установки детали при обработке и сопрягается с другой деталью, совместно работающей в собранной машине, или оказывает влияние на работу данной детали в машине.

В качестве примера можно привести зубчатое колесо, в котором отверстие является основной базой, так как поверхность отверстия сопрягается с валом, на который насаживается колесо, и, кроме того, при обработке колесо базируется отверстием на оправке, благодаря чему достигается совпадение оси отверстия с осью наружной цилиндрической поверхности и начальной окружности зубьев колеса, что обеспечивает правильную работу его в собранном узле.

Вспомогательной установочной базой называется поверхность детали, которая служит только для ее установки при обработке, не сопрягается с другой деталью, совместно работающей в собранной машине, и не оказывает влияния на работу данной детали в машине.

Примером вспомогательных баз могут служить центровые отверстия валов, используемые только при обработке, так как по конструкции они не требуются.

*Измерительной базой* называют поверхность, от которой при измерении производится непосредственный отсчет размеров.

*Сборочной базой* называют поверхность (или совокупность поверхностей, линий, точек), которая определяет положение данной детали относительно других деталей в собранном узле или в машине.

*Конструктивной базой* называют совокупность поверхностей линий, точек, от которых задаются размеры и положение других деталей при разработке конструкции.

Конструктивная база может быть реальной, если она представляет собой материальную поверхность, или геометрической, если она является осевой геометрической линией.

При разработке технологического процесса изготовления детали следует соблюдать следующие правила выбора баз:

**Правило совмещения баз.** При выборе основных технологических баз следует стремиться, чтобы они совпадали со сборочными и измерительными базами.

При совмещении этих баз уменьшается погрешность, связанная с установкой детали, отпадает необходимость дополнительной выверки детали.

Это правило остается в силе и при восстановлении детали в процессе капитального ремонта автомобиля. Несоблюдение этого правила влечет за собой потерю взаимозаменяемости деталей и требует дополнительной - индивидуальной их подготовки или резко снижает качество изделия.

**Правило неизменности баз.** В процессе обработки детали в несколько операций следует строить технологический процесс так, чтобы точные взаимосвязанные поверхности обрабатывали с установкой **по одним и тем же чистовым технологическим базам.**

Переход с одной базы к другой всегда связан с возникновением дополнительных ошибок.

Кроме того, большое внимание должно быть уделено выбору черновой базы.

**Правило шести точек.** Известно, что всякое свободное абсолютно твердое тело имеет шесть степеней свободы - три поступательные относительно осей  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  (рис. 2) и три вращательные вокруг этих же осей. Положение тела вполне определяется шестью координатами относительно трех взаимно перпендикулярных плоскостей. Каждая координата (точка) лишает твердое тело одной степени свободы. Для достижения определенного положения детали в пространстве (по отношению к станку и инструменту) ее необходимо и достаточно базировать на шести точках.

Три опорные точки в плоскости  $\parallel XOZ$  лишают деталь трех степеней свободы, т.е. перемещения вдоль оси  $OY$  и вращения вокруг осей  $\parallel OX$  и  $OZ$ .

Плоскость, в которой заготовка устанавливается по трем опорным точкам, называется **главной базовой плоскостью**. Установка детали по двум точкам в плоскости  $\parallel ZOY$  лишает деталь еще двух степеней свободы, т.е. перемещения в направлении  $OX$  и поворота вокруг вертикальной оси.

Плоскость  $ZOY$  называется **направляющей плоскостью**. Остается одна степень свободы, т.е. возможность перемещения в направлении  $\parallel$  оси  $OZ$ .

Опорная точка в плоскости  $\parallel XOY$  лишает деталь этой последней, шестой степени свободы.

Плоскость  $\parallel XOY$  называется **упорной плоскостью**. Таким образом, деталь, опираясь шестью точками, лишена всех степеней свободы и занимает определенное положение.

При решении вопроса о способе установки детали нужно определить, каких степеней свободы должна быть лишена деталь, соприкасаясь с базирующими элементами станка или приспособления, и какие перемещения и повороты не отразятся на обработке детали.

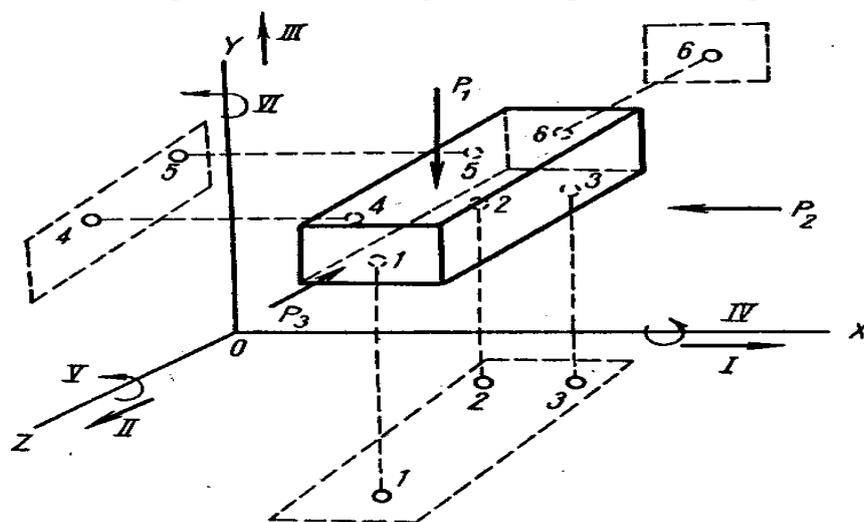


Рис. 2. Схема базирования детали (правило шести точек):  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$  - силы, действующие на деталь при базировании.

Практически иногда бывает трудно установить, сколькими точками базирована деталь. В таких случаях удобнее определить, сколько степеней свободы осталось у детали.

## 2.2. Принципы постоянства базы и совмещения баз. Закрепление деталей

Наибольшей точности обработки детали можно достигнуть в том случае, когда весь процесс обработки ведется от одной базы с одной установкой, так как ввиду возможных смещений при каждой новой установке вносится ошибка во взаимное расположение осей поверхностей.

Так как в большинстве случаев невозможно полностью обработать деталь на одном станке и приходится вести обработку на других станках, то в целях достижения наибольшей точности необходимо все дальнейшие установки детали на данном или другом станке производить по возможности на **одной и той же базе**.

Принцип постоянства базы состоит в том, что для выполнения всех операций обработки детали используют одну и ту же базу.

Если по характеру обработки это невозможно и необходимо принять за базу другую поверхность, то в качестве новой базы надо выбирать такую обработанную поверхность, которая определяется точными размерами по отношению к поверхностям, наиболее влияющим на работу детали в собранной машине.

Надо всегда помнить, что каждый переход от одной базы к другой увеличивает накопление погрешностей установок (погрешностей положения обрабатываемой детали относительно станка, приспособления, инструмента).

Далее при выборе баз различного назначения надо стремиться использовать одну и ту же поверхность в качестве различных баз, так как это тоже способствует повышению точности обработки.

В этом отношении целесообразно в качестве измерительной базы использовать установочную базу, если это возможно; еще более высокой точности обработки можно достигнуть, *если сборочная база является одновременно установочной и измерительной*. В этом и заключается принцип совмещения баз.

Пример:

**Варианты установки детали при обработке.** У детали, имеющей по высоте размер  $a$  с допуском  $\Delta$ , нужно обработать уступ размером по высоте  $b$  с допуском  $\Delta_1$ , рис. 3.

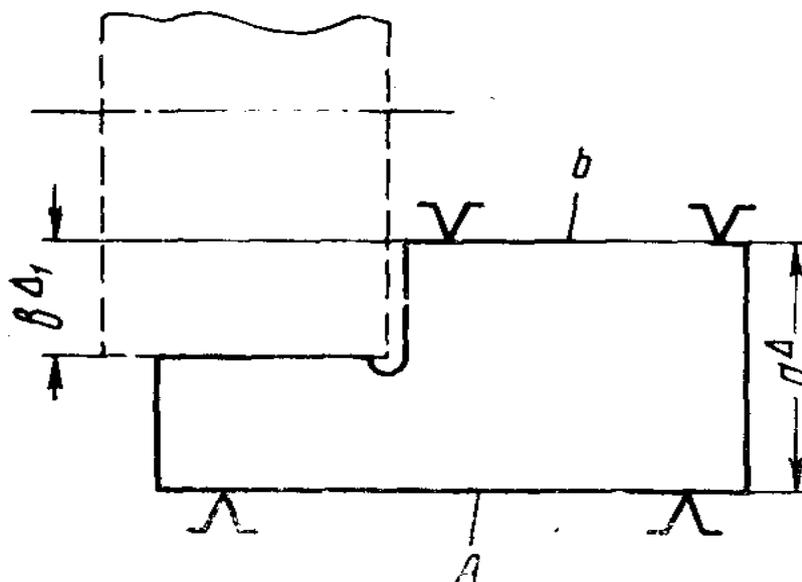


Рис. 3. Варианты установки детали при обработке

Возможны два варианта установки детали:

1-й вариант. В качестве технологической базы используют плоскость *A*. Точки базирования обозначают знаком  $\surd$ . В этом случае погрешность базирования  $\delta_A$  будет равна ошибке в размере *a*, т.е. равна величине допуска  $\Delta$ ;  $\delta_A = \Delta$ ;

2-й вариант. В качестве технологической базы используют плоскость *B*. В этом случае погрешность базирования  $\delta_B$  будет равна нулю, т.е.  $\delta_B = 0$ , так как технологическая база совмещена с измерительной.

При способе установки по первому варианту для получения размера *b* с заданной точностью, т.е. с допуском  $\Delta_1$ , необходимо соблюдение условия  $\Delta < \Delta_1$ . При несоблюдении этого условия обработка с заданной точностью будет невозможна.

### 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

#### 3.1. Общие положения

Под технологическим маршрутом изготовления детали понимается последовательность выполнения технологических операций (или уточнение последовательности операций по типовому или групповому технологическому процессу) с выбором типа оборудования. На этапе разработки технологического маршрута припуски и режимы обработки не рассчитывают, поэтому рациональный маршрут выбирают с использованием справочных данных и руководящих материалов по типовым и групповым методам обработки. Значительную помощь при этом может оказать ЭВМ.

Технологические маршруты весьма разнообразны и зависят от конфигурации детали, ее размеров, требований точности, программы выпуска, однако при проектировании маршрута следует руководствоваться некоторыми общими соображениями. С методической точки зрения эта работа может быть представлена следующей примерной схемой:

1. Сначала выявляют необходимость расчленения процесса изготовления детали на операции черновой, чистовой и отделочной обработки. Эту работу выполняют с использованием разработок по установлению маршрута обработки различных поверхностей данной детали.

