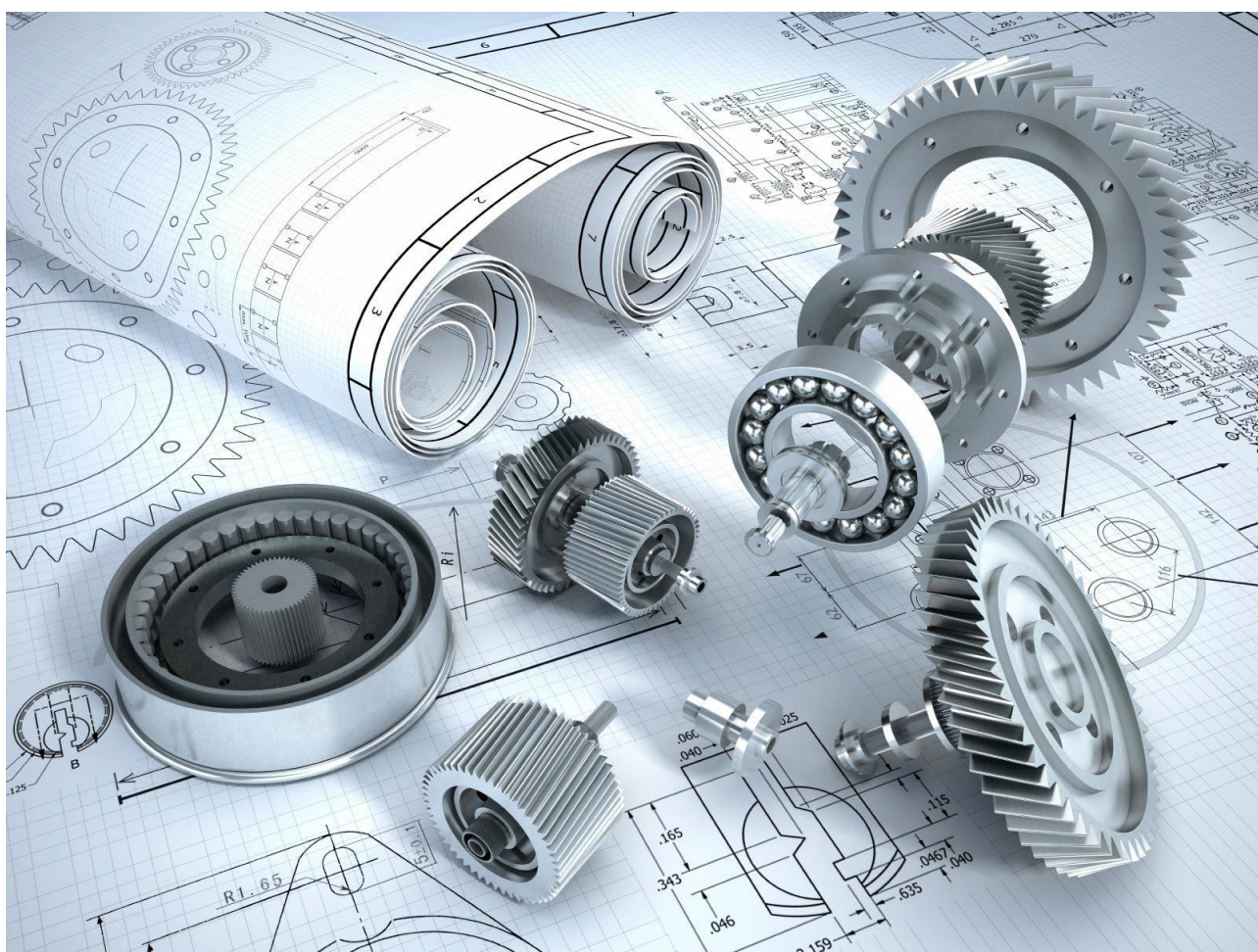


Технология сельскохозяйственного машиностроения

Учебно-методическое пособие



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

Технология сельскохозяйственного машиностроения

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта

Москва
2023

УДК 621.941.01
ББК 34.63-1
В39

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор
Казанцев С.П.
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
кандидат химических наук, доцент
Коноплев В.Е.
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

С.М. Гайдар, С.М. Ветрова, А.С. Барчукова, Т.И. Балькова

В39 Технология сельскохозяйственного машиностроения: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / С.М. Ветрова и [и др]. – М: МЭСХ, 2023 – 82 с.

Учебно-методическое пособие разработано с учетом требований Федерального образовательного стандарта преподавания дисциплины «Технология сельскохозяйственного машиностроения»

Содержит общие положения курсового проектирования, оформление расчетно-пояснительной записки, требования к оформлению текстовых документов и технологической документации, правила заполнения основных надписей документов курсового проектирования.

Для студентов очной формы обучения по направлению подготовки «Агроинженерия».

УДК 621.941.01
ББК 34.63-1
В 39

Содержание

Цель и задачи курсового проекта.....	5
Содержание курсового проекта	5
I. Методические указания к первой части проекта — проектированию технологического процесса изготовления детали.....	6
1. Ознакомление с чертежом детали.....	6
2. Выбор способа получения заготовки	7
3. Составление плана обработки, выбор оборудования. Режущего и измерительного инструмента	8
4. Расчет припусков на обработку	10
5. Выбор режимов резания	16
6. Расчет технической нормы времени.....	21
7. Определение технико-экономических показателей разработанного технологического процесса	25
8. Конструирование режущего инструмента	27
II. Методические указания ко второй части проекта — конструированию приспособления.....	27
1. Задачи конструирования приспособлений для станков.....	27
2. Основные понятия.....	29
3. Принципы установки деталей в приспособлениях.....	29
4. Описание, конструирование и расчет приспособления.....	40
5. Методика определения усилия зажима детали в приспособлении	44
6. Расчет производительности приспособления.....	49
7. Экономическое обоснование выбора приспособления	50
III. Методические указания к составлению пояснительной записки.....	51
IV. Методические указания к составлению технологической карты механической обработки детали	53
V. Методические указания к выполнению сборочного чертежа приспособления.....	54
VI. Методические указания к выполнению чертежа детали и заготовки	55
VII. Методические указания к выполнению чертежа режущего инструмента	55
Литература	57
Приложение 1	58
Приложение 2	59
Приложение 3	64
Приложение 4	76
Приложение 5	79

Цель и задачи курсового проекта

Курсовой проект по технологии машиностроения ставит целью ознакомить студента с методикой составления технологического процесса изготовления детали, а также с методикой конструирования приспособлений и режущего инструмента для операций механической обработки деталей.

Содержание курсового проекта

Курсовой проект состоит из 20-25 страниц печатного текста пояснительной записки и 5 листов чертежей:

- а) 0,5 листа — чертежи детали и заготовки,
- б) 2 лист — технологическая карта механической обработки детали,
- в) 2 лист — чертеж приспособления,
- г) 0,5 листа — чертеж режущего инструмента.

I. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПЕРВОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА — ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Проектирование технологического процесса изготовления детали является одним из важнейших этапов технической подготовки производства.

Основная задача при проектировании технологического процесса состоит в том, чтобы обеспечить изготовление детали или машины в соответствии с заданной чертежом и техническими условиями точно при минимально возможной (в данных условиях) ее себестоимости. Сложность решения этой задачи заключается в том, что процессы изготовления деталей и машин зависят от многих факторов, основными из которых являются: 1) конструкция машины и ее деталей; 2) материалы, назначаемые конструктором для изготовления деталей; 3) технические требования к деталям, узлам, агрегатам; 4) программа выпуска деталей и машин; 5) технико-экономические условия производства (наличие средств производства, способ кооперирования и т. д.).

Принципиальное значение для выбора технологического процесса имеет программа выпуска деталей. Технологический процесс, рациональный для изготовления деталей в небольших количествах, в условиях единичного производства будет совершенно не пригоден для выпуска деталей в массовом количестве и наоборот.

При проектировании технологического процесса партию деталей следует принять равной 2000 штук.

1. ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ЧЕРТЕЖОМ ДЕТАЛИ

Составление технологического процесса следует начинать с изучения чертежа детали и технических требований к ее изготовлению.

При ознакомлении с чертежом и техническими требованиями должно сложиться отчетливое представление о необходимом технологическом процессе.

2. ВЫБОР СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

При выборе вида заготовки необходимо исходить из того, чтобы заготовка по форме и размерам была близкой к форме и размерам готовой детали. Это обеспечит низкую трудоемкость, повышенную точность и качество обработки, минимальный расход металла и, в конечном счете, снижение себестоимости детали.

В современном машиностроении для получения заготовок деталей используется большое количество разнообразных технологических процессов. Основными из этих процессов являются:

1. Различные способы литья (кокильное, центробежное, по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, под давлением и др.).

2. Различные способы пластической деформации металлов (свободная ковка, ковка в подкладных штампах, штамповка на молотах и прессах, периодический прокат, высадка и выдавливание).

3. Порошковая металлургия.

4. Горячекатаный и холоднотянутый прокат различного профиля.

5. Заготовка из пластмасс.

Выбор заготовки и методика ее изготовления зависят от следующих факторов:

а) материала детали и его механических свойств,

б) от конструктивной формы детали и ее размеров.

Использование в качестве заготовки круглого проката экономично только для изготовления гладких и ступенчатых валов с небольшой разницей в диаметрах шеек (не более 40 мм), т. е. когда отходы металла в стружку не более 15%.

в) от масштаба производства, например, при больших масштабах производства выгодны любые методы получения заготовок, если они обеспечивают наибольшее приближение формы и размеров заготовки к формам и размерам детали.

3. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ОБРАБОТКИ, ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ. РЕЖУЩЕГО И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Составлению плана обработки детали предшествует анализ чертежа и принципиальное решение вопроса о способе получения заготовки.

План обработки представляет определенную последовательность операций с целью достижения точности заданной чертежом детали, обеспечения общих и специальных технических требований (масса детали, упругие свойства, твердость, дисбаланс и т. д.), а также минимальной себестоимости обработки детали.

Последовательность составления плана обработки

1. Изучить чертеж детали и технические требования.

2. Установить технологическую схему последовательности обработки каждой обрабатываемой поверхности, учитывая требования к точности и шероховатости поверхности детали.

При составлении технологической схемы последовательности обработки руководствоваться данными таблиц средней экономической точности и шероховатости, обусловленной методом механической обработки (Приложение 1).

3. После составления технологической схемы обработки каждой обрабатываемой поверхности установить последовательность выполнения операций технологического процесса обработки детали.

Операции технологического процесса механической обработки целесообразно выполнять в такой общей последовательности:

- а) операции черновой обработки,
- б) операции чистовой обработки,
- в) операции отделочной обработки.

4. При составлении конкретного плана обработки детали необходимо руководствоваться типовыми технологическими процессами, а также учитывать следующие соображения:

а) Сначала предусмотреть операции по предварительной обработке поверхностей установочных баз. В некоторых случаях установочные поверхности обрабатываются окончательно в начале техпроцесса с целью использования их в качестве базы (отверстия колес, шкивов и др.).

Желательно выполнять все последующие операции (переходы), используя обработанные установочные поверхности в качестве постоянных баз.

б) После обработки установочных баз дальнейшую последовательность выполнения операций (переходов) установить в соответствии с общей последовательностью обработки (черновые, чистовые, отделочные). При этом сначала предусмотреть те операции по обработке поверхностей, при которых возможно появление брака.

Допускается окончательная обработка поверхностей до черновой обработки только в тех случаях, когда есть уверенность, что выполнение черновой обработки не скажется отрицательно на ранее обработанных поверхностях и на качестве детали в целом.

Обработку концентричных поверхностей желательно производить с одной установки. В случае необходимости обработки соосных наружных и внутренних поверхностей сначала обрабатывают внутренние поверхности.

Окончательная обработка точных поверхностей, имеющих шлицы, отверстия, канавки и другие прорывы сплошных поверхностей, производится после выполнения обработки прерывистых поверхностей.

Выбор оборудования, режущего и измерительного инструмента

При выборе типа и модели оборудования следует руководствоваться следующими соображениями:

1. Необходимо правильно увязать требования технологии, организации производства и экономики.

Выбранный станок должен обеспечить выполнение всех требований чертежа и технических условий на обработку детали по данной операции в отношении точности размеров, формы и качества поверхностей. Необходимо,

по возможности, использовать оборудование, выпускаемое станкостроительными заводами серийно.

2. Размеры станка должны соответствовать размерам обрабатываемых на нем деталей. При этом следует стремиться, чтобы станок был достаточно использован по своим технологическим возможностям и по мощности.

3. Выбранный станок должен обеспечивать наименьшие затраты времени на обработку, минимальную себестоимость изготовления детали и наиболее быструю окупаемость затрат на его приобретение. При выборе металлорежущего станка следует руководствоваться данными, приведенными в приложении 4.

Выбирая режущие инструменты, следует в первую очередь использовать стандартный и нормальный инструмент. Если использование специального инструмента позволит значительно сократить время на обработку детали, следует применять и специальный инструмент (фасонные резцы, фасонные фрезы, комбинированный инструмент и т. д.). При этом необходимо остановить марку материала, из которого должна быть изготовлена режущая часть инструмента и геометрические параметры его режущей части, исходя из свойств обрабатываемого материала и условий обработки.

Измерительный инструмент выбирается в зависимости от вида измеряемой поверхности и точности контролируемого размера с учетом масштаба выпуска деталей.

4. РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ

Припуск — это слой металла, удаляемый с заготовки в процессе обработки. При многопереходной обработке на каждую операцию (переход) дается операционный припуск, а сумма операционных припусков даст общий припуск на обработку.

Операционный припуск должен быть достаточным для того, чтобы при обработке были удалены все дефекты предшествующего перехода (дефектный поверхностный слой и пространственные отклонения).

Величина припуска может быть определена либо по таблицам, либо расчетом, по методике, разработанной профессором В. М. Кованом.

При выборе припуска по таблицам величину его берут из таблиц в готовом виде, применительно к виду операции (точение, шлифование, черновое или чистовое и т. и.) и размерам детали и обрабатываемой поверхности. Некоторые таблицы припусков даются в приложении 3 к методическим указаниям. Полные таблицы припусков можно найти в справочной литературе (14, 15).

Величины табличных припусков обычно завышены, так как они составлены в предположении наиболее неблагоприятных условий обработки.

Как правило, величина припусков, получаемых расчетом, меньше табличных, что дает экономический эффект в условиях массового и крупносерийного производства.

В курсовом проекте студенты рассчитывают припуски по методике, предложенной проф. В. М. Кованом. Методика и пример расчета приводятся ниже.

Величины минимальных припусков (Z_{min}) определяются по формулам:

а) припуск при последовательной обработке противоположащих плоских поверхностей на сторону:

$$Z_{min} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + p_{i-1} + \varepsilon_1;$$

б) припуск при параллельной (одновременной) обработке противоположащих плоских поверхностей (на размер):

$$2Z_{min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + p_{i-1} + \varepsilon_1);$$

в) симметричный припуск при обработке поверхностей вращения:

$$2Z_{min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{p_{i-1} + \varepsilon_1}).$$

В этих формулах:

Rz_{i-1} – высота микронеровностей поверхности на предшествующем переходе (операции);

T_{i-1} – глубина дефектного слоя после предшествующей операции;

p_{i-1} – пространственные отклонения (кривизна и увод осей, несоосность, эксцентricность и т.п.), оставшиеся после выполнения предшествующего перехода;

ε_1 – погрешность установки детали на данной операции.

Рассчитанные величины $Rz_{i-1}, T_{i-1}, p_{i-1}, \varepsilon_i$ берутся из таблиц, приведенных в приложении 3.

Величина T_{i-1} не учитывается на операциях обработки деталей из чугуна.

Величину p_{i-1} на первой операции выбирают по соответственным пространственным отклонениям поверхностей деталей на заготовке в зависимости от точности метода получения заготовки и размеров поверхностей.

Для заготовок из проката общую кривизну заготовки определяют по формуле:

$$p_{\text{ко}} = \Delta_{\text{к}} \cdot L.$$

Местную кривизну определяют по формулам:

при консольном креплении

$$p_{\text{км}} = \Delta_{\text{к}} \cdot l_{\text{к}};$$

при установке в центрах

$$p_{\text{км}} = 2\Delta_{\text{к}} \cdot l_{\text{к}},$$

где $\Delta_{\text{к}}$ — удельное значение кривизны (принимается по таблице 9, приложение 3);

$l_{\text{к}}$ — расстояние от сечения, для которого определяется кривизна, до ближайшего торца;

L — расстояние от конца заготовки до опоры.

Величина биения наружной поверхности зацентрированной заготовки из-за погрешности зацентровки определяется по формуле:

$$2p_{\text{ц}} = 0,5\sqrt{\delta^2 + 1},$$

где $p_{\text{ц}}$ — погрешность зацентровки в мм;

δ — допуск на диаметральный размер заготовки в мм.

Суммарное значение пространственных отклонений:

$$p = \sqrt{p_{\text{кор}}^2 + p_{\text{ц}}^2}.$$

Суммарное значение пространственных отклонений для поковок и штамповок определяют по формулам для стержневых деталей (валы ступенчатые, рычаги и т. п.):

$$p = \sqrt{p_{\text{см}}^2 + p_{\text{кор}}^2}.$$

Для деталей типа дисков с центральными отверстиями (диски, шестерни одновенцовые и т.п.):

$$p = \sqrt{p_{\text{см}}^2 + p_{\text{эксц}}^2}.$$

Величины погрешностей заготовок по смещению $p_{\text{см}}$, эксцентricности $p_{\text{эксц}}$ и короблению $p_{\text{кор}}$ приведены в таблицах 17,18 (см. приложение 3).

Суммарное значение пространственных отклонений для отливок определяется по формуле:

$$p = \sqrt{p_{\text{кор}}^2 + p_{\text{см}}^2}.$$

Величину коробления черновой заготовки определяют по формуле:

$$p_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot L.$$

где: $\Delta_{\text{к}}$ — удельное значение коробления в мкм/мм (удельная величина коробления для плит $\Delta_{\text{к}} = 2 \div 3$ мкм/мм, а для корпусных деталей $\Delta_{\text{к}} = 0,7 \div 1,0$ мкм/мм;

L — наибольший размер заготовки.

На последующих операциях обработки величина p_{i-1} уменьшается в K_y раз, где K_y - уточнение на данной операции. (По данным проф. М. Кована значение K_y можно принимать в среднем $K_y = 0,05$).

Величина p_{i-1} не учитывается при обработке плавающим инструментом (развертки, хоны, протяжки и т. п.).

При расчете погрешностей установки ε_i необходимо учитывать, что в них входят погрешности базирования и погрешности закрепления. При установке,

например, в цанге погрешность ε_6 базирования равна нулю, но имеется погрешность закрепления ε_3 , которой и определяется погрешность установки, то есть:

$$\varepsilon_i = \varepsilon_3.$$

При установке вала в центрах на первой токарной операции погрешность установки равна погрешности зацентровки, где $\varepsilon_{ц}$ - погрешность размера базовой шейки вала в самоцентрирующих тисках при зацентровке.

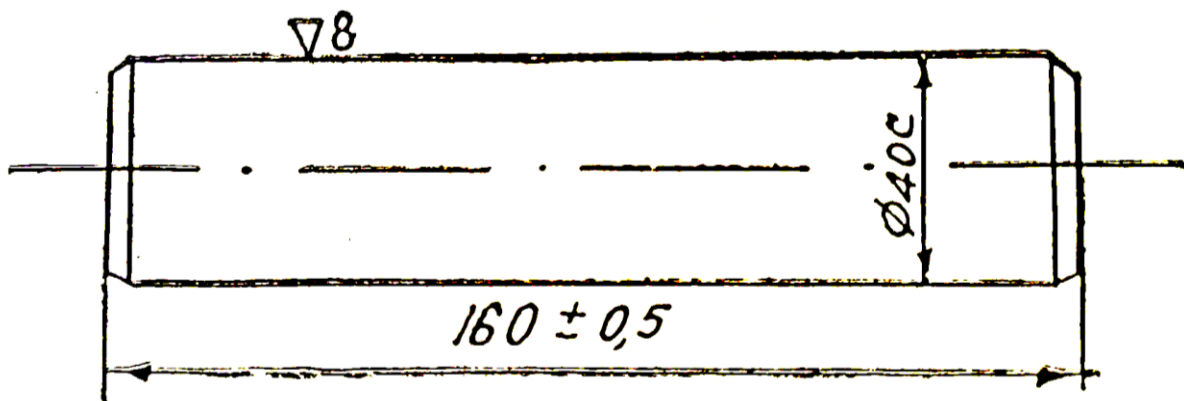
При работе плавающим инструментом и бесцентровом шлифовании ε_i не учитывается.

Погрешность установки деталей следует принимать из таблиц 1-8 (приложение 3).

Расчетное определение припусков сопровождается составлением таблицы для всех переходов операций по прилагаемой в примере форме.

Пример расчета припусков

Рассчитать межоперационные и общий припуски при обработке вала.



Материал – Сталь 45. Вал закален до $HRC = 60$.

Принимаем заготовку — горячекатаный прокат. Обработке подлежит поверхность $\varnothing 40C$. Принимаем следующий план обработки:

1. Черновое точение.
2. Чистовое точение.

Обрабатываем заготовку по следующим классам точности:

1. Черновое точение - 7-й кл., допуск 620 мкм.

2. Чистовое точение - 4-й кл., допуск 170 мкм.

Заготовка из горячекатаного проката по ГОСТ 2590-57 имеет для диаметров 26 ÷ 48 допуск +0,4 – 0,75, т. е. колебания диаметра в пределах 1,15 мм (таблицы 24,25, приложение 3).

Определение припуска при черновом точении

Значения Rz_{i-1} и T_{i-1} выбираем из таблицы 13 (см. приложение 3)

$$Rz_{i-1} = 150 \text{ мкм и } T_{i-1} = 250 \text{ мкм.}$$

Пространственные отклонения определяем по формуле:

$$p_{i-1} = \sqrt{p_{\text{км}}^2 + p_{\text{ц}}^2}.$$

Кривизну заготовки $p_{\text{км}}$ определяем по формуле (установка в центрах):

$$p_{\text{км}} = 2\Delta_{\text{к}} \cdot l_{\text{к}},$$

$\Delta_{\text{к}} = 2 \text{ мкм/мм}$ (таблица 9, приложение 3).

$l_{\text{к}} = 80 \text{ мм.}$

$$p_{\text{км}} = 2 \cdot 2 \cdot 80 = 320 \text{ мкм.}$$

Смещение центрального отверстия при зацентровке $p_{\text{ц}}$ определяем по формуле:

$$2p_{\text{ц}} = 0,5\sqrt{\delta^2 + 1}.$$

Допуск диаметра заготовки $\delta = 1,15 \text{ мм.}$

$$2p_{\text{ц}} = 0,5\sqrt{1,15^2 + 1}; p_{\text{ц}} = 380 \text{ мкм;}$$

$$p_{\text{черн}} = \sqrt{p_{\text{кор}}^2 + p_{\text{ц}}^2} = \sqrt{320^2 + 380^2} = 497 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки заготовки ε_i при закреплении на первой черновой операции будет равна погрешности зацентровки:

$$p_{\text{ц}} = \varepsilon_i = 380 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск по диаметру при черновой обточке определяется по формуле:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{p_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right);$$

$$2Z_{min} = 2 \left(150 + 250 + \sqrt{497^2 - 380^2} \right) = 2050 \text{ мкм.}$$

Определение припуска при чистовом точении

Значение Rz_{i-1} и T_{i-1} принимаем из таблицы 19 (приложение 3).

$$Rz_{i-1} = 25 \text{ мкм и } T_{i-1} = 25 \text{ мкм.}$$

Пространственные отклонения определяем по формуле:

$$p_{\text{чист}} = K_y \cdot p_{\text{черн}};$$

$$K_y = 0,05 \text{ и } p_{\text{черн}} = 497 \text{ мкм,}$$

$$\text{тогда } p_{\text{чист}} = 0,05 \cdot 497 = 25 \text{ мкм.}$$

При повторной установке заготовки в центрах погрешность установки $\varepsilon = 0$.

$$2Z_{min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + p_{i-1});$$

$$2Z_{min} = 2(25 + 25 + 25) = 150 \text{ мкм.}$$

Аналогично производится расчет припусков при шлифовании. Результаты расчетов сводятся в табл. 1.

Таблица 1

Технологические операции и переходы обработки элементарных поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетн. припуск, мкм	Расчетн. размер, мкм
	Rz_{i-1}	T_{i-1}	p_{i-1}	ε_i		
Заготовка						
Черновое точение 7-й кл.						
Чистовое точение 4-й кл.						

5. ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Разрабатывая технологический процесс обработки детали, технолог должен установить режимы резания, от которых в значительной мере зависит производительность и стоимость обработки. Установить режим резания, значит определить: глубину резания t мм; подачу S мм/обор.: мм/дв. ход; скорость резания V м/мин. Зная скорость резания V и диаметр заготовки D мм при

токарной обработке или диаметр сверла или фрезы при сверлении и фрезеровании, определяют число оборотов:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин.}$$

Режим резания следует устанавливать на переход.

Выбор режима резания при токарной обработке (точении)

1. Глубина резания $t = \frac{Pr}{2}$, мм

где Pr – припуск на диаметр.

2. Подача $S = \sqrt[0,75]{\frac{667 \cdot f \cdot D}{t} \left(\frac{D}{l}\right)^3}$ мм/об при обработке в патроне с

поджатием центром задней бабки, $S = \sqrt[0,75]{\frac{14,3 \cdot f \cdot D}{t} \left(\frac{D}{l}\right)^3}$ мм/об при обработке в патроне.

В этих формулах:

D – диаметр обработки, мм;

l – длина детали, мм;

t – глубина резания, мм;

f – стрела прогиба детали, мм.

$f = \frac{\delta}{4}$, где δ – поле допуска на получаемый размер, мм.

3. Скорость резания $V = \frac{C}{t^{x_s} u T^m}$, м/мин,

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

T – стойкость инструмента, мин (выбирается согласно таблице 2)

Таблица 2

Материал резца	Сечение резца, мм				
	16x25	20x30	25x40	40x60	60x90
	Стойкость резца T , мин				
Быстрорежущая сталь	60	60	90	120	150
Металлокерамический твердый сплав	90	90	120	150	180

Значение C выбирается согласно таблице 3.

Таблица 3

Обрабатываемый материал	C
Сталь, стальное литье	417
Серый чугун и медные сплавы	240

Значение t выбирается согласно таблице 4.

Таблица 4

Обрабатываемый материал	Типы резцов	Условия обработки	Значение t		
			быстрорежущая сталь	Сплав ТК	Сплав ВК
Сталь, стальное литье, ковкий чугун	проходные	с охлаждением	0,125	0,125	0,150
	подрезные, расточные	без охлаждения	0,100	0,125	0,150
	проходные	с охлаждением	0,250	-	0,150
	отрезные	без охлаждения	0,200	-	0,150
Серый чугун	проходные, подрезные, расточные	без охлаждения	0,100	0,125	0,200
	подрезные, отрезные	без охлаждения	0,150	-	0,200

Значение x при обработке стали 0,18, при обработке чугуна – 0,15.

Значение y при обработке стали 0,27, при обработке чугуна – 0,30.

Выбор режима резания при сверлении

1. Глубина резания $t = \frac{D}{2}$, мм при сверлении в сплошном материале;

D – диаметр сверла, мм;

$t = \frac{D-d}{2}$ при рассверливании отверстия с диаметра d до диаметра D .

2. Подача $S = 0,035D^{0,6}$ мм/об;

D – диаметр сверла, мм;

3. Скорость резания:

при сверлении $V = \frac{C_1 \cdot D^z}{T^m \cdot S^y}$ м/мин;

при рассверливании $V = \frac{C_1 \cdot D^z}{T^m \cdot S^y \cdot t^x}$ м/мин,

где D – диаметр сверла, мм;

S – подача, мм/об.

Значение величин C_1, m, y, z, x выбираются в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Обрабатываемый материал	Подача S , мм/об	Сверление				Рассверливание				
		C_1	m	y	z	C_1	m	y	z	x
Сталь	$\leq 0,2$	5,0	0,2	0,7	0,4	11,6	0,2	0,2	0,5	0,4
	$> 0,2$	7,0	0,2	0,5	0,4	11,6	0,2	0,2	0,5	0,4
Чугун	$\leq 0,3$	10,5	0,125	0,55	0,25	16,6	0,125	0,1	0,4	0,25
	$> 0,3$	12,2	0,125	0,40	0,25	16,6	0,125	0,1	0,4	0,25

T – стойкость сверла, мин., выбирается в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Диаметр сверла, мм	8	12	16	20	24	30
Стойкость сверла T , мин	При обработке сталей					
	10	10	12	18	18	30
	При обработке чугунов					
	20	30	40	60		

Выбор режима резания при фрезеровании

1. Подача на зуб:

$$S_z = 0,01 - 0,1 \text{ мм/зуб (для цилиндрических фрез),}$$

$$S_z = 0,2 - 1,0 \text{ мм/зуб (твердосплавные торцовые фрезы).}$$

2. Подача на один оборот фрезы:

$$S_o = S_z \cdot z, \text{ мм/об,}$$

z – число зубьев фрезы. Диаметр и число зубьев фрезы выбираются студентом.

3. Глубина фрезерования:

$$t = P_p, \text{ мм},$$

где P_p – припуск на обработку, мм.

4. Скорость резания:

$$V = \frac{C_2 \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot Z^n \cdot B^z}, \text{ м/мин},$$

где D – наружный диаметр фрезы, мм;

T – стойкость фрезы, мин (приложение 5);

B – ширина фрезерования, мм.

Значение величин C_2, q, m, y, z, x, n выбираются в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

Материал режущей части фрезы	Обрабатываемый материал	C_2	q	m	x	y	z	n
Быстрорежущая сталь	Сталь	30	0,45	0,33	0,3	0,3	0,1	0,1
	Чугун	31	0,7	0,25	0,5	0,4	0,3	0,3
Твердый сплав	Сталь	330	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1
	Чугун	528	0,2	0,32	0,15	0,35	0,2	0,3

5. Число оборотов фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин.}$$

6. Минутная подача:

$$S = S_o \cdot n, \text{ мм/мин.}$$

Процесс строгания заготовки, как малопроизводительный, следует заменить процессом фрезерования.

Выбор режима резания при шлифовании

1. Глубина шлифования t :

$$t = (0,005 - 0,1) \text{ мм/проход.}$$

2. Число проходов i :

$$i = \frac{h}{2t'}$$

где h – припуск на шлифование (на диаметр), мм.

3. Продольная подача S :

$$S = (0,5 - 0,8)V.$$

V – ширина шлифовального круга, мм (выбирается студентом).

4. Окружная скорость детали V_d :

$$V_d = 20 - 80 \text{ м/мин (для черного шлифования),}$$

$$V_d = 2 - 5 \text{ м/мин (для чистового шлифования).}$$

5. Число оборотов детали n :

$$n = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин,}$$

где D – диаметр детали, мм.

6. Скорость продольного перемещения стола $V_{ст}$:

$$V_{ст} = S \cdot n, \text{ м/мин.}$$

6. РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКОЙ НОРМЫ ВРЕМЕНИ

Основной задачей технического нормирования на предприятии является определение и установление затрат времени (нормы времени) для выполнения определенного объема работы. Производительность труда может измеряться как количеством продукции, приходящейся на одного рабочего в течение определенного времени, так и затратой времени на выполнение определенного задания на единицу, продукции.