2. Операцию черновой обработки целесообразно отделить от чистовой, чтобы уменьшить влияние деформации заготовки после черновой обработки. Однако, если заготовка жесткая, а обрабатываемые поверхности незначительны по длине, то такое расчленение не обязательно. Нецелесообразно также отделение черновой обработки от чистовой при изготовлении детали на револьверном станке из пруткового материала.

Отделочная обработка, как правило, выполняется на конечной стадии процесса. Но от этого положения в отдельных случаях приходится отступать.

Например, если окончательная обработка поверхности связана с возможным отходом заготовок в брак, то эту операцию не следует выполнять последней, чтобы не иметь лишних затрат труда.

3. При формировании операций следует учесть, что определенная группа поверхностей потребует обработки с одной установки. К таким поверхностям относятся **соосные поверхности вращения и прилегающие к ним торцовые поверхности**, а также **плоские поверхности**, обрабатываемые в несколько позиций.

4. В самостоятельные операции выделяются обработка зубьев колес, нарезание шлицев, обработка пазов, сверление отверстий с применением многошпиндельных головок и др.

5. При формировании операций следует иметь в виду следующее: а) на первой операции необходимо обработать те поверхности, которые будут использованы в качестве установочных баз на второй, а возможно и на последующих операциях механической обработки; б) наличие термической или химико-термической обработки.

6. При формировании технологического маршрута устанавливается тип применяемого оборудования (станок токарный, фрезерный, сверлильный и т.д.).

7. Выполненная наметка технологического маршрута оформляется в виде операционных эскизов заготовок с указанием схемы их базирования и с выделением жирными линиями обрабатываемых поверхностей.

8. В маршрут технологического процесса включают опущенные второстепенные операции (обработку крепежных отверстий, снятие фасок, зачистку заусенцев, промывку и др.), а также указывают место контрольных операций.

9. После оценки принятых решений вносят необходимые коррективы.

При составлении маршрута технологической обработки рекомендуем пользоваться данными в приложении 4.

### 3.2. Исходные данные и этапы разработки технологических процессов

Исходную информацию для разработки ТП подразделяют на базовую, руководящую и справочную.

При разработке ТП для новых заводов или производств **базовыми исходными данными являются**: рабочий чертеж, на котором указаны материалы, конструктивные формы и размеры детали; технические условия и требования на изготовление детали, определяющие точность и качество обрабатываемых поверхностей; особые требования, оговаривающие, например, твердость отдельных поверхностей детали, структуру материала некоторых участков изделия, виды термической обработки, необходимость балансировки; объем выпуска изделий, который включает количество необходимых для сборки изделия деталей и запасных частей; планируемый интервал времени выпуска изделий и запасных частей. Если выпуск во времени неравномерный, то его указывают по годам или другим периодам времени.

При разработке ТП для действующих или реконструируемых заводов в дополнении к вышеуказанным базовым данным необходимо также располагать сведениями о наличии оборудования, СТО, производственных площадях и других местных условиях. При этом возможности технолога могут быть ограничены, в частности, существующими на предприятии технологическими методами получения заготовки и механической обработки.

Справочная информация включает нормативные материалы, каталоги и паспорта технологического оборудования, альбомы СТО, ГОСТ и нормали на режущий и измерительный инструменты, нормативы точности, шероховатости, расчеты припусков, режимов резания и технического нормирования времени, тарифно-квалификационные справочники и другие вспомогательные материалы.

Руководящая информация содержит данные о перспективных ТП в отрасли, стандарты на ТП и их документацию, основные требования по состоянию и перспективам развития производства на предприятии.

Степень подробности технологических разработок зависит от типа производства. Различают маршрутное, маршрутно-операционное и операционное описание ТП.

Разработку ТП выполняют в определенной последовательности взаимосвязанных этапов.

1. Проводят анализ технических требований и условий изготовления изделия на данном предприятии, т.е. устанавливают возможности получения и контроля конструктивных и технологических параметров детали и выявляют технологические задачи.

2. Устанавливают тип производства и методы работы по программе выпуска к планируемому интервалу времени выпуска изделия данной конструкции и технологических признаков.

3. Проводят технологический контроль чертежа детали на соответствие требованиям технологичности для условий данного или проектируемого предприятия.

4. Определяют вид заготовки и метод ее получения.

5. Устанавливают маршруты обработки основных поверхностей заготовки, т.е. последовательность переходов, обеспечивающих получение требуемой по рабочему чертежу точности и качества поверхностного слоя от заготовки до конечных характеристик поверхности.

6. Составляют маршрут изготовления детали с выбором схемы установки, определением последовательности выполнения технологических операций, а при необходимости и операций, например, по транспортированию изделий, а также с выбором типа оборудования и оснастки.

7. Рассчитывают припуски и определяют промежуточные размеры по переходам и исходные размеры заготовок.

8. Проводят завершающие технологические разработки: выбирают схему построения операций; определяют режимы выполнения технологических переходов; проводят расчеты точности получения размеров, формы и расположения поверхностей; выбирают модели технологического оборудования, видов режущих инструментов.

9. Определяют технико-экономические показатели созданных возможных вариантов ТП, из которых выбирают наиболее рациональный.

10. Оформляют необходимую для данного типа производства технологическую документацию.

### **3.3. Анализ технических требований чертежа, выявление технологических задач и условий изготовления детали**

Разработке ТП предшествует подробное изучение рабочего чертежа детали и условий ее работы в изделии сборочной единицы. Деталь входит составной частью в изделие, и ее размеры являются звеньями сборочных размерных цепей или оказывают влияние на характеристики качества сборочных сопряжений.

Рабочий чертеж должен давать полное представление о детали, иметь достаточное количество проекций, разрезов и видов; размеры всех поверхностей с допусками на их выполнение; технические требования по форме и расположению поверхностей, а также по их специфическим свойствам (например, твердости поверхностного слоя и его глубине). Чертеж по оформлению должен соответствовать стандартам ЕСКД.

Технические требования на изготовление детали содержат:

предельные отклонения размеров и шероховатости поверхностей;

допуски формы, плоскостности, некруглости и профиля сечения;

допуски расположения, параллельности плоскостей, соосности шеек вала, симметричности профиля сечений;

вид термической обработки и твердость рабочих поверхностей, вид покрытия;

специфические свойства (необходимость балансировки, допустимую неуравновешенность).

При рассмотрении технических требований выявляют технологические задачи получения данной детали.

Для этого выделяют наиболее ответственные поверхности, совокупность требований к которым определяет заключительные методы и маршрут обработки, необходимое технологическое оборудование.

Специфические требования к изготовлению детали требуют наличия в маршруте обработки соответствующих операций (например, операций по динамической балансировке детали).

Анализ технических требований по расположению осей отверстий, плоскостей и других поверхностей деталей устанавливает технологические задачи по выбору поверхностей заготовки для базирования при обработке, схем базирования и закрепления заготовок в операциях, схем выполнения обработки заданного профиля детали, а также типов приспособлений и режущих инструментов.

Разработка ТП для существующих производств предполагает тщательное изучение условий работы предприятия. Устанавливают наличие производственных площадей, на которых размещено оборудование, необходимое для изготовления проектируемого изделия; определяют возможности модернизации технологического оборудования и расширения производственных площадей для увеличения объемов выпуска изделий; выясняют возможности действующего предприятия по применению новых технологических методов получения заготовок и механической обработки поверхностей заготовок, прогрессивного вспомогательного и режущего инструмента, а также СТО.

Таблица 3.1. Основные положения типовых технологических процессов для деталей различных классов

Класс	Группа, размер и примерный перечень деталей	Заготовка и технологическая база	Основные группы операций
1	2	3	4
1-й - корпусные детали	<p><b>Крупные:</b> <math>l &gt; 700</math> мм, вес <math>&gt; 40</math> кг Блок цилиндров, картер заднего моста</p> <p><b>Средние:</b> <math>l = 350 - 700</math> мм, вес <math>10 - 40</math> кг Картер коробки передач, картер редуктора</p> <p><b>Небольшие:</b> <math>l = 150 - 350</math> мм, вес <math>2 - 10</math> кг Картер рулевого механизма</p> <p><b>Мелкие:</b> <math>l &lt; 150</math> мм, вес <math>&lt; 2</math> кг Картер главного тормозного цилиндра</p>	Отливка из серого чугуна, ковкого чугуна, алюминиевых сплавов, стали, штампово-сварная конструкция. Базирование по основной плоскости и двум отверстиям	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обработка базовых поверхностей</li> <li>2. Черновая и чистовая обработки основных плоскостей.</li> <li>3. Черновое и чистовое растачивание основных отверстий</li> <li>4. Обработка небольших плоскостей, сверление, снятие фасок, развертывание отверстий и нарезание резьб</li> <li>5. Гидравлическое испытание</li> <li>6. Доводка основных поверхностей и отверстий</li> </ol>
2-й - круглые стержни (валы)	<p><b>Крупные:</b> <math>l &gt; 800</math> мм, вес <math>&gt; 10 - 100</math> кг Коленчатый вал</p> <p><b>Средние:</b> <math>l = 250 - 800</math> мм, вес <math>3 - 10</math> кг Шлицевой вал коробки передач, малая цилиндрическая шестерня редуктора</p> <p><b>Небольшие:</b> <math>l = 100 - 250</math> мм, вес <math>0,8 - 3</math> кг Ведущая коническая шестерня заднего моста, разжимной кулак тормозов</p> <p><b>Мелкие:</b> <math>l &lt; 100</math> мм, вес <math>&lt; 0,8</math> кг Крестовина карданного вала, рессорный палец</p>	Горячая штамповка, заготовка из прутка или трубы, отливка из модифицированного чугуна. Базирование в центрах или по шейкам	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обработка торцов и базовых центровых отверстий</li> <li>2. Черновая и чистовая обработки диаметров одной, затем второй стороны вала</li> <li>3. Обработка прочих поверхностей</li> <li>4. Шлифование поверхностей, требующих точной обработки</li> <li>5. Фрезерование, долбление и шевингование зубьев у стержней, имеющих венцы</li> <li>6. Термическая обработка</li> <li>7. Шлифование шеек и отверстий</li> <li>8. Балансировка</li> <li>9. Доводка основных поверхностей</li> </ol>
3-й - полые стержни (втулки) Высота $H > 0,5D$	<p><b>Крупные:</b> <math>D &gt; 400</math> мм, вес <math>&gt; 30</math> кг Барaban лебедки</p> <p><b>Средние:</b> <math>D = 150 - 400</math> мм, вес <math>2 - 30</math> кг Ступицы колес, чашка дифференциала</p> <p><b>Небольшие:</b> <math>D = 70 - 150</math> мм, вес <math>0,70 - 2</math> кг Гильзы цилиндров, шестерни-каретки коробки передач</p> <p><b>Мелкие:</b> <math>D &lt; 70</math> мм, вес <math>&lt; 0,7</math> кг Втулки</p>	Отливка из серого чугуна, ковкого чугуна, стального литья, горячая штамповка. Базирование по наружной или внутренней поверхности и торцу	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обработка базовых поверхностей</li> <li>2. Черновая и чистовая обработки наружной и внутренней поверхностей и торцов с одной и с другой стороны</li> <li>3. Обработка других поверхностей включая обработку зубьев</li> <li>4. Окончательная обработка внутренней, затем наружной поверхностей</li> <li>5. Доводка точных размеров</li> </ol>

1	2	3	4
4-й - диски. Высота $H < 0,5D$	<b>Крупные:</b> $D > 400$ мм, вес $> 30$ кг Маховик двигателя, тормозной барабан <b>Средние:</b> $D = 200 - 400$ мм, вес $6 - 30$ кг Большая цилиндрическая шестерня заднего моста, ведомая коническая шестерня заднего моста <b>Небольшие:</b> $D = 100 - 200$ мм, вес $1 - 6$ кг Шкив вентилятора, шестерни коробки передач, фланцы <b>Мелкие:</b> $D < 100$ мм, вес $< 1$ кг Сателлит, фланец диска сцепления	Отливка из серого чугуна, ковкого чугуна, алюминиевых сплавов, горячая штамповка, холодная штамповка. Базирование по торцу внутренней (иногда наружной) поверхности	1. Обработка торцов и части наружной и внутренней поверхностей, включая базовую с одной стороны, а затем со второй стороны; черновая, а затем чистовая 2. Обработка фасонных поверхностей, включая обработку зубьев 3. Обработка второстепенных поверхностей 4. Термическая обработка. 5. Окончательная обработка наружных и внутренних поверхностей 6. Доводка точных поверхностей
5-й - некруглые стержни	<b>Крупные:</b> $l > 800$ мм, вес $> 20$ кг Балка передней оси <b>Средние:</b> $l = 300 - 800$ мм, вес $3 - 20$ кг Шатуны, впускные и выпускные трубопроводы <b>Небольшие:</b> $l = 150 - 300$ мм, вес $1 - 3$ кг Рулевая сошка, тормозная колодка <b>Мелкие:</b> $l < 150$ мм, вес $< 1$ кг Вилка переключения коробки передач, коромысла клапанов	Горячая штамповка и отливка из ковкого и серого чугуна, холодная штамповка со сваркой. Базирование по стержню и головке, затем по обработанному отверстию головки	1. Черновая и чистовая обработки части поверхности 2. Сверление и растачивание основных отверстий 3. Обработка второстепенных поверхностей 4. Окончательная обработка и доводка точных поверхностей
6-й - крепежные детали	<b>Точеные:</b> изготавливаемые на токарных автоматах <b>Высаживаемые:</b> изготавливаемые холодной высадкой на высадочных автоматах	Холоднотянутый пруткок Холоднотянутый материал в бунтах	1. Точение или высадка на автомате 2. Доделочные операции на резбонарезных, резбонакатных, фрезерных и сверлильных станках

#### 4. МЕСТО ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ МАРШРУТЕ

В процессе изготовления детали операции термической обработки должны быть увязаны с операциями механической обработки. Различают предварительную, промежуточную и окончательную термическую обработку.

**Предварительная термическая обработка** осуществляется до выполнения операций механической обработки и заключается в отжиге, нормализации или улучшении заготовок. Поковки из конструкционных сталей, отливки и сварные заготовки подвергают операции отжига, что позволяет резко снизить остаточные напряжения в металле и улучшить его обрабатываемость резанием. План процесса изготовления детали будет проще, если механическая обработка не прерывается термическими операциями. В связи с этим, если при изготовлении деталей из среднеуглеродистых сталей окончательная термическая обработка заключается в нормализации или улучшении, то эти операции выполняют перед механической обработкой. Улучшение осуществляют до твердости не выше HRC 40 (HB 390), так как при более высокой твердости обработка лезвийным инструментом затруднительна.

**Промежуточная термическая обработка** применяется после чернового резания и заключается в нормализации стальных деталей и в процессе старения отливок. Нормализации подвергают заготовки из малоуглеродистых сталей, в том числе из легированных малоуглеродистых (стали 20X, 20XH), с целью обеспечения лучшей обрабатываемости при чистовом резании или при обработке методом пластического деформирования (раскатка отверстий и др.). Крупные отливки для ответственных деталей (например, для станин станков) подвергают после обдирочной обработки старению, что обеспечивает снятие остаточных напряжений в металле заготовки.

**Окончательная термическая обработка** осуществляется в виде общей закалки детали или поверхностной закалки. Если окончательная термическая обработка заключается в общей закалке детали до твердости выше HRC 40, то эту обработку ведут после чистовой обработки до шлифования.

При необходимости цементации с последующей закалкой отдельных поверхностей детали применяют предварительное омеднение тех поверхностей, которые не подлежат цементации.

## 5. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

### 5.1. Общие сведения о приспособлениях

**Приспособлением** называют вспомогательное устройство для выполнения операций механической обработки, сборки, испытания и контроля.

По назначению приспособления подразделяют на следующие виды:

1. *Станочные приспособления*, применяемые для установки и закрепления на станках обрабатываемых заготовок.

В зависимости от вида механической обработки эти приспособления подразделяют на приспособления для сверлильных, фрезерных, расточных, токарных станков и др.

Станочные приспособления составляют 80 - 90% в общем парке приспособлений.

Применение их обеспечивает:

а) повышение производительности труда при сокращении времени на установку и закрепление заготовок, при уменьшении времени посредством многоместной обработки, совмещение технологических переходов и повышении режимов резания;

б) повышение точности обработки благодаря устранению, как правило, выверки при установке и связанных с ней погрешностей;

в) облегчение условий труда станочников;

г) расширение технологических возможностей оборудования;

д) повышение безопасности работы.

Применение станочных приспособлений позволяет также снизить себестоимость продукции. Целесообразность применения станочных приспособлений должна определяться с помощью технико-экономических расчетов (в частности, снижение времени на закрепление заготовки, а также точность установки, что приводит к снижению припусков на обработку).

2. *Приспособления для установки и закрепления рабочего инструмента* (вспомогательный инструмент), осуществляющие связь между инструментом и станком.

3. *Сборочные приспособления* для соединения сопрягаемых деталей в узлы и изделия.

Их применяют:

а) для крепления базовых деталей (или узлов) собираемого изделия;

б) для обеспечения правильной установки соединяемых элементов изделия;

в) для предварительной сборки упругих элементов (пружин, разрезных колец) и др., а также для выполнения соединений с натягом.

4. *Контрольные приспособления*, применяемые для промежуточного и окончательного контроля деталей в процессе механической обработки, а также для контроля собранных узлов машин.

5. Приспособления для захвата, перемещения и перевертывания обрабатываемых заготовок и узлов, используемые при обработке и сборке тяжелометаллических деталей и изделий.

По степени специализации приспособления подразделяют:

1) на универсальные, предназначенные для обработки разнообразных заготовок (машинные тиски, патроны, делительные головки, поворотные столы и пр.);

2) на специализированные, предназначенные для обработки определенных заготовок путем использования дополнительных или сменных устройств (специальных губок для тисков, фасонных кулачков к патронам и т.п.);

3) на специальные, предназначенные для выполнения определенных операций механической обработки конкретной детали.

Универсальные приспособления применяют в условиях единичного или мелкосерийного производства, а специализированные и специальные - в условиях крупносерийного и массового производства.

Для снижения себестоимости, сокращения сроков проектирования и изготовления приспособлений необходимо идти по пути широкой нормализации деталей и узлов приспособлений.

Основными элементами приспособлений являются:

*установочные* - для определения положения обрабатываемой поверхности заготовки относительно режущего инструмента;

*зажимные* - для закрепления обрабатываемой заготовки;

*направляющие* - для придания требуемого направления движению режущего инструмента относительно обрабатываемой поверхности;

*делительные, или поворотные* - для точного изменения положения обрабатываемой поверхности заготовки относительно режущего инструмента;

*корпусы приспособлений* - основная часть, на которой размещены все элементы приспособлений;

*крепежные* - для соединения отдельных элементов между собой;

*механизированные приводы* - для зажима обрабатываемой заготовки.

В некоторых приспособлениях установку и зажим обрабатываемой заготовки выполняют одним механизмом, называемым установочно-зажимным.

## 5.2. Последовательность проектирования приспособлений

Исходными данными для проектирования приспособлений являются:

- 1) рабочие чертежи заготовки и готовой детали и технические условия ее приемки;
- 2) операционный эскиз заготовки на предшествующую и выполняемую операцию (если приспособление конструируют для промежуточной операции);
- 3) карта (или описание) технологического процесса обработки данной заготовки с указанием последовательности и содержания операций, принятым базированием, используемого оборудования и инструмента, режимов резания, а также проектной нормы штучного времени с выделенным вспомогательным временем на установку, закрепление и снятие заготовки;
- 4) ГОСТ и нормалы на детали и узлы станочных приспособлений, а также альбомы нормализованных конструкции приспособлений.

Проектирование приспособлений рекомендуется производить в такой последовательности:

1. Установить длину рабочего и холостого хода станка, размеры стола и шпинделя станка, расстояние от стола до шпинделя, расстояние между центрами и высоту центров. Эти данные нужны для определения габаритов приспособления, размеров, зависящих от станка (ширину шпонок, основания корпуса, расстояния между проушинами для крепления приспособления на станке и т.д.), для увязки размеров режущего и вспомогательного инструмента. Например, при проектировании расточных и сверлильных приспособлений следует высоту приспособлений, длину режущего и вспомогательного инструмента сверять с длиной хода станка, который должен обеспечить установку и смену расточных борштанг.

2. Определить метод базирования детали с учетом выбранных базовых поверхностей.

3. При наличии заготовок деталей, подлежащих обработке, следует ознакомиться с конструкцией и состоянием базовых поверхностей заготовок и установить действительные размеры и их отклонения, что нужно для выбора конструкции опор (постоянных или регулируемых).

4. На листе бумаги вычертить контуры детали в таком виде, в каком она поступает для обработки на данной операции, придерживаясь, по возможности, масштаба 1:1. **Чертеж детали в первой проекции должен соответствовать рабочему положению деталей при обработке на станке.** На поверхностях, подлежащих обработке, указать припуск или обвести их жирными линиями.