Таким образом, норма времени является мерой производительности труда. С уменьшением затрат времени на выполнение определенной работы производительность труда повышается. Одна и та же работа может выполняться различными способами при помощи различных технических средств — на различного вида оборудовании, при помощи различных приспособлений, режущих и мерительных инструментов, различных режимов обработки.

При разработке технологического процесса обычно стремятся так проектировать процесс изготовления данного изделия, чтобы затрата времени на выполнение отдельных операций была, как правило, наименьшей, считая, что производительность труда при этом будет наибольшей. Однако это не всегда правильно.

При проектировании технологических процессов нужно добиваться минимальных затрат времени не на отдельной изолированной взятой операции, а на совокупности всех операций по обработке данной детали. Как правило, наиболее рациональным вариантом технологического процесса будет тот, который обеспечивает наименьшую стоимость изготовления изделия, что будет соответствовать наименьшей затрате общественного труда.

Нормы времени или *нормы выработки* должны быть *технически обоснованными*, то есть должны удовлетворять следующим основным условиям:

- технологический процесс должен предусматривать рациональное и полное использование технических средств — оборудования, приспособлений, инструмента, механизмов, участвующих в работе;
- режим обработки (скорость резания, подача и т. п.) должен быть установлен соответствующим расчетом с учетом передового опыта;
- трудовой процесс должен быть рационально построен на основе опыта передовиков производства;
- должна быть предусмотрена полная загрузка рабочего дня производительной работой;
- обслуживание рабочего места должно быть бесперебойным;
- рабочее место должно быть рационально организовано, оснащено необходимой спецтарой, стеллажами, транспортными устройствами, шкафами, должна быть обеспечена чистота, освещенность, вентиляция и другие условия;
- подготовительные и подсобные функции должны выполняться в случае экономической целесообразности другими рабочими с тем, чтобы

производственный рабочий мог все свое внимание и время уделить выполнению основного задания;

- работа должна выполняться рабочим, имеющим необходимые знания и навыки;

- выполнение тяжелых работ должно быть механизировано.

Нормой времени — T_n называется время, заданное на выполнение работы в определенных организационно-технических условиях. В зависимости от характера и длительности работы норма времени дается в сменах, часах, минутах или в долях минуты. Норма времени может быть определена на операцию в целом и на элементы операции – на переход, прием, действие и движение. Рабочему норма времени дается на операцию в целом.

Технически обоснованная норма времени часто кратко называется *технической нормой времени*.

Нормой выработки – N называется количество работы, заданное для выполнения в течение определенного промежутка времени. Норма выработки может быть выражена в штуках, весовых единицах, в единицах длины, площади, объема.

На машиностроительных заводах показателем, на основе которого определяется расценка за работу, и величиной, которая кладется в основу планирования, является *нормой времени*.

Между нормой времени T_n и нормой выработки N существует связь:

$$T_n = \frac{1}{N}.$$

Состав нормы времени - T_n :

$$T_n = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n};$$

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{ое} + T_{орм};$$

$$T_{оп} = T_o + T_b;$$

$$T_{орм} = T_{тех} + T_{орг}.$$

В этих формулах T_0 – основное (технологическое) время, в течении которого происходит изменение вида, форма, состояния или взаимного расположения предметов труда, являющееся целью технологического процесса.

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S} i, \text{ мин}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм},$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, по которой осуществляется перемещение инструмента (детали) в направлении подачи, мм;

l_1 – длина врезания инструмента, мм (рассчитывается по формулам в соответствии с геометрией инструмента и глубиной резания t);

l_2 – длина подхода и выхода инструмента, мм (2-5 мм);

l_3 – длина проходов при взятии пробных стружек, мм (определяется по таблице 8).

Таблица 8

№ п/п	Наименование измерительного инструмента	l_3 , мм
1	Штангенциркуль, микрометр при измеряемом размере до 250 мм	5
2	То же, свыше 250 мм	8
3	Калибр, штихмас, шаблон	5

T_{nz} - подготовительно-заключительное время, в течение которого рабочий до начала работы подготавливает все необходимое для выполнения задания и по окончании работы приводит в надлежащее состояние рабочее место. Характерной особенностью подготовительно-заключительной работы является то, что она производится обычно до начала и по окончании изготовления заданной партии деталей и не зависит от размера партии. К T_{nz} относится время на ознакомление с чертежом, на получение инструктажа, инструмента, приспособлений, заготовок, на установку приспособлений и наладку станка, на снятие инструмента, приспособления, на сдачу работы контролеру.

T_6 — вспомогательное время на установку и снятие деталей со станка, пуск и остановку станка, подвод и отвод режущего инструмента, измерение размеров и т. п.

$T_{из}$ и T_6 берется из приложения 2.

$T_{опр}$ — время обслуживания рабочего места, затраченное на поддержание рабочего места в состоянии готовности для выполнения заданной работы. $T_{опр}$ выбирает по табл. 10. (Приложение 2). $T_{опр}$ делится таким образом:

$T_{тех}$ — время обслуживания, технического затраченное на смену инструмента при его затуплении, регулировании приспособления и оборудования; удаление стружки, правку инструмента оселком;

$T_{орг}$ — время организационного обслуживания на уборку и смазку оборудования в конце смены, раскладку и уборку инструмента в начале конце рабочего дня;

$T_{ое}$ — время на отдых и естественные надобности, на физиологически необходимый отдых и на отправление естественных надобностей $T_{ое} = 0,025T_{оп}$;

$T_{шт}$ —штучное время - время на одну штуку выполняемой работы;

n - количество деталей в партии.

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗРАБОТАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

К основным показателям разработанного технологического процесса относятся следующие:

1. Себестоимость обработки детали на данной операции C определяется по формуле:

$$C = 3 \left(1 + \frac{H}{100} \right),$$

где 3 — основная заработная плата производственных рабочих, отнесенная к данной операции;

H — процент цеховых накладных расходов.

Цеховые накладные расходы берутся в % от основной заработной платы. Для механических цехов автозаводов они составляют 200 ÷ 250 %. Основная заработная плата определяется по формуле:

$$З = T_{шт} \cdot S_1 \cdot K_1,$$

где $T_{шт}$ —штучное время на операции, час;

S_1 - часовая ставка рабочего первого разряда - 0,15 руб.;

K_1 - тарифный коэффициент, выбирается из следующей таблицы:

Разряд рабочего	1	2	3	4	5	6
Коэффициент K_1	1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25

2. η_0 - коэффициент использования станков по основному (технологическому) времени, характеризующий степень механизации процесса обработки. Он равен отношению основного времени T_o к штучному $T_{шт}$:

$$\eta_0 = \frac{T_o}{T_{шт}}$$

Необходимо стремиться к тому, чтобы этот коэффициент был возможно ближе к единице. Чем выше этот коэффициент, тем больше удельное значение в структуре нормы времени имеет основное время. Это значит, что в общей затрате времени на обработку относительно большее время приходится на работу станка, чем на вспомогательные (ручные) действия, что указывает на наиболее эффективное использование станка.

В серийном производстве величина η_0 в среднем должна быть не менее 0,65, в массовом - не менее 0,75.

2. Коэффициент использования материала η_m определяется отношением веса готовой детали q к весу заготовки G :

$$\eta_m = \frac{q}{G}$$

Этот коэффициент показывает, насколько рационально выбран вид заготовки и метод ее получения. Во всех случаях необходимо стремиться к тому, чтобы этот коэффициент был близким к единице.

В курсовом проекте студенты производят расчет коэффициента использования материала η_m ; коэффициента использования станка η_0 и себестоимость обработки C по операциям.

8. КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

В этом разделе необходимо дать описание проектируемого режущего инструмента, назначение, целесообразность его применения, принцип работы устройство. Должны быть указаны режимы его работы. Дается обоснование выбора материала для режущей и других частей инструмента. Производится выбор и обоснование всех геометрических и конструкторских параметров инструмента.

II. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ КО ВТОРОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА — КОНСТРУИРОВАНИЮ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

1. ЗАДАЧИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ СТАНКОВ

Внедрение высокопроизводительных режущих инструментов, скоростных и силовых режимов резания металлов, а также использование богатого опыта рабочих-новаторов позволили резко уменьшить T_o . В результате в $T_{шт}$ повысился удельный вес затрат $T_{всп}$ и в итоге снизился коэффициент использования станков η_0 .

Уменьшение T_o , при неизменности всех других составляющих $T_{шт}$, приводит к уменьшению величины η_0 .

Для уменьшения $T_{всп}$, уменьшения $T_{шт}$ и увеличения η_0 заводы используют два пути:

- 1) изучение и широкое внедрение рациональных приемов работы лучших рабочих-новаторов,
- 2) внедрение новых конструкций установочно-зажимных приспособлений и автоматизирующих устройств.

Приспособления должны обеспечить быструю и точную установку обрабатываемой детали и иметь быстродействующий зажим (ручной или механизированный). Быстрое освоение и пуск новых машин в производство требует изыскания методов для скоростного проектирования и производства приспособлений. Такое проектирование и производство приспособлений может быть организовано при выполнении следующих условий:

1) Широкое применение стандартных и нормализованных приспособлений.

2) Применение при проектировании приспособлений нормализованных элементов, что в 3 - 4 раза сокращает цикл изготовления приспособления и в 3 - 4 раза уменьшает металлоемкость.

Наиболее прогрессивная форма - изготовление приспособлений сборно-разборной конструкции из нормализованных корпусных деталей, сущность которых заключается в том, что на главной плите монтируются все остальные нормализованные элементы.

Сборка таких приспособлений производится при помощи винтовых соединений.

Приспособления в основном предназначаются для сверлильных и фрезерных операций.

3) Применение метода агрегатирования, при котором приспособления создаются из двух самостоятельных и независимых узлов: корпуса с установочными элементами, зажимного (силового) узла. При этом узлы ручного зажима, а также пневматические и гидравлические могут закрепляться не на корпусах приспособлений, а непосредственно на столе станка или около стола на удобном для их монтажа месте.

4) Внедрение приспособлений новых конструкций, отвечающих повышенным требованиям точности обработки.

5) Повышение износоустойчивости и жесткости приспособлений.

6) Использование альбомов типовых узлов и нормализованных конструкций приспособлений.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Овладение основами конструирования приспособлений весьма важно, так как каждому инженеру-механику нужно знать методику конструирования высокопроизводительных приспособлений, уметь производить необходимые прочностные расчеты и гарантировать требуемую точность обработки деталей в приспособлениях.

Необходимо уметь широко пользоваться нормализованными деталями, узлами и агрегатами приспособлений при проектировании оснастки, снижая тем самым трудоемкость конструкторских работ и металлоемкость.

Конструкция приспособлений зависит от многих факторов: производственной программы, оборудования, наличия нормализованных деталей и узлов, содержания выполняемых операций и т. д. Одни приспособления состоят из трех-четырех деталей (индикаторные стойки, прихваты, съемники и т. д.); другие, более сложные, могут состоять из десятков и сотен пневмогидравлическую и деталей, имеющих пневматическую, гидравлическую аппаратуру и приводы.

Для создания такой оснастки нужны знания по многим общетехническим и специальным дисциплинам и глубокое изучение основ конструирования приспособлений, их теоретической и практической частей.

3. ПРИНЦИПЫ УСТАНОВКИ ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

Эти принципы касаются главным образом расположения поверхностей обрабатываемых деталей в приспособлении. Следует отметить основные правила установки и базирования деталей в приспособлениях.

Установкой называется положение обрабатываемой детали в приспособлении относительно режущего инструмента. Деталь в это время прижата зажимными устройствами к установочным элементам приспособления. Таким образом, в понятие установки входит два приема- базировка детали на элементы приспособления и закрепление детали.

Установочными элементами приспособлений называются детали и устройства, на которые устанавливается обрабатываемая деталь в приспособлении (штыри, пластины, призмы, пальцы и т. д.). Поверхности, которыми обрабатываемая деталь контактирует с установочными элементами приспособлений, называются установочными базами.

Тело в пространстве имеет шесть степеней свободы движения вдоль трех координатных осей и вращение вокруг этих осей.

В соответствии с характером обработки деталь, закрепленная в приспособлении, может быть лишена либо всех шести степеней свободы, либо четырех, либо пяти и т. д. При связывании меньшего количества степеней свободы значительно упрощается конструкция приспособления.

Призма, как установочный элемент, связывает четыре степени свободы, то есть связь четырехстепенная.

Применительно к приспособлениям *связями* называют установочные элементы, лишаящие деталь одной или нескольких степеней свободы. Поэтому связи делят на одностепенные и многостепенные. Схематически связи изображаются точками.

Плоскость с тремя точками называется основной или главной опорной, плоскость с двумя точками – направляющей и плоскость с одной точкой – упорной.

Соответствующие базовые поверхности обрабатываемой детали можно назвать главной, направляющей, упорной.

Непосредственное отношение к конструированию приспособлений и обеспечению заданной точности выполняемых операций имеют базы: 1) основные, 2) конструкторские, 3) установочные, 4) измерительные.

Основными базами называются поверхности, которыми деталь присоединяется к другой детали машины.

Конструкторскими базами называются поверхности, линии или точки (могут быть и нематериальными), от которых конструктор определяет

положение других поверхностей, линий или точек, определяет размеры и наносит их на чертеж. Основные и конструкторские базы часто совпадают.

Установочными базами называются поверхности, которыми деталь соприкасается установочными элементами приспособлений при ее установке для придания обрабатываемой детали определенного положения относительно режущего инструмента.

Измерительными базами называются поверхности, от которых дается размер до обрабатываемой поверхности.

Следует считать весьма желательным совмещение установочных и измерительных баз, так как точность операции при этом повышается за счет исключения погрешности базирования.

Установочные базы могут быть черновые (для первой операции) и чистовые (для последующих операций).

При выборе черновых установочных баз нужно учитывать следующее:

1) для деталей, не обрабатываемых кругом, в качестве баз рекомендуются поверхности, не подвергающиеся обработке и имеющие наименьшее смещение по отношению к обрабатываемым поверхностям;

2) при обработке деталей кругом в качестве базы следует принимать поверхности, имеющие наименьшие припуски;

3) черновые базы по возможности должны быть ровными и чистыми (без заусениц и пр.); для этого рекомендуется ознакомиться с технологией получения заготовок;

4) после первой операции черновые базы заменяют чистовыми.

При установлении чистовых баз желательно:

1) за базы принимать основные поверхности, а не вспомогательные;

2) совмещать установочные базы с измерительными;

3) чтобы выбранная база обеспечивала наименьшие деформации от зажима и сил резания;

4) при назначении баз учитывать простейшую конструкцию, дешевизну приспособления и удобство его эксплуатации;

5) при обработке точных деталей и деталей сложной конструкции рекомендуется сохранять единство баз, если это не противоречит пункту 2.

Погрешности установки

При установке детали в приспособление возникают погрешности базирования и погрешность установки или закрепления. Погрешности базирования возникают тогда, когда принятые установочные базы не совпадают с измерительными. В этом случае погрешности базирования зависят от погрешностей предыдущих операций. Величину погрешностей в таких случаях определяют расчетами, исходя из геометрических и размерных соотношений и вводя в расчет соответствующие допуски предыдущих операций. Пример расчета погрешностей базирования вала в призме приведен ниже.

Методику расчета следует освоить. Погрешность установки или закрепления возникает под действием сил резания, сил зажима и веса деталей. Величина погрешности зависит здесь от шероховатости базовой поверхности детали, жесткости станка, приспособления и детали, зазоров в связях приспособления и станка. Ее определяют опытным путем или по таблицам. Простое отжатие детали и новое закрепление не обеспечивают ее неизменного положения. Более значительные погрешности возникают при смене баз.

Рекомендуется сохранять единство баз и делать меньше перестановок не только для сокращения вспомогательного времени, но и для повышения точности, то есть уменьшения погрешностей.

Умение определять погрешности установки позволит конструировать также приспособления, которые сводят до минимума отклонения от заданной точности.

Полная погрешность обработки зависит от суммы погрешностей - базирования, закрепления, наладки станка, точности инструмента, случайных отклонений, точности обработки деталей приспособления и т.д. определяется путем суммирования составляющих.