5. Определить направление действия усилий резания, место приложения и направления усилий зажима.
6. Определить местоположение установочных деталей приспособлений, их количество и вычертить их контур. При расположении опор следует учитывать направление действия сил и зажимов и располагать их так, **чтобы действие сил резания воспринималось опорами**, а не зажимными устройствами.
7. Выбрать тип зажимного устройства, руководствуясь выбранным типом приспособления (одноместным, многоместным, одно- или многопозиционным), тактом выпуска деталей, величиной зажимной силы и т.д.
8. Вычертить направляющие детали приспособления, определяющие положения режущего инструмента (кондукторные втулки или установы для настройки фрез).
9. Нанести контуры корпуса приспособления с использованием стандартных форм заготовок корпусов.
10. Нанести координатные и основные размеры с допусками и отклонениями, зависящими от размеров обрабатываемых деталей, определяющими точность обработки, наладочные размеры, а также размеры приспособлений.
11. Вычертить три проекции приспособления.
12. Вычертить необходимые проекции разрезов и сечений, поясняющие конструкцию приспособления.

### 5.3. Установочные элементы приспособлений

Установочные элементы приспособлений служат для придания заготовке правильного положения относительно режущего инструмента. Рассмотрим типовые случаи установки заготовок и конструктивные особенности установочных элементов. При установке заготовки на плоскость применяют опоры постоянные, регулируемые, самоустанавливающиеся, подводимые. К постоянным опорам относятся различные конструкции штырей и опорных пластин (смотри рисунок 4).

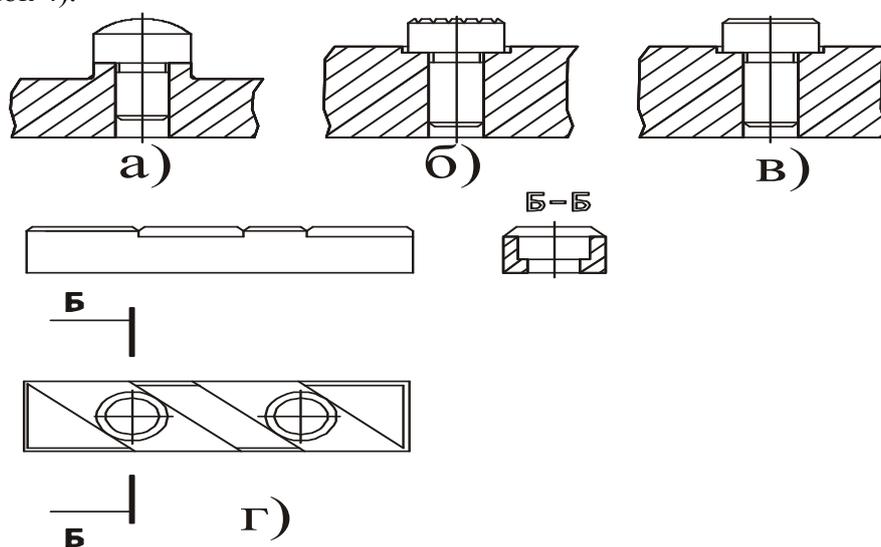


Рис. 4. Конструкции штырей и опорных пластин

Для установки заготовок по необработанным поверхностям применяют штыри со сферической (смотри рисунок 4а) или с рифленой (смотри рисунок 4б) головкой; последние используют для установки крупных отливок и поковок. Штыри с плоской головкой (смотри рисунок 4в) предназначены для установки на плоскость, обработанную не ниже  $R_a - 2,5$  мкм. Заготовки с чисто обработанной базовой поверхностью устанавливают на опорные пластины (смотри рисунок 4г). Постоянные опоры при износе меняют. Регулируемые опоры, в отличие от постоянных, позволяют периодически изменять их осевое положение для компенсации износа контактных плоскостей опор. В связи с этим регулируемые опоры монти-

руют в корпусе приспособления путем ввертывания в корпус на резьбе с фиксацией контргайкой. Опоры в корпусе приспособления располагают в общем случае по правилу шести точек (смотри пункт 2.1.).

Установочные элементы, используемые как добавочные опоры для устранения деформации заготовки от действия сил резания, сил зажима или собственного веса заготовки, выполняют в виде самоустанавливающихся либо подводимых опор. Пример конструкции самоустанавливающейся опоры приведен на рисунке 5. Заготовку 1 устанавливают на постоянные опоры (штыри или пластины). Однако для исключения прогиба заготовки применена дополнительная самоустанавливающаяся опора 3. Эта опора, находясь под воздействием предварительно сжатой пружины 5, выдвигается вверх до упора в поверхность заготовки, после чего ее положение фиксируют винтом 4. Колпачок 2 защищает устройство от попадания мелкой стружки.

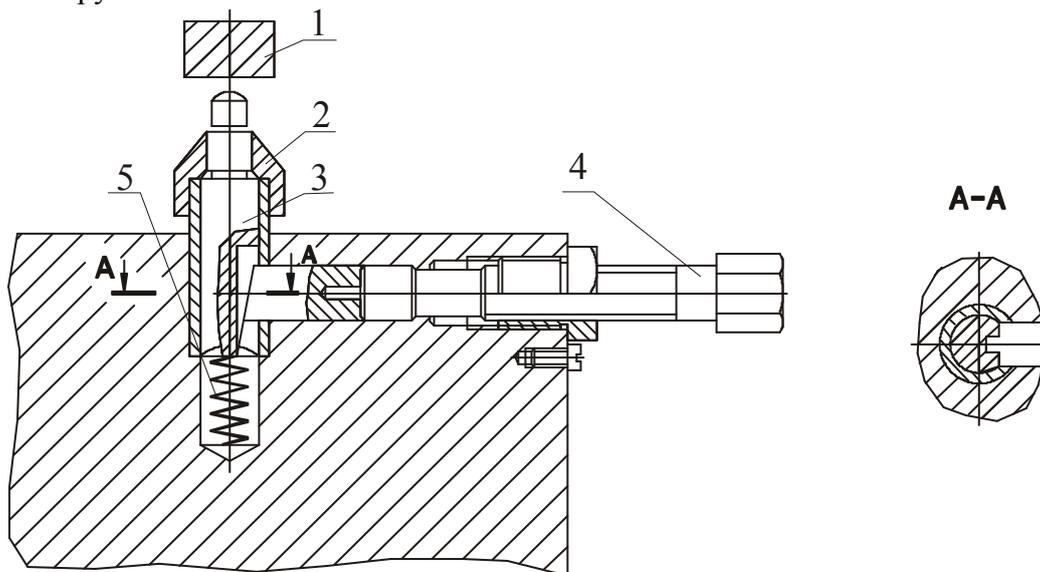


Рис. 5. Схема самоустанавливающейся опоры

1 - заготовка; 2 - колпачок защитный; 3 - дополнительная самоустанавливающаяся опора; 4 - фиксирующий винт; 5 - пружина.

Для крупногабаритных заготовок применяют подводимые клиновые опоры, которые стопорят затяжкой маховичка.

Опорные штыри и пластины изготавливают из стали 45, У8А, 20 или 20Х с последующей термообработкой до твердости HRC 56-60 и шлифованием несущих поверхностей до  $R_a = 0,63$  мкм.

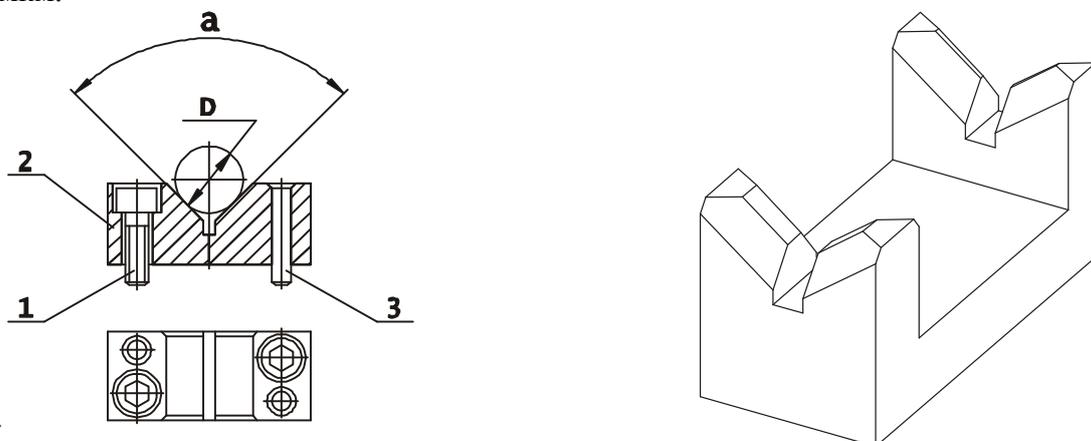


Рис. 6. Призмы

1 - винт; 2 - призма; 3 - штифт.

При установке заготовки на внешнюю цилиндрическую поверхность используют призмы 2 (смотри рисунок 6), патроны и втулки. Призмы обычно делают с углом  $= 90^\circ$ . Для точной установки призмы на корпусе приспособления применяют штифты 3; закрепляют призму винтами 1.

Патроны различают кулачковые (двух-, трех- и четырехкулачковые), цанговые, мембранные и других конструкций. На рисунке 7 показаны конструктивные схемы цанговых патронов. При зажиме заготовки цанга втягивается затяжной трубой в конусное гнездо (смотри рисунок 7а) или вдвигается в конус (смотри рисунок 7б). Цанги изготавливают из стали У10А. Кулачковые и цанговые патроны выполняют одновременно функции центрирования (установки) заготовки и зажимного устройства.

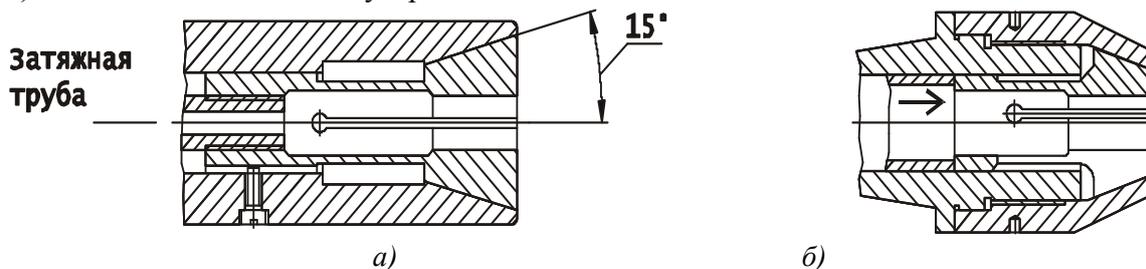


Рис. 7. Цанговые патроны: а - с затяжной трубой; б - подвижные.

Если базовая цилиндрическая поверхность заготовки выполнена с отклонением, соответствующим 6-му или 8-му качеству, то деталь можно установить во втулке. На рисунке 8 показана установка фланцевой детали 1 во втулку 2 с базированием по цилиндрической поверхности и торцу.

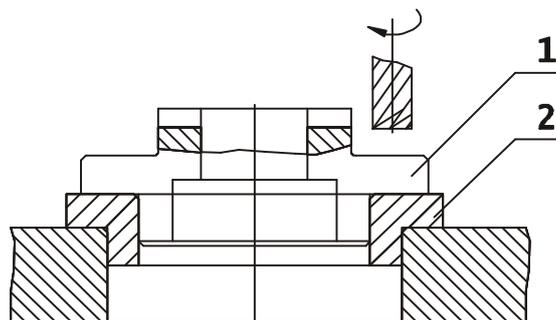


Рис. 8. Схема установки фланцевой детали во втулку.  
1 - деталь; 2 - втулка.

Если заготовку ориентируют по двум внешним цилиндрическим поверхностям (смотри рисунок 9), то одну поверхность базируют на призму 1, а другую - на самоустанавливающуюся призму 2. Применение самоустанавливающейся призмы обусловлено тем, что исходные заготовки выполнены с определенными отклонениями диаметральных размеров.

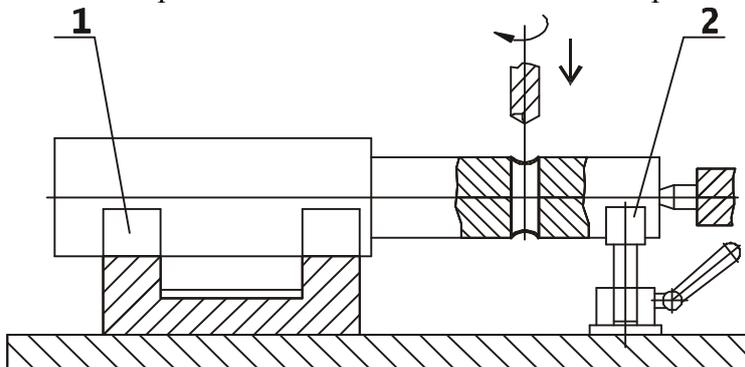


Рис. 9. Схема базирования заготовки ориентируемой по двум внешним цилиндрическим поверхностям  
1 - призма; 2- самоустанавливающаяся призма

Для установки заготовки на внутреннюю цилиндрическую поверхность и перпендикулярную ее оси плоскость применяют пальцы и оправки. На рисунке 10а и б показаны постоянные, а на рисунке 10в и г - сменные пальцы.

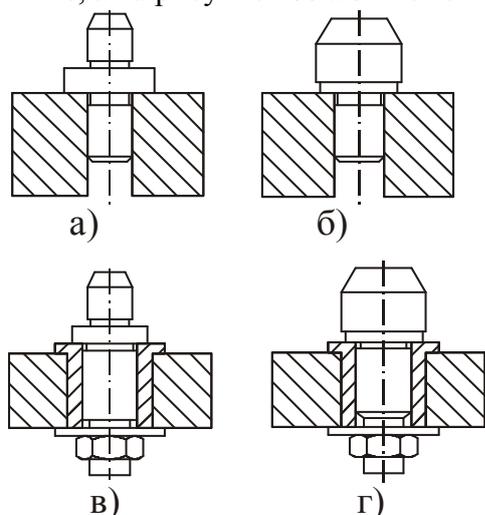


Рис. 10. Установочные пальцы и оправки

Базирование заготовки осуществляют отверстием на палец и торцевой поверхностью заготовки на опорную пластину приспособления. Базовая плоскость заготовки должна быть подвергнута чистовой обработке. При установке заготовки на два отверстия используют два пальца 1 и 2 (смотри рисунок 11), из которых один срезают так, как показано на рисунке. Эти срезы компенсируют погрешности  $2\delta$  в расстоянии между осями отверстий устанавливаемых заготовок и одновременно обеспечивают минимальные угловые отклонения заготовки вокруг оси цилиндрического пальца.

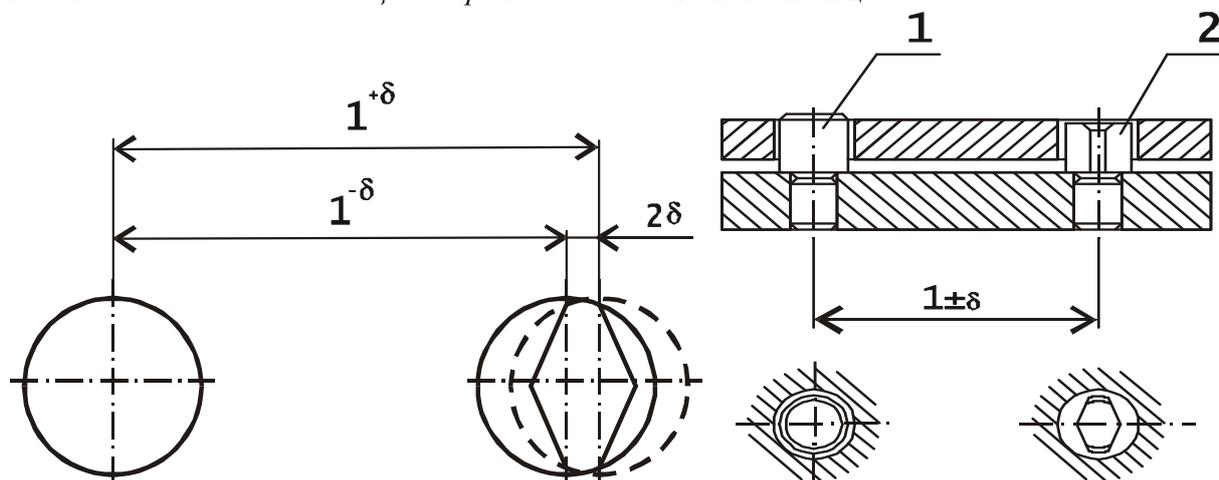


Рис. 11. Схема установки заготовки на два отверстия.

Расчет конфигурации срезанного пальца приведен в справочной литературе. Диаметр срезанного пальца выполняют с посадкой в отверстия H7/f7 или H9/d9. Палец со срезами применяют также при установке заготовки по одному обработанному отверстию и параллельной ему плоскости (рисунок 12). В этом случае срезы пальца компенсируют колебание размера  $A$ .

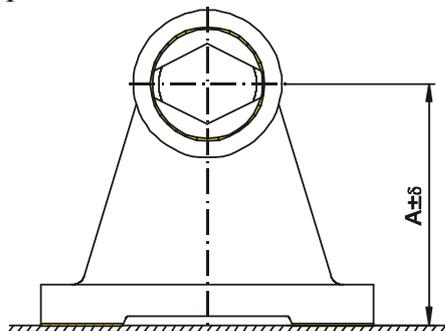


Рис. 12. Схема установки заготовки по одному обработанному отверстию и параллельной ему плоскости

Для установки заготовки на отверстие используют также оправки. Различают оправки консольного типа (с установкой в конусном отверстии шпинделя станка) и центрового (с установкой на центры). По конструкции оправки бывают жесткими (смотри рисунок 13) и разжимными (смотри рисунок 14). На рисунке 13а показана цилиндрическая оправка центрового типа, на которую заготовка насаживается с натягом под прессом, а на рисунке 13б - оправка, на которую заготовка

устанавливается с зазором и затяжкой с торца гайкой. На рисунке 14а изображена цанговая разжимная оправка. При вращении гайки 5 цанговая втулка 3, имеющая три разреза, перемещается на конической поверхности оправки 4, центрирует и зажимает заготовку 2. Гайкой 1 ограничивается перемещение цанги влево. Разжимная оправка, показанная на рисунке 14б, имеет упругую втулку 1. Эта втулка распирается изнутри гидропластом 2 в результате затяжки винта 3. Вращая винт против часовой стрелки, освобождают заготовку от зажимной силы. Базовое отверстие заготовки должно быть обработано с отклонением не ниже 8-го ква-литета. Разжимные оправки бывают также с тремя сухарями, разжимаемыми внутренним конусом, с роликовыми втулками и других конструкций.

При обработке валов с базированием на центровые гнезда или конические фаски в качестве установочных элементов принимают центры. На рисунке 15а показана конструкция обычного жесткого центра, на рисунке 15б - установка заготовки конической фаской на срезанный центр, на рисунке 15в - конструкция вращающегося центра, на рисунке 15г - конструкция поводкового центра с мелкими зубцами, которые способны передавать крутящий момент путем их внедрения в базовую коническую фаску заготовки. Эти конструкции центров вызывают погрешности базирования при получении осевых размеров из-за неточностей выполнения центровых гнезд или базовых фасок. Для точной установки заготовки по длине применяют конструкцию «плавающего» переднего центра (смотри рисунок 15д). При поджиме заготовки задним центром ее торец упирается в торец конусной втулки, установленной в отверстии шпинделя, что обеспечивает постоянство осевого положения обрабатываемой партии заготовок.

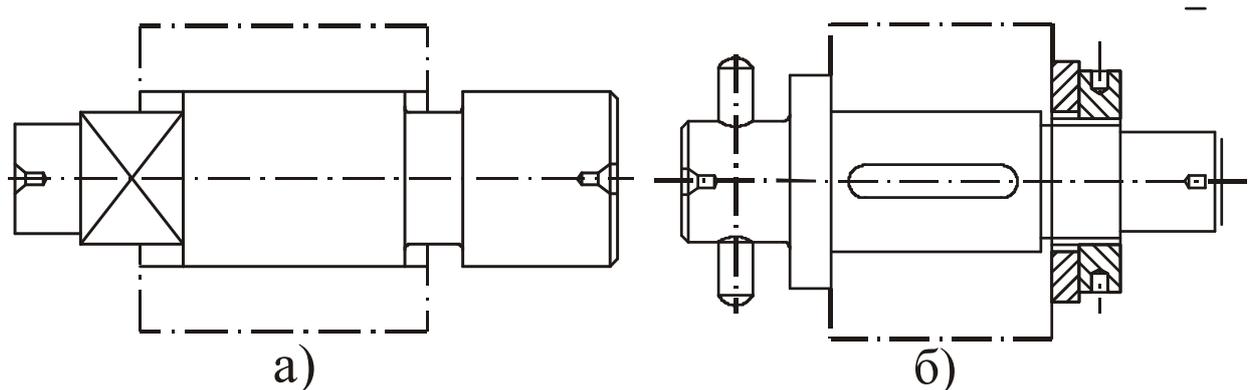


Рис. 13. Конструкции жестких оправок.