Погрешность обработки может быть определена по формуле:

$$\Delta_{\text{обр}} = \sum \Delta_c + K \sqrt{\Delta_6^2 + \Delta_3^2 + \Delta_p^2} \leq \delta,$$

где δ - допуск на размер при выполнении операции;

$\sum \Delta_c$ - сумма систематических погрешностей, состоящая из погрешностей наладки, приспособления, инструмента и др. Величину $\sum \Delta_c$ следует определять с учетом взаимной компенсации ее отдельных составляющих. Учитывая возможность компенсации составляющих $\sum \Delta_c$ при проектировании, можно принять $\sum \Delta_c = 0$;

K - коэффициент, зависящий от закона рассеивания погрешностей; он равен 1,0 - 1,5;

Δ_6 - погрешность базирования; (см. стр. 33 - 38);

Δ_3 - погрешность, закрепления, (см. стр. 33-38);

Δ_p - погрешность, вызываемая рассеиванием размеров в результате действия случайных факторов (изменение структуры и механических свойств обрабатываемого металла, припуска и др.); Δ_p принимается равной $0,32\sigma$.

Приближенно можно принять $\sigma = \frac{\delta}{6}$,

где σ - среднее квадратическое отклонение.

Если при расчете $\Delta_{\text{обр}}$ получится больше δ , то следует уменьшить погрешность базирования Δ_6 изменением базирования детали или обосновать расширение допуска на операцию.

Установка плоскими базами

Установочная база - плоская поверхность. Плоские поверхности детали всегда имеют отклонения от теоретически правильной плоскости, поэтому принято устанавливать такие детали на три жесткие опорные точки. Установка на плоскость допускается при наличии хорошо обработанных небольших площадок.

Принятые три опоры следует располагать на возможно больших расстояниях, так как это повышает устойчивость. Если соединить опорные точки прямыми линиями, то получится треугольник.

Следует обеспечить расположение центра тяжести детали, силы резания, а возможно, и силы зажима внутри треугольника. При наличии сил, действующих вне треугольника, необходимо предусматривать вспомогательные опоры, повышающие устойчивость детали.

Направляющие и упорные платики рекомендуется устанавливать на половине высоты баз, чтобы уменьшить погрешности установки, появляющиеся вследствие неперпендикулярности направляющей и упорной баз к главной базе.

Направляющие платики следует ставить на возможно большем расстоянии друг от друга, а опорный платик - в середине базы. В качестве опор применяют штыри, пластины, вспомогательные подводимые опоры, регулируемые опоры.

При использовании плоских поверхностей в качестве установочных баз погрешности возникают в случаях не совмещения технологических и измерительных баз, а также вследствие смятия поверхностей в зоне контакта с опорами.

Погрешности закрепления по плоским базам даны в приложении 3 (табл. 1 и 8).

Установка по цилиндрическим базам

За установочные базы в этом случае могут быть приняты наружные и внутренние цилиндрические поверхности.

Установочными приспособлениями для наружных цилиндрических поверхностей могут быть:

- 1) самоцентрирующие 3-кулачковые патроны;
- 2) цанговые зажимные устройства;
- 3) патроны с тарельчатыми шайбами;

- 4) мембранные патроны;
- 5) центры;
- 6) призмы;
- 7) плоскости.

Из самоцентрирующих зажимных устройств наиболее высокую точность установки обеспечивают мембранные патроны, патроны с тарельчатыми шайбами.

Сравнительная точность установки характеризуется данными табл. 9.

Таблица 9

Зажимные устройства	Размер приспособления или диаметр зажимаемых деталей, мм	Вылет детали, мм	Биение, мм
Самоцентрирующие кулачковые патроны	175	60-70	0,08-0,1
	176-275	70-80	0,09-0,12
	276-350	70-80	0,1-0,14
	свыше 350	90-100	0,12-0,16
Цанговые патроны	30	75	0,075
	31-55	100	0,1
	56 и больше	100	0,15
Мембранные патроны	60	20	0,2
	120	40	0,3

При обработке деталей в патронах точность выполнения операции зависит от допусковых размеров обработки.

При заданном допусковом размере H_I от оси детали (рис. 1) погрешность базирования равна 0, так как технологическая и измерительная базы совмещены. Погрешность закрепления в патроне не будет зависеть от его точности, то есть от биения после зажима детали, жесткости патрона, жесткости детали и смятия поверхностных слоев детали в зоне контакта с кулачками.

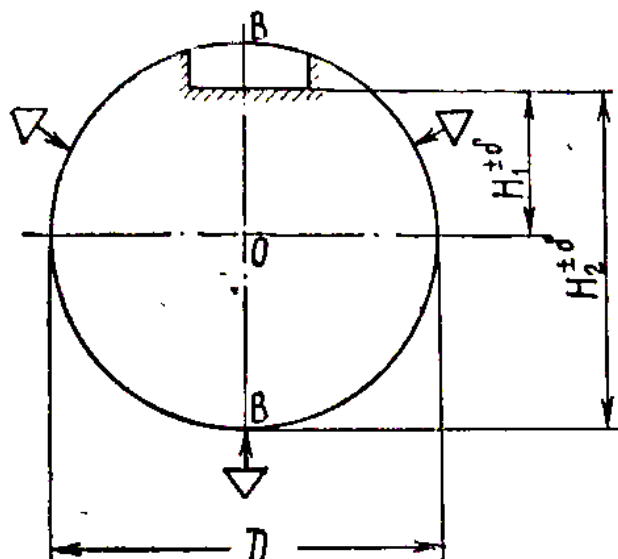


Рис. 1 – Схема установки цилиндрической детали в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне

Если же размер H_2 дан от образующей, то погрешность базирования определяется в зависимости от погрешностей точек B образующей относительно центра и равна этим погрешностям.

При изменении диаметра D в пределах допуска δ величина погрешностей базирования будет равна половине допуска.

Величины погрешностей закрепления определяют опытным путем. Они могут быть приблизительно приняты по табл. 2-7 (см. приложение 3). Погрешности деформации, особенно при зажиме втулок, учитывают отдельно.

При установке деталей в призмы имеются погрешности базирования и закрепления. Погрешность базирования для трех точек Δ_b определяется аналитически и графически. Величина погрешности зависит от допуска на базовой диаметр δ и угла призмы. Допуск на диаметр детали $\delta = D - H_1$ (рис. 2).

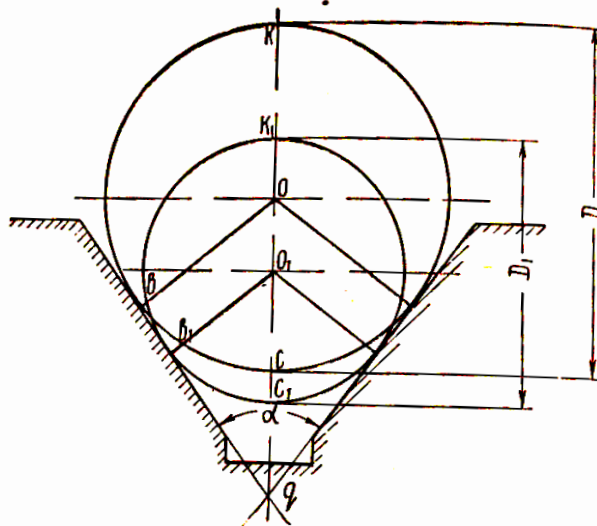


Рис. 2 – Установка детали в призме с построением схемы для расчета погрешности базирования Δ_{δ}

Величина погрешности базирования имеет три значения:

$$\Delta_{\delta 1} = KK_1; \Delta_{\delta 2} = OO_1; \Delta_{\delta 3} = CC_1;$$

Из рис. 2 видно, что

$$\Delta_{\delta 1} = Kq - K_1q; \Delta_{\delta 2} = Oq - O_1q; \Delta_{\delta 3} = Cq - C_1q;$$

$$\frac{D}{2} = O_B; \frac{D_1}{2} = O_1B_1;$$

$$\Delta_{\delta 1} = Kq - K_1q = \frac{D}{2} + \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{D_1}{2} - \frac{D_1}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} =$$

$$= \frac{D}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) - \frac{D_1}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) = \frac{D - D_1}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right);$$

$$D - D_1 = \delta; \Delta_{\delta 1} = \frac{\delta}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right).$$

Аналогичным путем определяют погрешность $\Delta_{\delta 2}$ и $\Delta_{\delta 3}$:

$$\Delta_{\delta 2} = \frac{\delta}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}; \quad \Delta_{\delta 3} = \frac{\delta}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right).$$

Из приведенных формул и рис. 2 видно, что максимальная погрешность будет иметь место в верхней части (KK_I) и минимальная — в нижней (CC_I).

В приведенных формулах учтен только допуск на диаметр и не учтены допуски по овальности, конусности, которые будут влиять на Δ_6 , но в меньшей степени, так как допуски на овальность и конусность в два-три раза меньше допусков на диаметр.

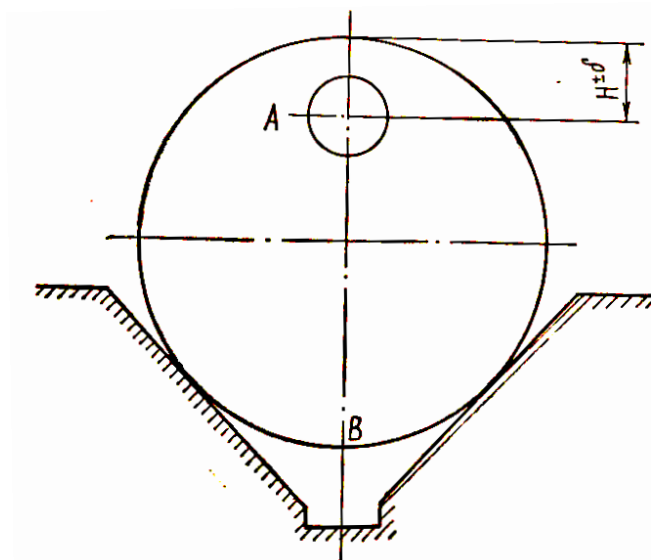


Рис. 3 – Схема установки детали в призму для сверления отверстия с выдерживанием размера $H \pm \delta$

По приведенным формулам рассчитывают максимальной погрешностью, так как в формулы вошел весь допуск по диаметру. Действительную величину погрешности заранее определить невозможно. Общая сумма погрешностей не должна выходить за пределы допуска на операцию.

На рис. 3 приведен пример выполнения операции сверления при установке на призму.

Если допуск δ на операцию больше погрешности базирования, то обрабатывать отверстие следует в зоне B , так как погрешность базирования в этой зоне в пять раз меньше, чем в зоне A (при $\alpha = 90^\circ$, см. рис. 2).

Погрешность закрепления в горизонтальной плоскости Δ_3 на рис. 4 зависит от точности выполнения угла призмы α , вернее симметричности его относительно вертикали, проведенной через вершину угла призмы. Если

обозначить через β разность половин углов $\frac{\alpha}{2}$, смещение оси цилиндра вправо или влево будет:

$$\Delta_3 = \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \cdot \tan \beta, \text{ мм}$$

при $D = 50 \text{ мм}$, $\alpha = 90^\circ$ и $\beta = 10'$, $\Delta_3 = 0,1 \text{ мм}$.

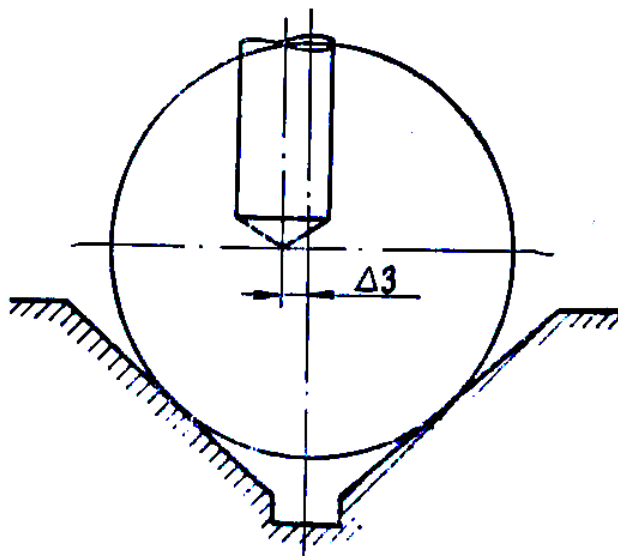


Рис. 4 – Схема образования погрешности закрепления в горизонтальной плоскости из-за неточности выполнения половины угла призмы при ее изготовлении

Если при таком базировании сверлить отверстие, то ось его пройдет левее или правее центра детали $0,1 \text{ мм}$ (рис. 4).

Поэтому при изготовлении призм равенство половин угла рекомендуется выдерживать с точностью $5'$, то есть $\beta = 5'$.

К установочным устройствам для внутренних цилиндрических баз (отверстий) относятся различные оправки, конструктивные особенности которых весьма разнообразны и хорошо освещены в литературе.

Замечания по использованию призм в качестве установочных или ориентирующих элементов приспособлений

1. Цилиндрическая деталь, установленная в призму, имеет две несвязанные степени свободы — вращение вокруг оси и осевое перемещение. Если поставить осевой упор и прижать деталь к призме, то она будет полностью ориентированной.

2. Призмы можно использовать как установочные и ориентирующие элементы (рис. 5); в последнем установочный элемент - палец D , а призма ориентирует положение детали.

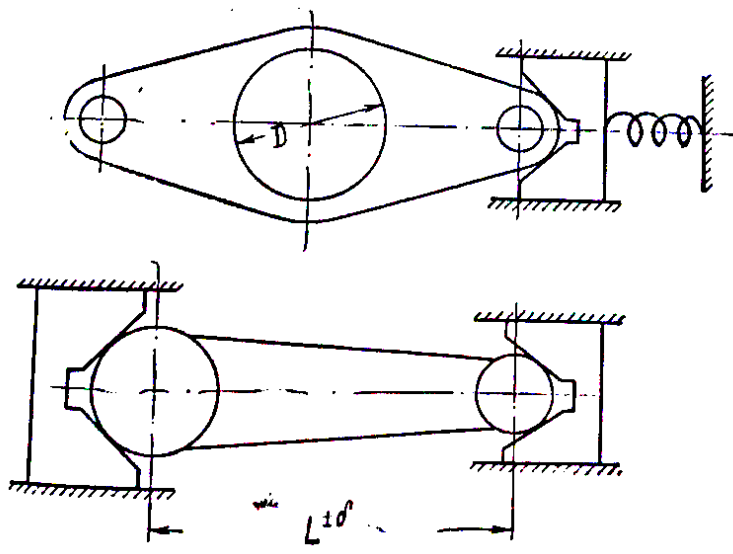


Рис. 5 – Схема использования призм как ориентирующих устройств и установочно-зажимных и самоцентрирующих элементов приспособлений

3. При точном выполнении заготовок одну призму делают жесткой, а вторую - подвижной. При значительных рассеиваниях размера L во избежание образования большой разностенности в головках (при сверлении отверстий) призмы лучше делать самоцентрирующимися.

4. Установка и крепление призм на корпусах приспособлений должны быть строго ориентированы при помощи контрольных штифтов и винтов.

4. ОПИСАНИЕ, КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

При выполнении курсового проекта студент должен рассчитать и сконструировать приспособление в соответствии вариантом задания.

Разработка конструкции станочного приспособления должна производиться с учетом обеспечения необходимой точности обработки детали, достижения наибольшей производительности и экономичности.

Для этого конструкция приспособления должна обеспечивать:

1. Требуемую точность установки и надежность крепления обрабатываемой детали.
2. Быстроту действия.
3. Применение незначительных усилий для приведения в действие зажимов, удобство и безопасность работы.
4. Невысокую стоимость изготовления приспособления надежность его в эксплуатации.

При расчете и конструировании приспособления необходимо в первую очередь тщательно изучить чертеж детали и технические требования, предъявляемые к точности и чистоте обработки детали на заданной операции. Исходя из заданной годовой программы выпуска деталей определить требуемую производительность. Предварительно ознакомиться с типовыми конструкциями приспособлений, приведенными в литературе.

Затем подробно проанализировать и уточнить выбранную при разработке технологического процесса схему установки и закрепления обрабатываемой детали в приспособлении.

При уточнении схемы установки необходимо сопоставить сколько вариантов ее выполнения, путем ориентировочного расчета действительных погрешностей установки для различных схем и их сравнения.

Окончательный выбор варианта следует производить с учетом требуемой точности обработки, а также получения наибольшей простоты конструкции и удобства приспособления.

Дальнейшее конструирование сводится к последовательному вычерчиванию элементов приспособления вокруг контура обрабатываемой детали с параллельным проведением необходимых расчетов.

Рекомендуется придерживаться следующего порядка:

1. На листе бумаги вычертить условными линиями (штрих пунктирными) контуры обрабатываемой на данной операции детали необходимым числе проекций, в масштабе 1:1. Чертеж детали в главном виде должен соответствовать рабочему положению детали на станке. Деталь изобразить в таком виде, какой она получится после произведенной ранее обработки. Выделить жирными линиями поверхности детали, обрабатываемые в проектируемом приспособлении.

Проекция контура детали надо располагать на достаточном расстоянии друг от друга с тем, чтобы между ними могли разместиться соответствующие проекции общего вида приспособления.

В процессе проектирования обрабатываемая деталь считается прозрачной и на видимость элементов приспособления в проекциях общего вида не влияет.

2. Выбрать конструкцию, определить размеры направляющих элементов приспособления (кондукторные втулки у кондукторов или установки для установки фрез) и вычертить их вокруг контура обрабатываемой детали во всех проекциях.

3. В соответствии с принятой схемой установки обрабатываемой детали и ее конфигурацией определить места расположения, конструкцию и размеры установочных элементов приспособления и вычертить их.

4. Исходя из принятых режимов резания, определить величину и направление сил резания.

5. Руководствуясь основными принципами закрепления обрабатываемых деталей в приспособлениях, определить направление и точку приложения усилия зажима. Необходимо стремиться к тому, чтобы давление со стороны режущих инструментов воспринималось опорами, а не зажимами и не силой трения.

Точку приложения усилия зажима следует выбрать с таким расчетом, чтобы исключилась возможность появления опрокидывающих моментов, отрывающих обрабатываемую деталь от установочных элементов приспособления, или сил, сдвигающих обрабатываемую деталь относительно

их, а также, чтобы обеспечивались минимальные деформации при зажиме обрабатываемой детали.

Для выполнения первого условия точку приложения усилия зажима нужно располагать над опорами или так, чтобы она проектировалась в пределах площади опорной фигуры.

Для выполнения второго условия силу зажима нужно прикладывать к наиболее жесткой части обрабатываемой детали и возможно ближе к месту обработки детали.

6. Рассчитать величину необходимого усилия зажима из условия статического равновесия обрабатываемой детали под действием всех приложенных к ней сил и их моментов (сил резания, веса, сил трения, инерционных сил и т. д., включая реакции опор)

Методику определения величины силы зажима см. ниже

7. Выбрать конструкцию и размеры зажимных элементов приспособления, исходя из величины необходимого усилия зажима, регламентированного времени на закрепление и открепление обрабатываемой детали в приспособлении, типа приспособления (одно- или многоместное), конфигурации и точности обрабатываемой детали.

8. Провести проверочный расчет на прочность особо нагруженных деталей приспособления (1 - 2 детали).

9. Определить конструкцию и размеры необходимых вспомогательных элементов и механизмов приспособления (выталкиватели, делительные устройства, фиксаторы и т. д.).

При выборе этих элементов следует в максимальной степени использовать имеющиеся нормы и стандарты.

10. Объединить все элементы общим корпусом приспособления, используя по возможности стандартные заготовки корпусов.

11. Разработать способ центрирования приспособления на станке и соединение его со станком.

Опорные поверхности приспособления, а также проушины для крепления его к столу станка, должны быть согласованы с размерами последнего, так как конструкция приспособления должна обеспечивать удобное крепление самого приспособления на станке при наименьших затратах времени на наладку.

Посадочные места станков приводятся в технической документации, прилагаемой к каждому станку, и в справочной литературе.

При конструировании приспособления выбранную конструкцию детали или узла сразу же необходимо вычерчивать во всех проекциях. Попутно вычертить необходимые разрезы и сечения, поясняющие конструкцию.

При выборе конструкции приспособления необходимо уделять особое внимание удобству загрузки обрабатываемых деталей, очистке приспособления от стружки и подводу охлаждающей жидкости, а также экономической эффективности применения данной конструкции приспособления.

5. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЯ ЗАЖИМА ДЕТАЛИ В ПРИСПОСОБЛЕНИИ

Величину зажимного усилия, необходимого для надежного закрепления детали, можно определить на основе решения задачи статики, рассматривая равновесие детали под действием приложенных к ней сил.

Можно рекомендовать следующий порядок расчета:

1. Составить расчетную схему, т. е. на схеме установки изобразить все силы, действующие на деталь: силу резания, зажимные усилия, реакции опор и силы трения в местах контакта детали с установочными элементами и зажимными устройствами.

Расчетную схему следует составлять для наиболее неблагоприятного варианта местоположения режущего инструмента по длине обрабатываемой поверхности, при котором для удержания детали от перемещения и поворота под действием силы резания требуется приложить наибольшее зажимное усилие.

2. Составить уравнение сил и моментов из условий равновесия детали и определить величину проекций на направления силы резания и сил трения.

Уравнение сил можно составить в таком виде: сумма проекций всех сил, удерживающих деталь, равна проекции силы резания.

Для составления уравнения моментов необходимо установить точку, относительно которой возможен поворот детали под действием силы резания, и определить относительно этой точки момент сил, удерживающих деталь, и момент силы резания.

3. Ввести коэффициент надежности закрепления K , учитывающий возможное в процессе обработки увеличение силы резания по сравнению с принятой по таблицам или формулам.

Увеличение силы резания может произойти из-за затупления инструмента, внезапного изменения твердости материала и величины припуска.

Коэффициент K учитывает также возможное изменение условий закрепления в процессе обработки.

Для удобства расчетов коэффициент K можно ввести в полученное уравнение сил путем умножения на K силы резания, сдвигающей деталь, а в уравнение моментов — умножением на K момента силы резания.

4. Определить величину зажимного усилия из полученных уравнений сил и моментов.

Пример 1. На операции фрезерования паза (рис. б) при принятых методике установки и схеме закрепления деталь под действием силы резания может перемещаться вдоль опорных пластин. Составляющая силы резания, вызывающая перемещение детали, равна P_z .

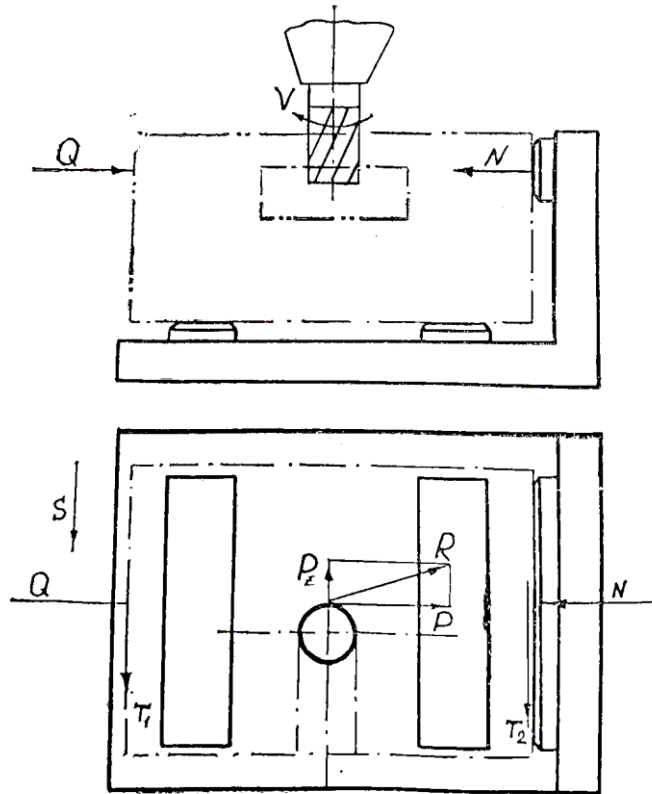


Рис. 6 – Фрезерование паза

Реакция опоры составляет:

$$N = Q + P.$$

Силы трения T_1 - в местах контакта детали с зажимным устройством и T_2 - с установочными элементами соответственно будут равны:

$$T_1 = f_1 Q;$$

$$T_2 = f_2 N = f_2 (Q + P),$$

где f_1 — коэффициент трения между деталью и зажимными устройствами;

f_2 — коэффициент трения между деталью и установочными элементами.

Уравнение сил, составленное из условия равновесия детали, будет:

$$T_1 + T_2 = P_z.$$

После подстановки значений T_1 и T_2 и введения коэффициента K оно примет вид:

$$f_1 Q + f_2 (Q + P) = K P_z,$$

$$\text{откуда: } Q = \frac{K P_z - f_2 P}{f_1 - f_2}.$$

Пример 2. При сверлении отверстия в детали, закрепленной в трехкулачковом патроне (рис. 7) деталь может перемещаться вдоль кулачков под действием силы резания P_x (усилие подачи) и провертываться в кулачках под действием момента резания $M_{кр}$.

Необходимо приложить такое зажимное усилие, чтобы не было ни перемещения, ни провертывания детали относительно кулачков. В зависимости от формы насечки на кулачках сопротивление перемещению и провертыванию может быть различным, так как при этом могут быть разными коэффициенты трения.

Допустим, что при перемещении детали в кулачках вдоль ее оси коэффициент трения будет f_1 , а при провертывании f_2 . Тогда силы трения между кулачком и деталью будут составлять:

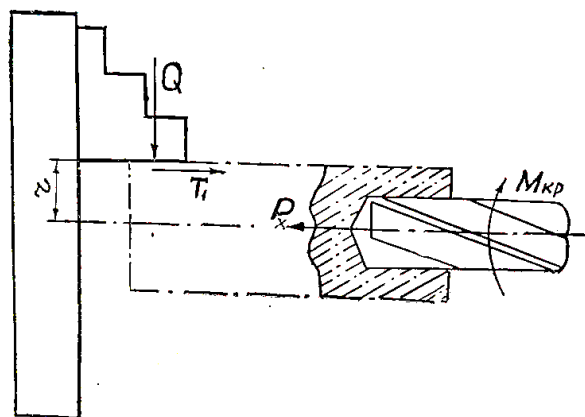


Рис. 7 - Сверлении отверстия в детали

при перемещении:

$$T_1 = f_1 Q,$$

при провертывании:

$$T_2 = f_2 Q.$$

Определим величину зажимного усилия при условии недопустимости перемещения детали в кулачках.

Пользуясь принятыми обозначениями (рис. 7) и имея виду, что у патрона три кулачка, составим уравнение сил:

$$3T_1 = P_x.$$

После подстановки значения T_1 и введения коэффициента K уравнение примет вид:

$$3f_1 Q = KP_x,$$

откуда:

$$Q = \frac{KP_x}{3f_1}.$$

Теперь определим величину зажимного усилия при условии недопустимости провертывания детали в кулачках.

Так как деталь зажата в трех кулачках, сравнение моментов будет иметь вид:

$$3T_2 \cdot r = M_{кр},$$

где $M_{кр}$ - момент сил резания;

T_2 - сила трения между кулачком и деталью при провертывании последней;

r - радиус наружной цилиндрической поверхности детали на участке закрепления ее в кулачках.

После подстановки значения T_2 и введения коэффициента K уравнение примет вид:

$$3f_2 \cdot Q \cdot r = KM_{кр},$$

откуда:

$$Q = \frac{KM_{кр}}{3f_2 r}.$$

При расчетах по определению величины зажимного усилия для коэффициентов трения детали в местах контакта с установочными элементами и с зажимными устройствами можно принимать следующие значения:

$f = 0,16 - 0,18$ — при контакте с гладкой плоской поверхностью;

$f = 0,18 - 0,30$ — по линии и со сферой;

$f = 0,5 - 0,6$ — с рифлеными (насеченными) закаленными поверхностями.

Коэффициент надежности закрепления K принимать 1,5 — 2,5. Меньшее значение K принимать при чистовой обработке, большее — при черновой.

6. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Расчет производительности приспособления производится для того, чтобы определить, каким конструировать приспособление: одноместным (для обработки одной детали) или многоместным (для обработки за одну установку нескольких деталей или одной детали на одном месте приспособления; на других местах приспособления в это время происходит установка заготовки и снятие обработанной детали). Расчет ведется в следующем порядке:

1. Определяется темп производства T :

$$T = \frac{P_2}{\Phi_2},$$

где P_2 — принятая (заданная) годовая программа выпуска деталей (указывается в задании на проектирование);

Φ_2 — годовой фонд времени одного производственного рабочего (при работе в одну семичасовую смену);

$$\Phi_2 = 2100 \text{ час.} = 126000 \text{ мин.}$$

2. Полученная величина темпа производства сравнивается с величиной нормы выработки N , определенной в первой части проекта без учета снижения рабочего времени в результате применения приспособления.

3. Если величина N окажется больше или равна T , приспособление можно проектировать одноместным. Если же получится N меньше T , то приспособление следует проектировать многоместным (например, трехместным) с таким расчетом, чтобы вспомогательное время на снятие обработанной детали (на первом месте) и установку заготовки (на третьем месте) перекрывалось бы машинным временем на обработку детали (на втором месте). Применение такого приспособления приведет к уменьшению $T_{ум}$ и

увеличению N . Следует добиться такого положения, чтобы при применении приспособления $N \geq T$.

7. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Различные приспособления — станочные, контрольные, сборочные и др. — относятся к сложным и трудоемким видам технологической оснастки. Технично-экономическая эффективность того или иного приспособления зависит от следующих факторов:

- 1) трудоемкости конструкторских работ;
- 2) степени использования в приспособлении универсальных и нормализованных узлов и деталей;
- 3) металлоемкости приспособления;
- 4) трудоемкости изготовления приспособления;
- 5) снижения стоимости выполняемой операции;
- 6) повышения ее точности;
- 7) возможности повторного использования приспособления при смене объектов производства;
- 8) возможности и длительности переналадки приспособления на обработку других подобных деталей за счет сменных наладок к универсальным и нормализованным приспособлениям.

Приспособления можно рекомендовать для внедрения, если экономия по зарплате на заданную операцию с учетом цеховых расходов будет больше, чем увеличение расходов, связанных с внедрением приспособления и отнесенных к одной операции. Такая зависимость выражается формулой:

$$(C - b) \left(1 + \frac{H}{100}\right) \geq \frac{B}{\Pi_r} \left(\frac{1}{a} + \frac{q}{100}\right),$$

где C — себестоимость обработки деталей па операции без применения приспособления (см. часть I раздел 7);

b — то же самое при использовании приспособления;

H — процент цеховых накладных расходов (см. часть I раздел 7);

B — затраты на изготовление приспособления;

P_2 — заданная годовая программа выпуска деталей;

a — сроки амортизации приспособления;

q — процент расходов на эксплуатацию приспособления в зависимости от его стоимости.

В левой части уравнения показана экономия на штучной зарплате при внедрении приспособления, в правой части — увеличение расходов на одну операцию на новом приспособлении. Величины, входящие в приведенную формулу, можно определить следующим образом:

$$B = C_n \cdot K_d,$$

где K_d — количество деталей в приспособлении;

C_n — постоянная, зависящая от сложности приспособления (для простых приспособлений $C_n = 15$, для средней сложности — 30, для сложных — 40 руб.).

Срок амортизации, a для простых приспособлений один год, для средней сложности — два года, для сложных — пять лет.