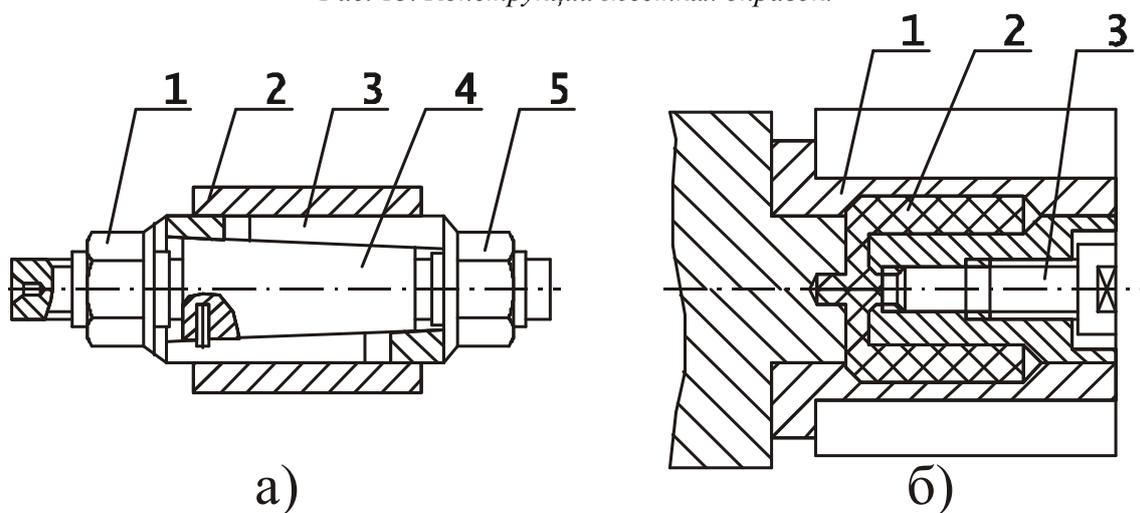


Рис. 14. Конструкции разжимных оправок.

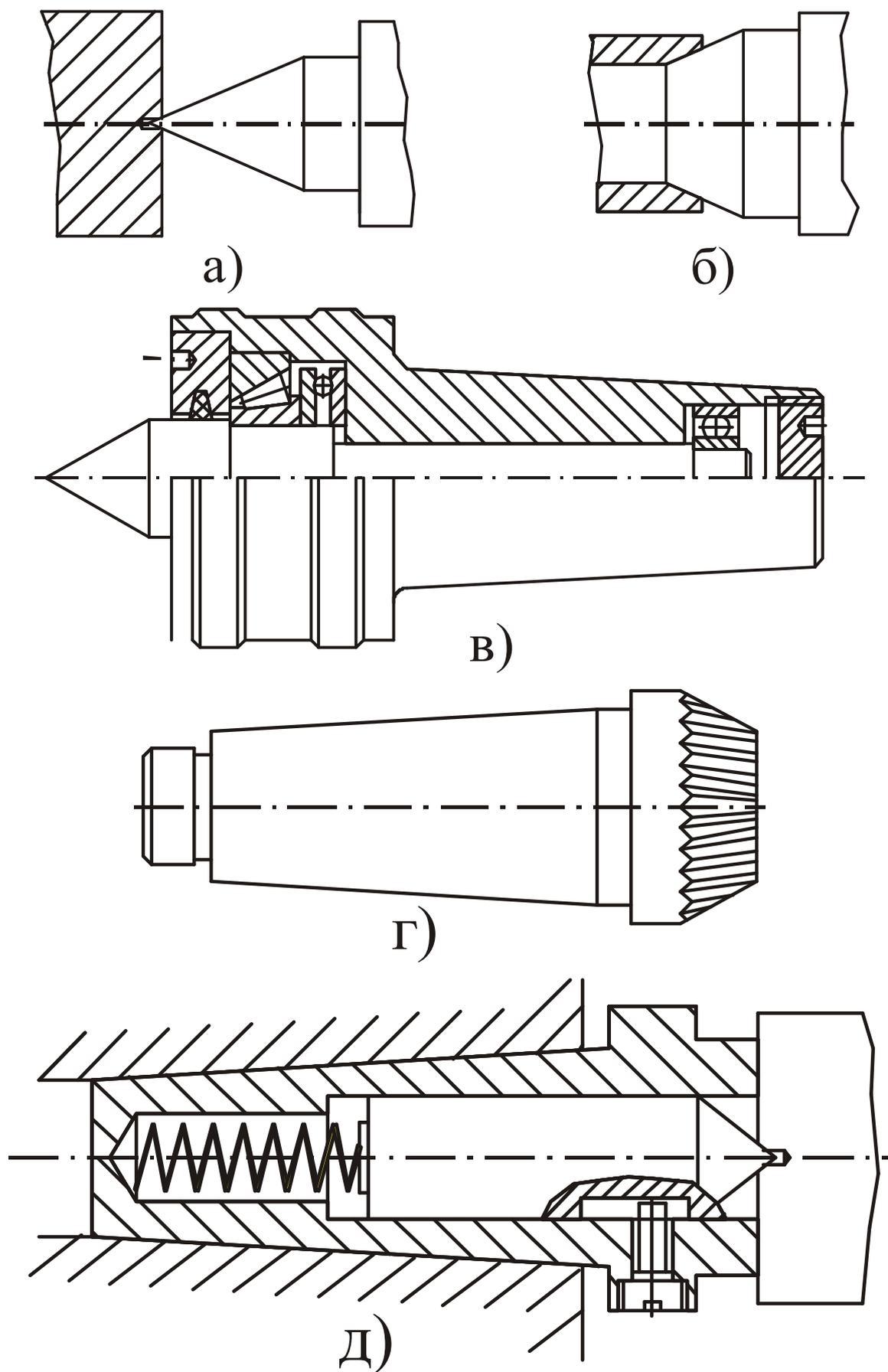


Рис. 15. Конструкции центров

## 6. НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

### 6.1. Общие определения

При серийном производстве штучно-калькуляционное время  $T_{шт.к}$  (мин.), или норма времени рассчитывается на всю операцию по формуле:

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + \sum T_{шт}, \quad (8)$$

где  $T_{п.з}$  - подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на ознакомление с технологическим процессом изготовления детали, получение заготовок, подготовку инструментов, приспособлений, наладку станка, пробную обработку заготовки, сдачу готовых деталей, мин;

$n$  - количество деталей в партии, обрабатываемых по неизменной технологии (оно указывается в задании на проектирование);

$T_{шт}$  - норма штучного времени, мин, рассчитывается на каждый переход по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_{п} + T_{об} + T_e, \quad (9)$$

где,  $T_o$ - основное (технологическое) время, затрачиваемое на непосредственное осуществление технологического процесса, т.е. на изменение формы, размеров и качества обрабатываемой поверхности заготовки (при станочной обработке резанием оно может быть машинным и машинно-ручным), мин;

$T_{п}$ - вспомогательное время, затрачиваемое рабочим на действия, обеспечивающие выполнение основной работы, т.е. на установку и снятие заготовки, управление станком, измерения, взятие пробной стружки и т.д., мин;

$T_{об}$ - время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смену инструментов, правку шлифовального круга, под наладку станка, раскладку и уборку инструментов, уборку стружки и рабочего места, мин;

$T_e$  - время на личные надобности рабочего и перерывы на отдых, мин.

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем определяем по формуле:

$$T_{оп} = T_o + T_{п}, \quad (10)$$

Сумма времени на обслуживание рабочего места и на естественные надобности является дополнительным временем и определяется по формуле:

$$T_{доп.} = T_{об} + T_e, \quad (11)$$

### 6.2. Основное время

Основное время определяется расчетным путем для каждого перехода. Для точения, растачивания, сверления, рассверливания, зенкерования, развертывания, строгания оно рассчитывается по формуле:

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} \cdot \frac{h}{t} = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n} i, \quad (12)$$

где:  $S$  - подача, мм/об (мм/дв.х при строгании);  $h$  - припуск на обработку, мм;  $i = \frac{h}{t}$  - число рабочих ходов (проходов);  $L = l + l_1 + l_2$  - расчетная длина обработки, т.е. путь перемещения режущего инструмента в направлении подачи, мм;  $l$  - длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи (берется из чертежа обрабатываемой детали), мм;  $l_1$  - путь врезания режущего инструмента, мм.

Для вышеперечисленных видов обработки путь врезания режущего инструмента определяется по формуле:

$$l_1 = t \cdot ctg \varphi, \quad (13)$$

где  $t$  - глубина резания, мм;  $\varphi$  - главный угол в плане режущей кромки инструмента;  $l_2$  - величина перебега режущего инструмента, принимается в пределах 1...3 мм в зависимости от диаметра (длины при строгании) обрабатываемой поверхности или режущего инструмента (сверла, зенкера и др.).

Для фрезерования основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L}{V_s} \cdot \frac{h}{t} = \frac{l+l_1+l_2}{V_s} i, \quad (14)$$

где  $V_s$  - скорость подачи, мм/мин.

При фрезеровании цилиндрическими, дисковыми и концевыми фрезами основное время определяется по формуле:

$$l_1 = \sqrt{t(D-t)}, \quad (15)$$

При симметричном фрезеровании торцовыми фрезами величина перебега режущего инструмента определяется по формуле:

$$L = 0,5(D - \sqrt{D^2 - B^2}), \quad (16)$$

В формулах 14 и 15  $D$  и  $B$  - соответственно диаметр фрезы и ширина фрезерования,  $l_2 = 3...8$  мм в первом случае и  $l_2 = 1...4$  мм - во втором.

Для фрезерования зубчатых колес модульными фрезами на фрезерных станках основное время определяется по формуле:

$$T_o = \left( \frac{L}{V_s} + \frac{L}{V_{sx}} + T_{ВД} \right) \cdot Z, \quad (17)$$

где  $V_{sx}$  - скорость движения подачи холостого обратного хода, мм/мин;  $T_{ВД}$  - время, затрачиваемое на одно деление, мин;  $Z$  - число зубьев фрезеруемого колеса.

Для круглого центрового шлифования методом продольной подачи основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot k}{S \cdot n_3} \frac{h}{S_t} = \frac{l+l_1+l_2}{S \cdot n_3} i, \quad (18)$$

где  $L$  - длина продольного хода стола, мм;  $n_3$  - частота вращения заготовки,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $S$  - продольная подача заготовки, мм/об;  $S_t$  - поперечная подача круга в мм на двойной ход стола (если подача осуществляется на каждый ход стола, то в знаменатель формулы 18 следует добавить число 2), мм/дв.х.

При шлифовании с выходом круга в обе стороны  $l_1+l_2=B_k$  ( $B_k$  - ширина шлифовального круга в мм), при выходе круга только в одну сторону  $l_1+l_2=0,5B_k$ , при шлифовании без выхода круга  $l_1+l_2=-B_k$ .

В формуле 18 коэффициент  $K$ , учитывающий время на создание начального натяга в системе СПИД (станок-приспособление-инструмент-деталь) и шлифование без поперечной подачи (выхаживание) зависит от требуемой точности обработки. Так, для предварительного шлифования принимают  $K=1,1...1,3$ , для окончательного -  $K=1,3...1,7$ .

Для круглого центрового шлифования методом поперечной подачи основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot K}{S_t \cdot n_3}, \quad (19)$$

где  $L=h$ ;  $S_t$  - поперечная подача, мм на один оборот заготовки.

Для бесцентрового круглого шлифования методом продольной подачи основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n_3} \cdot \frac{h}{t} = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n_3} i \quad (20)$$

При шлифовании врезанием основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot K}{S_i \cdot n_3} = \frac{h \cdot K}{S_i \cdot n_3} \quad (21)$$

где в первом случае  $l_1 + l_2 = 5 \dots 10$  мм,  $K = 1,05 \dots 2$ .

### 6.3. Вспомогательное время

Вспомогательное время (мин) определяется на каждый переход. Оно складывается из времени на установку и снятие заготовки  $T_{BY}$  (если они должны производиться на данном переходе) и времени  $T_{BP}$ , связанного с каждым рабочим ходом:

$$T_B = T_{BY} + T_{BP} \cdot i \quad (22)$$

Числовые значения  $T_{BY}$  и  $T_{BP}$  для некоторых видов обработки приведены в таблицах 6.1...6.9.

В таблицах 6.1- 6.3 значения  $T_{BY}$  даны для случаев установки заготовки без выверки. При необходимости выверки (по мелку, по рейсмусу или индикатору) табличные значения  $T_{BY}$  следует увеличить в 1.5...4 раза в зависимости от сложности выверки.

Таблица 6.1 Вспомогательное время на установку и снятие заготовки, мин

Способ установки заготовки крепления	Масса заготовки не более, кг				
	1	3	5	10	>10
В самоцентрирующемся патроне	0,38	0,55	0,68	0,94	1,70
То же с поджатием задним центром	0,49	0,66	0,80	1,06	1,75
В четырехкулачковом не самоцентрирующемся патроне		0,95	1,05	1,32	1,92
То же с поджатием задним центром		1,10	1,30	1,65	2,30
В центрах с хомутиком	0,33	0,55	0,62	0,76	1,60

Таблица 6.2 Вспомогательное время  $T_{HP}$ , связанное с рабочим ходом на токарных станках, мин

Содержание перехода	Высота центров		
	150	200	300
Обточка или расточка по 8...9-му квалитетам точности	0,7	0,8	1,0
Обточка или расточка по 11...13-му квалитетам точности	0,4	0,5	0,7
Обточка или расточка предварительная	0,1	0,2	0,3
Подрезка или отрезка	0,1	0,2	0,2
Обработка фасок, радиусов, галтелей	0,06	0,07	0,08
Нарезание резьбы резцом	0,03	0,2	0,25
Нарезание резьбы метчиком или плашкой	0,2	0,2	0,25
Сверление и центровка	0,5	0,6	0,9

#### 6.4. Дополнительное время

Дополнительное время (мин) берется в долях от оперативного времени:

$$T_{\text{доп.}} = K \cdot T_{\text{оп}} = K(T_o + T_v) \quad (23)$$

В зависимости от вида станков принимают следующие значения  $K$ : сверлильные – 0,06; фрезерные – 0,07; токарные и зубообрабатывающие – 0,08; строгальные и шлифовальные – 0,09.

#### 6.5. Штучно - калькуляционное время

Штучно - калькуляционное время рассчитывается на всю операцию по формуле 8 после определения суммы штучного времени по всем переходам данной операции ( $\sum T_{\text{шт}}$ ).

Числовые значения  $T_{п.з.}$  для некоторых видов обработки приведены в таблице 6.10, в которой для работ, связанных с заменой установочных приспособлений в процессе выполнения работы, приведенные значения следует увеличить в 1,2...1,5 раза.

Таблица 6.3 Вспомогательное время на установку и снятие заготовки на строгальных станках, мин

Способ установки и крепления заготовки	Масса заготовки не более, кг				
	3	5	10	30	50
В тисках с винтовым зажимом	0,30	0,32	0,40	0,50	
В тисках с пневматическим зажимом	0,20	0,23	0,33	0,38	
На угольнике с креплением болтами и планками		2,15	2,80	4,60	5,20
На столе с креплением болтами и планками	0,70	0,80	1,00	1,90	2,30
С боку стола с креплением болтами и планками	0,80	1,05	1,30	2,40	2,90

Таблица 6.4 Вспомогательное время, связанное с рабочим ходом (проходом) при строгании, мин

Содержание перехода	Время на один рабочий ход
Строгание по 8-9-му квалитетам точности	1,2
Строгание по 11...13-му квалитетам точности	0,8
Строгание предварительное	0,3

Таблица 6.5 Вспомогательное время на установку и снятие заготовки на сверлильных станках, мин

Способ установки и крепления заготовки	Масса заготовки не более, кг				
	3	5	8	12	20
В тисках с винтовым зажимом	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
В тисках с пневматическим зажимом	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
На столе без крепления	0,12	0,14	0,15	0,17	0,2
На столе с креплением болтами и планками	0,95	1,0	1,2	1,4	1,6
В самоцентрирующем патроне	0,18	0,2	0,24	0,28	0,35
В кондукторе	0,8	0,9	1,0	1,0	1,3

Таблица 6.6 Вспомогательное время на установку и снятие заготовки на фрезерных станках, мин.

Способ установки и крепления заготовки	Масса заготовки не более, кг				
	1	3	5	10	20
В центрах	0,2	0,5	0,6	0,7	1,0
В самоцентрирующем патроне	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6
В тисках с простой выверкой	0,3	0,6	0,7	0,8	1,0
В тисках с выверкой средней сложности	0,4	0,9	1,2	1,5	2,0
На призмах	0,6	1,0	1,3	1,6	2,1
На столе с простой выверкой	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8
На столе с выверкой средней сложности	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2

Таблица 6.7 Вспомогательное время, связанное с рабочим ходом (проходом) при фрезеровании, мин

Содержание перехода или рабочего хода	Время на один рабочий ход
Обработка плоскостей	
На первый рабочий ход с пробной стружкой	0,7
На последующие рабочие ходы	0,1
Обработка пазов	
На первый рабочий ход с пробной стружкой	0,8
На последующие рабочие ходы	0,2

Таблица 6.8 Вспомогательное время на установку и снятие заготовки на шлифовальных станках, мин

Способ установки и крепление заготовки	Масса заготовки не более, кг					
	1	3	5	10	18	30
В центрах	0,2	0,4	0,5	0,6	1,0	2,2
В центрах с лижетом	0,5	0,7	0,8	0,9	1,2	2,4
В центрах на отправке	1,4	1,5	2,0	3,0		
В самоцентрирующем патроне	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,5
В несамцентрирующем патроне	0,6	1,0	1,4	2,0	2,6	4,0
На магнитном столе	0,2	0,21	0,22	0,25	0,32	
В тисках без выверки	0,27	0,29	0,32	0,41	0,56	2,2
В тисках с выверкой	0,47	0,50	0,55	0,65	0,85	2,8

Таблица 6.9 Вспомогательное время, связанное с рабочим ходом (проходом) при шлифовании, мин

Характер обработки	Круглое шлифование		Плоское шлифование	
	Высота центров не более, мм		Длина (диаметр) стола, мм	
	200	300	До 1000	До 1300
Первый рабочий ход при шлифовании первой поверхности	1,0	1,2		
Первый рабочий ход при шлифовании др. поверхностей на этой заготовке	0,55	0,70		
На каждый последующий рабочий ход	0,04	0,05		
Предварительное			0,25	0,31
Окончательное			0,60	0,66

Таблица 6.10 Подготовительно - заключительное время (*T*) при работе на металлорежущих станках

Способ установки и закрепления заготовки	Время, мин		
<b>Токарные</b>			
Сложность подготовки к работе	Количество инструментов при наладке	Высота центров, мм	
		200	300
Простая (болты, гайки, втулки)	1...2	7- 9	9- 11
	3...4		
Средней сложности (валики, фланцы и др.)	3...4	10	12
	5...6	12	15
Сложная (корпусные детали и др.)	6...8	20	23
	9...12	23	27
<b>Строгальные</b>			
В тисках с винтовым зажимом	10		
В тисках с пневматическим зажимом	8		
На угольнике с креплением болтами и планками	16		
На столе с креплением болтами и планками	14		
С боку стола с креплением болтами и планками	19		
<b>Сверлильные</b>			
Сложность подготовки к работе	Диаметр просверливаемого отверстия, мм		
	12	20...30	
На столе без крепления	3	4	
На столе с креплением болтами и планками	4	5	
В тисках	5	6	
В самоцентрирующем патроне		8	
В кондукторе		9	
<b>Фрезерные</b>			
На столе с креплением болтами и планками	24		
В тисках	22		
В центрах с делительной головкой	28		
В самоцентрирующем патроне	16		
<b>Круглошлифовальные центровые</b>			
Сложность подготовки к работе	Высота центров не более, мм		
	150	300	
В центрах	7	10	
В центрах и люнете	9	13	
В самоцентрирующем патроне	10	11	
В несамоецентрирующем патроне	13	15	
<b>Круглошлифовальные бесцентровые</b>			
Сложность подготовки к работе	Метод шлифования		
	На проход	Врезанием	
Со сменой направляющей линейки	17	20	
Без смены направляющей линейки	11	13	

## 7. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

При разработке студентами технологического процесса механической обработки резанием в процессе изучения этого раздела курса предусматривается заполнение маршрутной карты (МК), операционных карт (ОК) и карт эскизов (КЭ).

В учебном процессе при оформлении этих документов не заполняются дополнительные графы, предназначенные для архивного учета документации на производстве и графы «Обозначение документа по ГОСТ», «Обозначение технологического процесса по ГОСТ» и др., по которым предусматривается разработка обозначений в виде шифров. Остальные графы, обведенные утолщенной линией, допускается не заполнять или указывать в них информацию без ее кодирования. Номера цеха и участка в картах также не указываются, так как студент такими сведениями обычно не располагает.