Процент расходов, связанных с эксплуатацией приспособления q равен 20; b определяется как:

$$b = Z_1 \left(1 + \frac{H}{100} \right); Z_1 = T_{шт}^{пр} \cdot S_1 \cdot K_1;$$

где $T_{шт}^{пр}$ — штучное время в мин на операцию с применением приспособления;

S_1 — см. часть I раздел 7;

K_1 — см. часть I раздел 7.

III. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка должна включать следующие разделы:

I часть

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

1) Описание конструкции детали.

- 2) Выбор способа получения заготовки.
- 3) План обработки, выбор оборудования, режущего и измерительного инструмента.
- 4) Расчет припусков на обработку (промежуточных и общих).
- 5) Выбор режимов резания.
- 6) Расчет технических норм времени и норм выработки.
- 7) Определение технико-экономических показателей технологического процесса.
- 8) Конструирование режущего инструмента.

II часть

КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

- 1) Расчет производительности приспособления и вывод о целесообразности проектирования приспособления одноместным или многоместным.
- 2) Краткое описание устройства и работы приспособления с необходимыми схемами.
- 3) Расчет сил резания, усилия зажима детали в приспособлении.
- 4) Расчет приспособления на точность (определение полной погрешности обработки $\Delta_{обр}$).
- 5) Экономическое обоснование выбора приспособления.

Пояснительная записка должна выполнена печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне белой бумаги формата А 4 (210x297 мм). Поля: с левой стороны - 25 мм; с правой - 10 мм; в верхней части - 20 мм; в нижней - 20 мм. Тип шрифта: Times New Roman Cyr. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов (глав): полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Цвет шрифта должен быть черным. Межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал – полуторный. Абзацный отступ – 1,25 см. Страницы должны быть пронумерованы. Порядковый номер ставится в середине верхнего поля. Первой страницей

считается титульный лист, но номер страницы на нем не проставляется. Главы имеют сквозную нумерацию в пределах работы и обозначаются арабскими цифрами. В конце заголовка точка не ставится. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Номер подраздела (параграфа) включает номер раздела (главы) и порядковый номер подраздела (параграфа), разделенные точкой. Пример – 1.1, 1.2 и т.д. Главы работы по объему должны быть пропорциональными. Каждая глава начинается с новой страницы. В работе необходимо чётко и логично излагать свои мысли, следует избегать повторений и отступлений от основной темы. Не следует загромождать текст длинными описательными материалами. На последней странице Курсового проекта ставятся дата окончания работы и подпись автора. Законченную работу следует переплести в папку. Написанный и оформленный в соответствии с требованиями Курсовой проект обучающийся регистрирует на кафедре. Срок рецензирования – не более 7 дней.

IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

Технологическая карта вычерчивается карандашом на одном листе формата 841x594.

В верхней части листа чертежным шрифтом № 20 делается надпись: «Технологический процесс механической обработки (наименование детали)»

Технологическая карта выполняется в виде таблицы, имеющей следующие графы по горизонтали.

1. Номер операции. В этой графе сверху вниз римскими цифрами проставляются номера операций.

2. Эскиз операции. В этой графе вычерчивается эскиз операции или переходов.

3. Наименование операции или перехода. Например: «Проточить поверхность втулки с диаметра 60 до диаметра $50^{0,74}$ ». Обрабатываемые поверхности следует выделять красным карандашом.

4. Режим резания для операции или перехода. Эту графу следует разделить на три части, в которых следует указать: глубину резания t , подачу S , скорость резания v .

5. Число оборотов заготовки или инструмента в мин - n .

6. Эскиз режущего инструмента с указанием главных углов (α ; β ; γ) и углов в плане (φ ; ε ; φ_1).

7. Марка материала режущей части инструмента.

8. Наименование измерительного инструмента.

9. Основное технологическое время на операцию или переход — T_o .

10. Подготовительно-заключительное время на операцию — $T_{пз}$.

11. Вспомогательное время — $T_в$.

12. Время на обслуживание рабочего места — $T_{орм}$.

13. Техническая норма времени на операцию — T_n .

14. Норма выработки на операцию — N .

15. Себестоимость обработки детали на данной операции — C .

16. Коэффициент использования станков по основному времени — η_o .

V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

В содержание второй части проекта входит проектирование станочного приспособления с механическим зажимом для какой-либо одной операции обработки детали согласно приложенному чертежу.

Сборочный чертеж приспособления выполняется с необходимыми разрезами и сечениями без детализовки. Его надо выполнять карандашом на отдельном листе чертежной бумаги размером 841x594. Масштаб чертежа, как правило, 1:1, если же масштаб приходится уменьшать или увеличивать, то

следует пользоваться для увеличения масштабами 2:1, 10:1, для уменьшения — 1:2, 1:5, 1:10.

На чертеж наносят все необходимые разрезы и сечения, позволяющие, если это нужно, произвести детализовку. Контур детали, установленной в приспособлении, показывается красным карандашом. В правой (нижней) части листа ставится штамп и дается спецификация всех деталей приспособления, где указывается материал по ГОСТУ и в графе «Примечания» необходимая термическая обработка деталей.

На чертеже показывают только габаритные размеры приспособления и размеры, характеризующие точность обработки детали на данном приспособлении. Все размеры, сечения и условные обозначения должны быть выполнены в соответствии с существующими требованиями.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ И ЗАГОТОВКИ

Чертеж детали выполняется на 0,25 листа в соответствии с чертежом детали варианта задания.

Чертеж заготовки выполняется на 0,25 листа с простановкой необходимых размеров.

VII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЧЕРТЕЖА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Чертеж режущего инструмента выполняется на 0,5 листа. Вычерчивается тот металлорежущий инструмент, который применяется при выполнении операции, для которой проектируется приспособление.

Чертеж конструкции режущего инструмента должен содержать все размеры и сечения, необходимые для его изготовления.

При вычерчивании допускаются некоторые условности, которые несколько упрощают графическую работу.

1. На чертеже не всегда изображаются стружечные канавки.

2. При вычерчивании многозубчатого инструмента изображается со всеми геометрическими параметрами только один зуб.

3. При вычерчивании фрез, зенкеров их винтовые линии заменяются прямыми.

4. Профиль фасонного инструмента вычерчивается отдельно в увеличенном масштабе (обычно 5:1).

5. Сечения для обозначения величины передних и задних углов вычерчиваются только частично

6. На чертеже инструмента обязательно проставляются все размеры с допусками и классами шероховатости.

На чертеже указываются такие технические условия на изготовление инструмента.

1. Материал режущей части и корпуса (при сборном инструменте).

2. Твердость отдельных частей инструмента (HRC).

3. Необходимая термическая обработка.

4. Место клеймения.

5. Основные технические и конструктивные данные (модуль, углы канавок, число канавок, заходов и т. д.)

ЛИТЕРАТУРА

1. Суслов А.Г. Технология машиностроения: Учебник. – М.: КНОРУС, 2013. – 336 с.
2. Некрасов С.С., Приходько И.Л., Баграмов Л.Г. Технология сельскохозяйственного машиностроения (Общий и специальный курсы). – М.: Колос, 2004. – 360 с.
3. Некрасов С.С. Практикум и курсовое проектирование по технологии сельскохозяйственного машиностроения. – М.: Мир, 2004. – 240 с.
4. ГОСТ 2.309–73. Единая система конструкторской документации. Обозначение шероховатости поверхности.
5. ГОСТ 3.1105–84. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения.
6. ГОСТ 3.1107–81. Единая система технологической документации. Опоры, зажимы и установочные элементы. Графические обозначения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1

Средняя экономическая точность, получаемая при различных методах обработки

Методы обработки	Класс точности	Класс шероховатости поверхности	Примечание
Обработка режущими инструментами <i>Наружные цилиндрические поверхности</i>			
Точение: черновое	3 – 5	1 – 3	
чистовое	2 – 3а	4 – 7	
отделочное	2 – 3	7 – 9	
Фрезерование	3 – 5	4 – 7	
Шлифование: черновое	4 – 5	4 – 6	
чистовое	2 – 3	6 – 8	
отделочное	7 – 3	8 – 10	
<i>Цилиндрические и фасонные отверстия</i>			
Сверление	5	2 – 4	Резцы твердого сплава
Рассверливание	5	2 – 4	
Зенкерование	4 – 5	2 – 5	
Развертывание	3 – 4	6 – 7	
Растачивание: черновое	4 – 5	3 – 4	
чистовое	3 – 4	6 – 7	
высокоточное	1 – 2	8 – 9	
Протягивание	2 – 4	6 – 8	
Продавливание	2 – 3	6 – 9	
Долбление	4 – 5	3 – 4	
Фрезерование	4 – 5	3 – 6	
Шлифование: предварительное	4	5 – 6	
чистовое	1 – 2	7 – 8	
<i>Плоские поверхности</i>			
Точение: черновое	4 – 5	3 – 4	
чистовое	3 – 4	6 – 7	
Отрезание	5 – 7	2 – 4	
Строгание: черновое	5	2 – 3	Широким резцом
чистовое	4	6 – 8	
Фрезерование: черновое	4 – 5	3 – 4	Торцовой головкой с зачистным ножом
чистовое	3	7 – 8	
Протачивание	3 – 4	6 – 8	
Шлифование: черновое	4 – 5	4 – 5	
чистовое	1 – 3	7 – 9	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 2

Подготовительно-заключительное время при работе на токарных станках, мм

Способ обработки детали	Высота центров, мм				
	до 200	до 400	до 600	до 800	до 1000
В центрах или в центрах на оправке	4,0	5,9	6,8	8,6	10,4
В самоцентрирующем трехкулачковом патроне	6,0	6,6	8,8	12,1	15,4
В четырехкулачковом патроне	7,0	8,1	10,8	14,7	18,5
На планшайбе с креплением болтами	5,0	5,7	7,8	11,1	14,6
В цанговом патроне с затяжкой гайкой	4,8	5,8	6,5	7,9	—
На концевой оправе	3,0	3,6	3,8	—	—
Смещение задней бабки для обработки концов	2,0	2,2	2,8	3,8	5,0
На планшайбе в приспособлении	10,8	11,2	14,1	19,1	24,5

Примечание. Предусматривается обработка одним инструментом; при большом количестве инструментов к приведенным данным следует добавлять, а) при 2 - 3 инструментах от 2,2 до 2,9 мин; б) при 4 - 5 инструментах от 4,6 до 6,0 мин.

Таблица 2

Вспомогательное время при точении, мин

Способ установки обрабатываемой заготовки	Вес заготовки, кг						
	до 0,5	до 1	до 3	до 5	до 8	до 12	до 20
В центрах:							
с хомутиком	-	0,35	0,44	0,54	0,64	0,72	0,87
с люнетом	-	0,44	0,5	0,64	0,78	0,91	1,12
На гладкой оправке	-	0,42	0,53	0,67	0,79	0,91	1,1
На оправке с гайкой	0,48	0,53	0,61	0,7	0,75	0,8	0,86
В патроне:							
без выверки	0,18	0,2	0,22	0,27	0,33	0,38	1,39
с выверкой	-	0,4	0,47	0,56	0,63	0,7	0,84
с люнетом	-	0,4	0,41	0,53	0,6	0,67	0,78

Вспомогательное время дается на установку и закрепление заготовки, пуск и остановку токарного станка, снятие заготовки со станка вручную при работе в центрах и в патроне.

Таблица 3

Подготовительно-заключительное время при работе на сверлильных станках, мин

Способ установки обрабатываемой детали	Вертикально-сверлильный станок			Радиально-сверлильный станок		
	Диаметр сверления, мм					
	до 35	до 55	до 80	до 35	до 55	до 80
На столе с креплением планками и болтами:						
а) один болт	1,5	1,7	2,0	1,4	1,5	1,7
б) два болта	2,0	2,2	2,6	1,9	2,1	2,3
В тисках:						
а) без крепления тисков	1,4	1,6	1,9	1,3	1,4	1,6
б) с креплением тисков	2,7	3,0	3,4	2,7	2,8	3,1
В приспособлении, без крепления приспособления, с установкой его:						
а) вручную	1,4	1,6	1,9	1,3	1,4	1,6
б) краном	2,2	2,3	2,6	2,1	2,2	2,4
В приспособлении, с креплением приспособления, с установкой его:						
а) вручную	3,0	3,2	3,6	2,7	2,8	3,1
б) краном	3,9	4,1	4,5	3,5	3,6	3,8

Примечание. Предусматривается обработка одним инструментом; при большем количестве инструментов к приведенным данным следует добавлять: а) при 2 - 3 инструментах от 1,3 до 3,2 мин; б) при 4 - 5 инструментах от 1,7 до 3,8 мин.

Таблица 4

Вспомогательное время при работе на вертикально-сверлильных станках, мин

Установка и снятие обрабатываемой детали	Вес детали, кг				
	1	8	16	25	30
Установить деталь на стол станка без крепления. подвести сверло и опустить шпиндель	0,05	0,12	0,16	0,19	0,20
Снять деталь со стола станка и положить на место	0,04	0,07	0,09	0,11	0,12
Передвинуть деталь под сверло	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11

Таблица 5

Подготовительно-заключительное время при работе на фрезерных станках, мин

Способ установки обрабатываемой детали	Размеры стола, мм		
	до 1000	до 1500	до 2000
На столе с креплением двумя болтами и планками	7,6	8,3	9,2
В приспособлении при установке приспособления вручную	8,4	9,3	10,1
В тисках с креплением тисков на столе	8,1	8,9	9,6
В центрах на оправке	14,8	15,6	16,5
В делительной головке	12,7	13,4	14,0

Таблица 6

Вспомогательное время при работе на фрезерных станках, мин

Способ установки	Количество одновременно обрабатываемых деталей	Вес детали, кг			
		3	8	12	16
В тисках:					
а) без выверки	1	0,44	0,57	0,63	0,69
б) без выверки	2	0,58	0,80	-	-
в) без выверки	3	0,71	-	-	-
г) с выверкой обрабатываемой поверхности	1	0,64	0,84	0,93	1,02
д) с выверкой необрабатываемой поверхности	1	0,98	1,32	1,5	1,6
На столе с креплением болтами и планками:					
а) без выверки	1	0,7	0,9	1,0	1,1
б) с выверкой	1	0,8	1,2	1,3	1,5
В центрах с делительной головкой:					
На оправке	-	0,44	0,64	0,72	0,8
	-	0,53	0,79	0,91	1,01

Таблица 7

Подготовительно-заключительное время при работе на шлифовальных станках,
МИН

Виды шлифовальных станков	Способ установки обрабатываемой детали	Основные размеры станков	Подготовительно-заключительное время
Кругло-шлифовальные	В центрах	Высота центров: а) 200 мм б) 300 мм	6,4 6,9
	В самоцентрирующем патроне	Высота центров: а) 200 мм б) 300 мм	7,7 8,85
Плоско-шлифовальные	На магнитном столе	Диаметр стола: а) 600 мм б) 1000 мм	3,55 5,0
	В самоцентрирующем патроне на магнитном столе	Диаметр стола: а) 600 мм б) 1000 мм	4,5

Примечание.