*Карта эскизов (КЭ)* - технический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы, необходимые для выполнения технологического процесса, операции или перехода изготовления или ремонта изделия, включая контроль.

Эскизы изделий выполняют в масштабах. Допускается при необходимости вычерчивать эскизы в произвольном масштабе, обеспечивающем четкое представление об изделии.

Необходимое количество видов, разрезов и сечений на эскизе должно быть достаточным для наглядного и ясного представления конструкции детали и возможности проставления размеров, шероховатости поверхностей.

На эскизах для операций или переходов, обрабатываемая деталь показывается в том состоянии, которое она приобретает в результате выполнения данной операции или перехода. Обрабатываемые на данной операции или переходе поверхности обводят утолщенными в 2-3 раза линиями и нумеруют арабскими цифрами, проставляемыми в окружности (кружке) диаметром 6-8 мм, которые соединяют выносными линиями с изображением этих поверхностей или продолжением размерных линий этих поверхностей.

Нумерация производится по направлению движения часовой стрелки вначале на каждой из проекций в отдельности, а затем последовательно на разрезах, сечениях и выносных элементах.

Таблицы, схемы и технические требования, дополняющие эскизы, помещают на свободном поле КЭ справа от изображения или под ним.

*Маршрутная карта (МК)* - технологический документ, содержащий описание технологического процесса изготовления (включая контроль) по всем операциям в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, оснастке, материальных и трудовых нормативах.

При заполнении графы «Код и вид заготовки» указывают вид заготовки (прокат, отливка, поковка, штамповка).

При заполнении графы «Профиль и размеры заготовки» указывают общие габаритные размеры исходной заготовки. Указания о профиле заготовки относятся только к прокату.

Номера операций в МК и ОК рекомендуется проставлять арабскими трехзначными цифрами с интервалом в пять единиц (005, 010, 015 и т.д.) в последовательности, соответствующей технологическому процессу.

Наименования операций обработки резанием должны отражать применяемый вид оборудования и записываться именем прилагательным в именительном падеже, например, токарная, сверлильная, шлифовальная, зубофрезерная и т.д.

Содержание операции маршрутного описания должно включать ключевое слово (слова), например: точить, сверлить, фрезеровать и т.д. и затем дополнительную информацию, указывающую количество поверхностей, их номера по эскизу, характер обработки (предварительно, окончательно). Например, точить заготовку, выдерживая размеры 1, 2, 5 или то-

чить поверхности 1, 3, 4 предварительно, выдерживая размеры  $10^{+0,2}$ ;  $40_{-0,1}^{+0}$  и  $1 \cdot 45^0$  согласно эскизу.

В графу «Оборудование» записывают для каждой операции наименование станков и их обозначения. В графе «Приспособления и инструмент» последовательно записываются краткое наименование и обозначение по ГОСТ приспособлений, режущих, вспомогательных и измерительных инструментов. Запись производится в отдельных строках в порядке их перечисления.

В графах « $T_{ПЗ}$ » и « $T_{ШТ}$ » указывается время соответственно подготовительно-заключительное и штучное на обработку одной детали на всю операцию.

*Операционная карта (ОК)* - технологический документ, содержащий описание технологической операции с расчленением ее по переходам с указанием режимов обработки, оснастки и расчетных трудовых нормативов.

Заполнение граф, содержащих сведения о номере и наименовании операции, сведения об оборудовании, приспособлениях, инструменте, заготовке, производится по аналогии с заполнением МК.

Переходы нумеруются арабскими цифрами в последовательности выполнения операций. Наименование перехода должно содержать: ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме (например: точить, сверлить и т.д.); наименование обрабатываемой поверхности (например: торец, отверстие и т.д.); номер обрабатываемой поверхности или размера согласно эскизу; информацию о размерах, если в этом возникает необходимость; характер обработки (например: предварительно, окончательно, одновременно, по копиру и т.п.).

Графу «Содержание перехода» допускается заполнять по полной или сокращенной форме записи. Полную запись следует выполнять при необходимости перечисления всех выдерживаемых размеров. Данная запись характерна для промежуточных переходов, не имеющих графических иллюстраций. Например, «точить поверхность «1» выдерживая диаметр 40мм». При достаточной графической информации следует выполнять сокращенную запись. Например, «точить канавку 1».

Содержание вспомогательных переходов установки, закрепления, переустановки при наличии графического изображения обрабатываемой заготовки с указанием условных обозначений опор и зажимов не записывается, а время на вспомогательный переход включается во вспомогательное время последующего основного перехода. При отсутствии достаточной графической иллюстрации следует выполнять соответствующую запись. Например, «переустановить и закрепить заготовку». В этой строке заполняется только графа вспомогательного времени.

В графе «Инструмент» записывают в отдельных строках краткое наименование вспомогательных, режущих и измерительных инструментов и их обозначение по ГОСТ.

В графе «диаметр, ширина» записывается наибольший размер, по которому рассчитывается скорость резания: при точении - диаметр обрабатываемой поверхности; при расточке - диаметр обработанной поверхности на данном переходе; при сверлении, фрезеровании, шлифовании - диаметр инструмента; при строгании - длина хода.

В графе «длина» записывается расчетная длина обработки с учетом врезания и перебега инструмента, используемая при нормировании основного времени.

В графе «режимы обработки» последовательно записывают значения элементов режима обработки. Для кругло-шлифовальных работ в карту вносят скорость вращения заготовки (м/мин) и частоту ее вращения ( $\text{мин}^{-1}$ ).

По каждому переходу заполняются также графы основного и вспомогательного времени.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- ГОСТ 3.1109-73. Процессы технологические. Основные термины и определения. - М., 1974.
- ГОСТ 14.311-75. Правила разработки рабочих технологических процессов - М.: Издательство стандартов, 1975.
- Мягков В.Д. Краткий справочник конструктора. - Л., Машиностроение, 1975.
- ГОСТ 21495-76. Базирование и базы в машиностроении. - М., Издательство стандартов, 1976.
- ГОСТ 3882-74. Сплавы твердые спеченные. Марки. - М., Издательство стандартов, 1976.
- Справочник технолога машиностроителя, /под ред. А.Н. Малова. т. 2 - М., Машиностроение, 1972.
- Белькевич Б.А., Тимашков В.Д. Справочное пособие технолога машиностроительного завода. - Минск, Беларусь, 1972.
- Допуски и посадки: Справочник, /под ред. В.Д. Мягкова. - Л., Машиностроение, 1978.
- Общетехнический справочник, /под ред. Е.А. Скороходова. - М., Машиностроение, 1982.
- Обработка металлов резанием: справочник технолога, / под ред. Г.А. Манахова. - М., Машиностроение, 1974.
- Кожуро Л.М., Панов А.А. и др. Справочник шлифовальщика. - М., Высшая школа, 1981.
- Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. - М., Машиностроение, 1975.
- Филлипов Г.В. Режущий инструмент. - Л., Машиностроение, 1981.
- Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - М., Высшая школа, 1975
- Воробьев Л.Н. Технология машиностроения и ремонта машин: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 1981. - 344 с.





## Приложение В

### Характеристика основных методов получения заготовок

Метод получения	Масса, т	Наименьшая толщ. стенки, мм	Точность выполнения	Шероховатость, Ra, мкм	Материал	Тип производства
<b>Разовые формы</b>						
Литье в песчано-глинистые формы						
Ручная формовка по деревянным моделям	До 100	Чугун 3...5 Сталь 5...8 Цвет. сплавы 3...8	IT 17	80...20	Чугун, сталь, специальные сплавы	Единичное и мелкосерийное
Машинная формовка	До 10	Сталь 0,5	IT 16...17	20...5	Труднообрабатываемые материалы	Серийное
Машинная формовка по металлическим моделям	3...5		IT 14...16	20...5		Крупносерийное и массовое
Литье по выплавляемым моделям	До 0,15	Сталь 3...5 Алюминий 1...1,5	IT 11...12	10...25	Чугун, сталь, цвет. сплавы	Серийное
Литье в оболочковые формы	До 0,15		IT 13...14	10...25		Серийное и массовое
<b>Многократные формы</b>						
Центробежное литье	0,01...1	5...6	IT 12...14	40...10	Чугун, сталь, цвет. сплавы	Крупносерийное и массовое
Литье под давлением	До 0,1	0,5	IT 8...12	5...0,63	Цветные сплавы	

Продолжение приложения В

Метод получения	Масса, т	Наименьшая толщ. стенки, мм	Точность вы-полнения	Шероховатость, Ra, мкм	Материал	Тип производ-ства
Многократные формы						
Литье в ко-киль	7 (чугун)	Чугун-15 Сталь-10	IT 12...15	20...25	Чугун, сталь, цвет. сплавы	Серийное и массовое
	4 (сталь)					
	0,5 (цв.сплав)					
Ковка						
На молотах с подкладными штампами	До 250 т		IT 14...17	12,5	Сталь	Мелкосерийное
Штамповка						
На молотах и прессах	До 400 кг	2,5	IT 14...16	12,5...3,2	Сталь	Серийное и массовое
На ГКМ	До 30 кг	2,5	IT 13...15	12,5...3,2	Сталь	Серийное и массовое

## Приложение Г

Чистота поверхности, достижимая при различных видах обработки

Чистота	▽1	▽2	▽3	▽4	▽5	▽6	▽7	▽8	▽9	▽10	▽11	▽12	▽13	▽14		
Rz, мкм	320	160	80	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04	0,02	0,01
Ra, мкм	80	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04	0,02	0,01		
Газовая резка																
Опиливание																
Сверление																
Строгание	чистовое															
	тонкое															
Фрезерование торцевое	чистовое															
	тонкое															
Фрезерование цилиндрическое	Чистовое															
	тонкое															
Точение	чистовое															
	тонкое															
Растачивание	чистовое															
	тонкое															
Зенкерование																
Подрезка торцев																
Нарезание резьбы внутренней																
Нарезание наружной резьбы																

Продолжение приложения Г

Чистота	▽1	▽2	▽3	▽4	▽5	▽6	▽7	▽8	▽9	▽10	▽11	▽12	▽13	▽14
Rz, мкм	320	160	80	40	20	10	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05
Ra, мкм	80	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04	0,02	0,01
Нарезание зубьев колес	Фрезерование													
	Строгание													
	Червячной фрезой													
Развертывание	чистовое													
	тонкое													
Шлифование плоское														
Шлифование цилиндрическое														
Притирка														
Полирование														