Круглошлифовальные	Добавлять в случаях: а) поворота стола на угол б) поворота передней бабки на угол в) смены шлифовального круга	0,8 - 1,0 1,2 - 1,5 6,0 - 8,0
Плоскошлифовальные	а) установки магнитной плиты б) смены шлифовального круга	4,0 7,0 - 10,0

Таблица 8

Вспомогательное время при работе на круглошлифовальных станках, мин

Способ установки обрабатываемой детали	Вес обрабатываемой детали с оправкой, кг				
	3	8	12	16	30
Надеть на деталь хомутик, установить в центрах, пустить станок; остановить станок, снять деталь с центров, снять хомутик, положить деталь на место.	0,43	0,62	0,70	0,72	0,93

Таблица 9

Вспомогательное время на промеры, мин

Способ измерения	Точность измерения	Измеряемый диаметр, мм	Измеряемая длина, мм			
			до 50	до 300	до 750	до 1000
Микрометр, установленный предварительно на размер	2-й класс	50	0,10	0,13	0,22	0,29
	3-й класс	200	0,14	0,14	0,25	0,32
	3-й класс	400	0,22	0,23	0,29	0,36
Скоба			Высота центров станка, мм			
			до 200		до 300	
		50	0,37		0,42	
		200	0,41		0,46	
	400	0,46		0,51		

Таблица 10

Время на техническое ($T_{тех}$) и организационное ($T_{орг}$) обслуживание рабочего места и суммарное время, организационное обслуживание рабочего места и физические потребности ($T_{орм}$)

Наименование и характеристика станка	Основные размеры станка, мм	$T_{тех}$ в процентах от основного (машинного) времени	$T_{орг}$ в процентах от оперативного времени	Суммарное время $T_{орм}$ в процентах от оперативного времени
1	2	3	4	5
Токарные с высотой центров	200	2,5	1,4	4,6
	300	3,0	1,5	5,0
	400	3,5	1,6	5,3
	500	3,5	1,7	5,4
Вертикально-сверлильные с наибольшим диаметром сверления	до 35	1,0	1,0	3,5
	до 55	1,0	1,1	3,6
	до 66	1,5	1,2	4,0
Горизонтально- и вертикально-фрезерные с длиной стола	до 1000	1,5	1,2	4,0
	до 1500	2,0	1,4	4,4
	до 2000	2,5	1,5	4,7
Круглошлифовальные с высотой центров	до 200	6,0	1,7	6,7
	до 300	7,0	2,2	7,7
Внутришлифовальные с наибольшим диаметром шлифуемого отверстия	до 200	6,0	2,2	7,2
	до 400	7,0	2,7	8,2
Плоскошлифовальные (продольного типа), работающие периферией круга с длиной стола	до 1000	5,0	1,7	6,2
	до 1500	6,0	1,9	6,9
Плоскошлифовальные (продольного типа), работающие торцем круга с длиной стола	до 1000	2,0	1,7	4,7
	до 1500	2,5	1,9	5,1
	до 2500	3,0	2,2	5,7
Плоскошлифовальные, карусельные, работающие торцем д круга с диаметром стола	до 600	2,0	1,7	4,7
	до 1000	2,5	2,2	5,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1

Погрешности установки на столе станка с выверкой по плоской поверхности

Метод выверки	Погрешности установки для размеров поверхности, мм			
	до 1	1 – 3	3 – 6	свыше 6
По разметке чертилкой	0,5	1	2	3
По предварительно обработанной поверхности индикатором	0,15	0,2	0,4	0,6
По чисто обработанной поверхности индикатором	0,05	0,08	0,1	0,15

Таблица 2

Погрешности установки единичных заготовок в трехкулачковом самоцентрирующем патроне

Заготовка, воспринимающая силу зажима	Радиальное смещение заготовки, мкм				Осевое смещение заготовки, мкм			
	Диаметр, мм							
	до 50	50 – 120	120 – 260	260 – 500	до 50	50 – 120	120 – 260	260 – 500
Получена литьем в постоянную форму или штамповкой на кривошипном прессе	200	300	400	500	80	100	120	150
Получена литьем по выплавленной модели, литьем в оболочковую форму или предварительно обработанная	100	150	200	250	50	80	100	120
Чисто обработанная	50	80	100	120	30	50	80	100
Шлифованная	20	30	40	50	10	15	25	30

Таблица 3

Погрешность установки круглых прутков заготовок в самоцентрирующем патроне, мкм

Смещение	Диаметр, мм										
	до 9	10 – 18	19 – 25	26 – 48	50 – 58	60 – 78	80 – 95	100 – 115	120 – 125	130 – 150	свыше 150
Сталь горячекатаная повышенной точности прокатки											
Радиальное осевое	100	120	130	200	270	320	400	500	600	650	-
	70	80	100	130	180	210	270	330	400	430	-
Сталь горячекатаная обычной точности прокатки											
Радиальное осевое	-	200	220	280	350	400	450	570	700	900	-
	-	130	150	190	230	270	300	380	470	600	-

Таблица 4

Погрешности установки заготовок на токарных станках с выверкой

Способ установки	Метод выверки	Погрешности установки для станков с высоток центров, мм		
		до 300	300 – 500	свыше 500
В четырехкулачковом патроне	По необработанной поверхности чертилкой	0,5	1,5	2,5
	По чисто обработанной поверхности индикатором	0,03	0,05	0,08
В четырехкулачковом патроне с опорой на задний центр	По необработанной поверхности чертилкой	-	0,5	-
	По чисто обработанной поверхности	-	0,05	-
На угольнике	По разметке чертилкой	-	0,5 – 1	-

Таблица 5

Погрешности установки прутков, калиброванных по 5-му классу точности в цанге, мкм

	Диаметр, мм					
	5 – 10	10 – 18	18 – 50	30 – 50	50 – 80	80 – 100
Радиальное	50	60	70	90	100	120
Осевое	30	40	70	60	70	80

Таблица 6

Погрешности установки заготовок на оправках, мкм

Тип оправки	Радиальное смещение	Осевое смещение
Разжимная (цанговая) диаметром: до 50 мм свыше 50 мм	35 50	20 50
Гидропластная	15	-
Цилиндрическая с гайкой	-	10

Таблица 7

Погрешности установки заготовок в тисках

Тип тисков	Метод установки	Смещение заготовки, мм
Винтовые тиски	На подкладке в свободном состоянии	100 – 200
	На подкладке с простукиванием при зажиме	
Эксцентриковые тиски	С подкладкой	40 – 100
	Без подкладки	

Таблица 8

Осадка заготовок при закреплении в приспособлениях силой, направленной перпендикулярно к опорной базирующей поверхности

Поверхность, воспринимающая силу зажима	Осадка заготовки, мкм
Получена литьем в земляную форму машинной формовки и горячей штамповкой на молотах (черная поверхность)	100 – 150
Получена литьем в постоянную форму и горячей штамповкой на кривошипных прессах (черная поверхность)	75 – 100
Получена литьем в оболочковую форму и по выплавляемой модели	40 – 50
После черновой обработки резанием	50 – 75
После чистовой обработки резанием	10 – 15

Примечание. При установке на магнитной плите погрешностью закрепления пренебрегают.

Таблица 9

Местная кривизна прутков Δ_k

Диаметр прутка, мм	Удельная кривизна на 1 мм длины для классов точности, мкм			
	2а	3 – 10	3а и 4	5
до 25	0,50	1	2	3
от 25 до 50	0,50	0,75	1	2
свыше 50	-	0,5	1	1

Примечание. 1. Общая кривизна прутка не должна превышать произведения допускаемой местной кривизны на длину прутка.

2. Кривизну отрезанной заготовки p в мкм определяют по формуле $p = \Delta_k L$, где L – общая длина заготовки, мм.

Таблица 10

Качество поверхности калиброванного проката

Характеристика проката	Класс шероховатости	Rz_{i-1} , мкм	T_{i-1} , мкм
Гладкотянутый	3	60	60
Шлифованный	6	10	30

Таблица 11

Бесцентровое шлифование заготовок из калиброванного проката

Класс точности проката и вид шлифования	Класс точности	Класс шероховатости	Rz_{i-1} , мкм	T_{i-1} , мкм
Калиброванная, 2а	2 – 1	8 – 10	3 – 0,8	-
Шлифование после термообработки	2 – 1	8 – 10	3 – 0,8	-
Калибрование, 3	2а	7	6	12
Шлифование до термообработки				
Шлифование после термообработки	2 – 10	8 – 10	3 – 0,8	-
Калиброванная 3а и 4				
Шлифование предварительное	3	6	10	20
Шлифование чистовое	2	7	6	12
Шлифование тонкое	2 – 16	8 – 10	3 – 0,8	6 – 2

Примечание. Калиброванный прокат 2-а класса точности шлифовать до термообработки нецелесообразно, ввиду его высокой точности.

Таблица 12

Механическая обработка калиброванного проката 5-го класса точности
(автоматная сталь)

Метод выработки	Класс точности	Класс шероховатости	Rz_{i-1} , мкм	T_{i-1} , мкм
<i>Наружные поверхности</i>				
Обтачивание: однократное двукратное	4	4	30	20
	3	5	15	15
Шлифование: предварительное чистовое тонкое	3	6	10	20
	2 – 3	7 – 8	5 – 3	15
	2 – 1	8 – 10	3 – 0,8	-
<i>Торцовые поверхности</i>				
Подрезание: черновое чистовое	5	3	50	50
	4	4	30	30
Шлифование на круглошлифовальных станках	2	7	5	-

Таблица 13

Качество поверхности горячекатанного проката

Диаметр прокатки, мм	Rz_{i-1} , мкм	T_{i-1} , мкм
5 – 25	150	150
26 – 75	150	250
80 – 150	200	300
160 – 250	300	400

Таблица 14

Качество торцовой поверхности после механической обработки

Метод обработки	Класс точности	Класс шероховатости	Rz_{i-1} , мкм	T_{i-1} , мкм
Подрезание торцов и торцовое точение: черное чистовое	5	3	60	60
	4	4	30	30
Шлифование торцов на круглошлифовальных станках	2	6	10	20

Таблица 15

Качество торцевой поверхности после резки

Показатели	Способ резки									
	По упору на ножницах дисковыми пилами и приводными ножевками				На прессах и дисковыми фрезами на фрезерных станках		Отрезными резцами на станках токарного типа			
	Диаметр срезанной заготовки D , мм									
	5	26	80	св. 150	5	26	5	26	80	160
	- 25	- 75	- 150		- 25	- 75	- 25	- 75	- 150	- 250
Допускаемое отклонение размеров на длине заготовки, мм	± 1,0	± 1,3	± 1,8	± 2,3	± 0,3	± 0,4	± 0,25	± 0,35	± 0,4	± 0,5
Высота микронеровностей и глубина дефектного слоя на поверхности среза, мм	0,3				0,2		0,2			
Отклонение от перпендикулярности торца к оси заготовки	0,010 D				0,007 D		0,048 D			

Таблица 16

Качество поверхности штамповочных заготовок

Вес штамповочной заготовки, кг	Rz_{i-1} , мкм	T_{i-1} , мкм
до 0,25	150	150
0,25 – 2,5	150	200
2,5 – 25	150	250

Таблица 17

Погрешности заготовок по смещению $p_{см}$, мм

Вес штамповочных заготовок, кг	При штамповке на молотах для группы точности			При штамповке на прессах и горизонтально-ковочных машинах для группы точности		
	1	2	3	1	2	3
до 0,25	0,3	0,4	0,6	0,2	0,3	0,5
0,15 – 0,63	0,35	0,5	0,8	0,25	0,4	0,6
0,63 – 1,6	0,4	0,6	1,2	0,3	0,5	0,7
1,6 – 2,5	0,45	0,8	1,4	0,35	0,6	0,8
2,5 – 4,0	0,5	1,0	1,5	0,4	0,7	0,96
4,0 – 6,3	0,63	1,1	1,7	0,5	0,8	1,0
6,3 – 10,0	0,7	1,2	2,0	0,63	0,9	1,2
10,0 – 16,0	0,8	1,3	2,1	0,6	1,0	1,3
16,0 – 25,0	0,9	1,4	2,3	0,7	1,7	1,4

Таблица 18

Погрешности заготовок по эксцентричности $r_{\text{экс}}$ и короблению $r_{\text{кор}}$, получаемых на прессах в горизонтально-ковочных машинах, мм

Толщина (высота), длина или ширина штамповочных заготовок, мм	По эксцентричности отверстий для группы точности			По кривизне (стреле изгиба) и короблению для группы точности		
	1	2	3	1	2	3
до 50	0,5	0,8	1,0	0,15	0,5	0,5
50 – 120	0,63	1,4	1,5	0,25	0,5	0,5
120 – 180	0,8	2,0	2,5	0,32	0,5	0,7
180 – 260	1,0	2,8	2,5	0,32	0,6	0,9
260 – 300	1,5	3,2	4,5	0,4	0,7	1,0
360 – 500	2,5	3,6	5,5	0,5	0,8	1,1

Таблица 19

Качество поверхностей после механической обработки

Метод обработки	Класс точности	Класс шероховатости	Rz_{i-1} , мкм	T_{i-1} , мкм
<i>Валы ступенчатые</i>				
<i>Торцевые поверхности</i>				
Торцевое фрезерование	7	2	100	100
Черновое подрезание	5	3	50	50
Чистовое подрезание	4	4	30	30
Шлифование на круглошлифовальных станках	3	6 – 7	-	-
<i>Наружные поверхности вращения</i>				
Обтачивание:				
однократное	5 – 3а	3 – 6	30	30
черновое	7	2	100	100
получистовое	5	3	50	50
чистовое	4 – 3а	4 – 6	25	25
тонкое	3 – 2а	7 – 8	-	-
Шлифование:				
однократное	2а	7	-	-
черновое	3	6	10	20
получистовое	2а – 2	7 – 8	5	15
чистовое	2 – 1	8 – 10	-	-
<i>Торцевые поверхности</i>				
Торцевое точение и подрезание:				
однократное	5 – 3а	3 – 6	30	30
черновое	7	2	100	100
получистовое	5	3	50	50
чистовое	4 – 3а	4 – 6	25	25
Шлифование однократное на круглошлифовальном станке	3 – 2а	7	-	-
Шлифовальные на плоскошлифовальном станке:				
предварительное	3	6	10	20
чистовое	2а – 2	7 – 8	-	-

Таблица 20

Качество поверхности заготовок, получаемых литьем в земляных формах

Размер отливки, мм	Класс точности отливок по ГОСТ 1855-55 или 2609-55	
	1	2
	$Rz_{i-1} + T_{i-1}$, мкм	$Rz_{i-1} + T_{i-1}$, мкм
до 1250	600	700
свыше 1250 до 3150	800	900

Таблица 21

Качество поверхности заготовок, получаемых специальными способами литья

Способ литья	Класс точности	Класс шероховатости	Rz_{i-1} , мкм	T_{i-1} , мкм
Литье в кокиль (в постоянную форму)	7 – 8	1	200	300
Литье в оболочковые формы: для элементов заготовки, получаемых в одной полуформе	4 – 5	4	40	260
для элементов заготовки, получаемых в обеих полуформах	7	4	40	260
Литье по выплавляемой модели	4 – 5	4 – 6	30	170

Таблица 22

Механическая обработка отливок, получаемых специальными способами литья

Метод обработки	Способ литья											
	В кокиль (в постоянную форму)				В оболочковые формы				По выполняемым моделям			
	Класс точности	Класс шероховатости	Rz_{i-1} , мкм	T_{i-1} , мкм	Класс точности	Класс шероховатости	Rz_{i-1} , мкм	T_{i-1} , мкм	Класс точности	Класс шероховатости	Rz_{i-1} , мкм	T_{i-1} , мкм
Обработка лезвийным инструментом:												
однократная	4	4 – 6	25	25	4 – 3а	4 – 5	25	25	3а	5 – 7	15	20
черновая	5	3	50	50	4	5	20	20	-	-	-	-
чистовая	3а	4 – 6	20	20	3а	6	10	20	-	-	-	-
тонкая	3 – 2а	7 – 8	-	-	3 – 2а	7 – 8	-	-	3 – 2а	7 – 8	-	-
Шлифование:												
однократное	2а	7	-	-	2а	7	-	-	2а	7	10	-
предварительное	3	6	10	20	3	6	10	20	3	6	5	20
чистовое	2а – 2	8 – 7	5	15	2а – 2	7 – 8	15	25	2а – 2	7 – 8	-	15
тонкое	2 – 1	8 – 10	-	-	2 – 1	8 – 10	-	-	2 – 1	8 – 10	-	-

Таблица 23

Сверление отверстий

Показатели	Глубокое сверление				Сверление спиральными сверлами				
	Диаметр отверстия, мм								
	3 – 6	6 – 10	10 – 18	18 – 30	3 – 6	6 – 10	10 – 18	18 – 30	30 – 50
Допуск, мкм	110	130	160	200	130	160	200	205	320
Класс точности	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Шероховатость поверхности Rz_{i-1} , мкм	15	15	20	30	20	30	40	50	60
Класс шероховатости	5	5	5	4	5	4	4	3	3
Глубина дефектного слоя T_{i-1} , мкм	25	25	30	40	40	50	60	70	70
Удельное значение увода оси отверстия на 1 мм длины Δ_y , мкм	1,6	1,3	1	0,7	2,1	1,6	1,3	0,9	0,7
Смещение оси отверстия Δ_3 , мкм	10	15	20	15	10	15	20	25	30

Таблица 24

Сортамент стали (ГОСТ 2590-57)

Диаметр, мм	Теоретический вес 1 пог. м стали, кг	Диаметр, мм	Теоретический вес 1 пог. м стали, кг	Диаметр, мм	Теоретический вес 1 пог. м стали, кг	Диаметр, мм	Теоретический вес 1 пог. м стали, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
5	0,154	25	3,85	48	14,21	105	67,97
5,5	0,187	26	4,17	50	15,42	110	74,60
6	0,222	27	4,49	58	16,67	115	81,54
6,5	0,260	28	4,83	54	17,93	120	88,78
7	0,302	29	5,19	55	18,65	125	96,33
8	0,395	30	5,55	56	19,33	130	104,20
9	0,499	31	5,92	57	-	140	120,84
10	0,617	32	6,31	58	20,74	150	138,72
11	0,746	33	6,71	60	22,19	160	157,83
12	0,88	34	7,13	62	23,70	170	178,18
13	1,04	35	7,55	63	-	180	199,76
14	1,21	36	7,99	65	26,05	190	222,57
15	1,39	37	8,44	68	28,51	200	246,62
16	1,58	38	8,90	70	30,21		
17	1,78	39	9,38	72	31,97		
18	2,00	40	9,87	75	34,68		
19	2,23	41	-	78	37,51		
20	2,47	42	10,87	80	39,46		
21	2,72	43	11,40	95	44,55		
22	2,93	44	11,94	90	49,94		
23	3,26	45	12,48	95	55,64		
24	3,55	46	-	100	61,65		

Допускаемые отклонения для проката, мм

Диаметр, сторона квадрата или диаметр вписанного круга шестигранной стали, мм	Обычная точность прокатки	Повышение точности прокати
5 – 9	+ 0,3; - 0,5	+ 0,1; - 0,3
10 – 19	+ 0,3; - 0,5	+ 0,2; - 0,3
20 – 25	+ 0,4; - 0,5	+ 0,2; - 0,4
26 – 48	+ 0,4; - 0,75	+ 0,2; - 0,6
50 – 58	+ 0,4; - 0,1	+ 0,2; - 0,9
60 – 78	+ 0,5; - 1,1	+ 0,3; - 1,0
80 – 95	+ 0,5; - 1,3	+ 0,4; - 1,2
100 – 115	+ 0,6; - 1,7	+ 0,5; - 1,5
120 – 125	+ 0,8; - 2,0	+ 0,6; - 1,8
130 – 150	+ 0,8; - 2,0	+ 0,6; - 2,0
160 – 200	+ 0,9; - 2,5	не регламентируется
210 – 250	+ 1,2; - 3,0	

Таблица 26

Припуск на отливки из серого чугуна, мм

Габаритный размер отливки	Номинальный размер																	
	до 50	50 - 120	120 - 260	260 - 500	500 - 800	800 - 1250	до 50	50 - 120	120 - 260	260 - 500	500 - 800	800 - 1250	до 50	50 - 120	120 - 260	260 - 500	500 - 800	800 - 1250
	Класс точности																	
	1						2						3					
до 120	$\frac{2,5}{2}$	$\frac{2,5}{2}$	-	-	-	-	$\frac{3,5}{2,5}$	$\frac{4}{3}$	-	-	-	-	$\frac{4,5}{3,5}$	$\frac{4,5}{3,5}$	-	-	-	-
120 – 260	$\frac{2,5}{2}$	$\frac{3}{2,5}$	$\frac{3}{2,5}$				$\frac{4}{3}$	$\frac{4,5}{3,5}$	$\frac{5}{4}$				$\frac{5}{4}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{5,5}{4,5}$			
260 – 500	$\frac{3,5}{2,5}$	$\frac{3,5}{3}$	$\frac{4}{3,5}$	$\frac{4,5}{3,5}$			$\frac{4,5}{3,5}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{4,5}$	$\frac{6,5}{5}$			$\frac{6}{4,5}$	$\frac{6}{4,5}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{7}{5}$		
500 – 800	$\frac{4,5}{3,5}$	$\frac{4,5}{3,5}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{5,5}{4,5}$	$\frac{5,5}{4,5}$		$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{4,5}$	$\frac{6,5}{4,5}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{7,5}{5,5}$		$\frac{7}{5}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{9}{7}$	
800 – 1250	$\frac{5}{3,5}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{4,5}$	$\frac{6,5}{4,5}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{7,5}{5,5}$	$\frac{8}{5,5}$	$\frac{8,5}{6,5}$	$\frac{7}{5,5}$	$\frac{7}{5,5}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{9}{7}$	$\frac{10}{7,5}$
1250 – 2000	$\frac{5,5}{4}$	$\frac{6}{4,5}$	$\frac{6,5}{4,5}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{7,5}{5,5}$	$\frac{7}{4,5}$	$\frac{7,5}{5}$	$\frac{8}{5,5}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{9}{6,5}$	$\frac{9}{6,5}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{9}{7}$	$\frac{9}{7}$	$\frac{10}{8}$

Примечание: 1. Размеры припусков, указанные над чертой, относятся к поверхности, расположенной при заливке вверху, под чертой – к поверхностям, расположенным сбоку или снизу.

2. Указанные в таблице припуски распространяются также на отверстия, независимо от их расположения.

Таблица 27

Припуск на стальные отливки, мм

Наибольший габаритный размер детали	Номинальный размер																	
	до 120	120 - 260	260 - 500	500 - 800	800 - 1250	1250 - 2000	до 120	120 - 260	260 - 500	500 - 800	800 - 1250	1250 - 2000	до 120	120 - 260	260 - 500	500 - 800	800 - 1250	1250 - 2000
	Класс точности																	
	1						2						3					
до 120	$\frac{3,5}{3}$						$\frac{4}{4}$							$\frac{5}{4}$				
120 – 260	$\frac{4}{3}$	$\frac{5}{3,5}$					$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{4}$						$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{5}$			
260 – 500	$\frac{5}{3}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{4}$				$\frac{6}{5}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{7}{6}$					$\frac{6}{5}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{9}{6}$		
500 – 800	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{4,5}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{7}{5}$			$\frac{7}{5}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{9}{6}$	$\frac{10}{7}$				$\frac{7}{5}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{10}{7}$	$\frac{11}{7}$	
800 – 1250	$\frac{7}{5}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{9}{6}$		$\frac{8}{6}$	$\frac{9}{7}$	$\frac{10}{7}$	$\frac{10}{8}$	$\frac{11}{8}$			$\frac{9}{6}$	$\frac{10}{7}$	$\frac{11}{8}$	$\frac{12}{8}$	$\frac{13}{9}$
1250 – 2000	$\frac{8}{6}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{9}{6}$	$\frac{9}{7}$	$\frac{9}{7}$	$\frac{10}{7}$	$\frac{9}{7}$	$\frac{10}{7}$	$\frac{10}{8}$	$\frac{11}{8}$	$\frac{12}{9}$	$\frac{13}{9}$	$\frac{10}{7}$	$\frac{11}{8}$	$\frac{12}{9}$	$\frac{13}{9}$	$\frac{14}{10}$	$\frac{16}{11}$

Примечание: 1. Размеры припусков, указанные над чертой, относятся к поверхности, расположенной при заливке вверху, под чертой – к поверхностям, расположенным сбоку или снизу.

2. Указанные в таблице припуски распространяются также на отверстия, независимо от их расположения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица 1

Технические характеристики станков

№ п/п	Тип станка, модель	Основная техническая характеристика	Кинематические данные станков															
1	2	3	4															
1	Токарно-винторезный станок 1А616	$d = 29$ мм $D = 175$ мм $BЦ = 165$ мм $PMЦ = 710$ мм $N = 4,5$ кВт	<i>n</i> , об/мин	44,	63,	91,	120,	173,	248,	350,	503,	723,	958,	1380,	1980			
			Продольная подача	0,06	0,07	0,09	0,1	0,14	0,12	0,15	0,18	0,21	0,29	0,24				
			$S_{прод}$, мм/об	0,3	0,36	0,42	0,57	0,47	0,6	0,71	0,83	1,15	0,19	0,23				
				0,38	0,31	0,42	0,37	0,46	0,56	0,62	0,83	0,74	0,93	0,11				
				1,24	1,67	1,48	1,86	2,22	1,47	3,34	0,1	0,13	0,15	0,18				
				0,23	0,2	0,25	0,3	0,35	0,45	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9				
				0,81	1,0	1,2	1,41	1,81	0,14	0,17	0,21	0,24	0,31	0,27				
				0,34	1,47	0,48	0,62	0,55	0,82	0,96	1,23	1,1	1,37	1,64				
				1,92	2,46	0,08	0,1	0,12	0,14	0,18	0,16	0,2	0,24	0,28				
				0,36	0,32	0,4	0,48	0,56	0,72	0,64	0,8	0,95	1,12	1,43				
				0,11	0,14	0,16	0,19	0,24	0,22	0,27	0,32	0,38	0,49	0,43				
				0,54	0,65	0,76	0,97	0,86	1,08	1,3	1,51	1,94	0,08	0,11				
				0,14	0,15	0,19	0,17	0,21	0,28	0,3	0,38	0,33	0,42	0,56				
						0,58	0,75	0,67	0,83	1,12	1,17	1,5						
			S_{non} , мм/об	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,17	0,22	0,26			
				0,30	0,35	0,44	0,52	0,61	0,7	0,14	0,2	0,24	0,31	0,27	0,34			
				0,41	0,48	0,61	0,54	0,68	0,82	0,95	1,23	1,09	1,36	1,63	1,9			
				2,47	0,11	0,17	0,22	0,26	0,33	0,29	0,37	0,44	0,51	0,66	0,59			
				0,73	0,88	1,03	1,32	0,1	0,19	0,23	0,25	0,37	0,45	0,4	0,5			
				0,6	0,74	0,9	0,8	1,0	1,2	1,48	1,8	0,06	0,1	0,12	0,18			
				0,26	0,23	0,29	0,39	0,41	0,52	0,46	0,58	0,78	0,81	1,05	0,13			
				0,16	0,2	0,24	0,25	0,33	0,31	0,47	0,51	0,65	0,63	0,94	1,02			
				1,31	1,21	0,28	0,24	0,3	0,37	0,43	0,55	0,49	0,61	0,73	0,86,			
				1,1														

1	2	3	4														
2	Токарно-винторезный станок 1К62	$d = 29$ мм $D = 220$ мм $BЦ = 200$ мм $PMЦ = 710, 1000, 1400$ мм $N = 7 - 10$ кВт	n , об/мин	12,5, 16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 690, 800, 1000, 1250, 1600, 2000													
			S_{prod} , мм/об	0,07	0,074	0,084	0,097	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17				
				0,195	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,34	0,39	0,43	0,47				
				0,52	0,57	0,61	0,70	0,78	0,87	0,95	1,04	1,14	1,21				
				1,40	1,56	1,74	1,90	2,08	2,28	2,42	2,08	3,12	3,48				
S_{non} , мм/об	3,80	4,16	2,42	2,80	3,12	3,48	3,80	4,16									
	0,035	0,037	0,042	0,048	0,055	0,06	0,065	0,07	0,074	0,084							
	0,097	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,195	0,21	0,23							
	0,26	0,28	0,30	0,34	0,39	0,43	0,47	0,52	0,57	0,60							
	0,70	0,78	0,87	0,95	0,95	1,04	1,14	1,21	1,40	1,56							
3	Вертикально-сверлильный станок 2А135	$D = 35$ мм Ход шпинд. 224 мм $N = 7 - 10$ кВт	n , об/мин	68, 100, 140, 195, 275, 400, 530, 750, 1100													
			S , мм/об	0,115	0,15	0,2	0,25	0,32	0,43	0,57	0,725	0,96	1,22				
				1,6													
4	Консольно-фрезерный станок 6Н81	Размеры стола 250x1000 мм Угол поворота стола $\pm 45^\circ$ $N_{эл.} = 4,5/5,8$ кВт $N_{подач} = 1,7$ кВт	n , об/мин	65, 80, 100, 125, 160, 210, 255, 300, 380, 490, 590, 725, 945, 1225, 1500, 1800													
			S_{prod} , мм/мин	35	40	50	65	85	105	125	205	300	350				
	510	620		755	980												
	Вертикально-фрезерный станок 6Н81			S_{non} , мм/мин	25	30	40	50	65	80	100	130	160	230			
320					400	480	585	765									
			$S_{сверт}$, мм/мин	12	15	20	25	33	40	50	65	80	95	115	160	200	240
				290	380												

1	2	3	4																		
5	Универсальный консольно-фрезерный станок 6М82	Размеры стола 250x1000 мм $N_{зл.} = 7$ кВт $N_{подач} = 1,7$ кВт	n , об/мин	31,5	50	40	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000		
			$S_{прод}$, мм/мин $S_{поп}$, мм/мин	1250	1600	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
	Вертикально-фрезерный станок 6М12		$S_{верт}$, мм/мин	8	10,5	13,3	16,6	21	26,6	33,3	41,6	53,3	66,6	83,3	105	133,5	166,6	210	266,6	333,3	400
6	Кругло-шлифовальный станок 3А151	Ход стола 8-650 мм Д шл.кр. = 450-600 мм	n , об/мин	n шл.кр. = 980 об/мин $N_{зл} = 7$ кВт n пер.бабки = 350-2500 бесступенчато $N_{пер бабки} = 0,76$ кВт																	
			S , мм/мин	стола = 100-6000 бесступенчато шл. бабки – бесступенчато, 0,0025-0,02 мм/ход стола																	
7	Бесцентрово-шлифовальный станок 3А184	$D_{изд} = 3-75$ мм $D_{шл.кр.} = 400-500$ мм $D_{вед.кр.} = 260-300$ мм	$n_{шл.кр.}$, об/мин	1337	1910																
			$n_{вед.кр.}$, об/мин	10-130 бесступенчато																	

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Фрезы, оснащенные твердыми сплавами							
Тип фрезы	Число зубьев фрезы						
	4	5	6	8	10	12	16
	Стойкость T , мин						
Торцевые с призматическими ножами	160	200	240	320	400	-	-
Торцевые с круглыми ножами	8	100	120	160	200	240	-
Дисковые	-	-	-	240	300	360	480
Концевые	Д до 30 мм		60				
	Д свыше 30 мм		180				

Фрезы из быстрорежущей стали

Тип фрез	Диаметр фрезы, мм	Конструкция фрезы	Стойкость T , мин
Цилиндрические	до 60	Монолитные	60
	свыше 60		90
Торцевые и дисковые	до 90	Монолитные	-
	до 150	Со ставными ножами	120
	свыше 150		180
Фасонные	до 60	Монолитные	180
	свыше 60		270
Концевые	-	С цилиндрическим хвостовиком	30
		С коническим хвостовиком	60
Прорезные и отрезные	-		60

Учебное издание

Балькова Татьяна Ивановна

Барчукова Алина Сергеевна

Ветрова Софья Михайловна

Гайдар Сергей Михайлович

Технология сельскохозяйственного машиностроения

Учебно-методическое пособие

Корректурa и стили авторов сохранены

Подписано в печать 08.06.2023. Формат 60×84/16.

Печ. л. 5,1. Тираж 100 экз. Заказ № 794.

Отпечатано в АНО Редакция журнала «МЭСХ»
127412, Москва, ул. Б. Академическая, д. 44, корп. 2