**Министерство образования и науки Российской Федерации**
**Саратовский государственный технический университет**
**имени Гагарина Ю.А.**
**Энгельсский технологический институт**

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Методические рекомендации к практическим занятиям по курсу
«Технология машиностроения»
для студентов направления

15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

очной и заочной форм обучения

**Энгельс 2024**

**УДК 621.9**
**ББК**

**Стекольников М.В.** Изучение конструкции механических и гидравлических монтажных прессов: Методические рекомендации к практическим занятиям по курсу «Технология машиностроения» – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., – с.

Рецензенты**:** заведующий кафедрой «Машины и аппараты химических производств» ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., д.т.н., проф. Целуйкин В.Н.

В руководстве приведены краткие сведения о назначении и вариантах конструкции специализированного оборудования авторемонтных предприятий – монтажных прессов, с помощью которых выполняется значительная группа сборочно-разборочных слесарных операций. Руководство также содержит варианты индивидуальных заданий для укрупненных проектных расчетов реечных, винтовых и гидравлических монтажных прессов. Пособие предназначено для использования на практических занятиях и при самостоятельной работе студента в рамках курса «Оборудование и оснастка ремонтного производства»

**УДК 621.9**
**ББК**

*Одобрено редакционно-издательским советом*
*ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.*

*Брошюра издается в авторской редакции*

**Цель работы**: научить студентов правильно применять и расширять теоретические знания, полученные ими в процессе изучения дисциплины «Основы технологии машиностроения».

В процессе работы студент решает комплексные задачи в области технологии обработки разли0чных поверхностей деталей машин; приобретает навыки технологических расчетов припусков и межоперационных размеров, режимов резания и норм времени, а также пользования справочной и технической литературой.

Выполнение курсовой работы требует от студента широкого применения полученных знаний по дисциплинам: «Технологические процессы машиностроительного производства», «Детали машин», «Нормирование точности и технические изменения», «Процессы формообразования», режущий инструмент» и «Оборудование машиностроительного производства», а также использование достижений техники в области обработки металлов резанием, давлением и т.п.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Объектами работы служат технологические процессы (ТП) обработки различных деталей машин: валов, фланцев, стаканов и др.

Курсовая работа заключается в выполнении каждым студентом индивидуального задания, состоящего из 2-х частей:

1. Развернутого освещения теоретического вопроса по «Основам технологии машиностроения».
2. Разработки операционной технологии обработки для одной из поверхностей детали в условиях серийного производства с заполнением технологической документации (операционных карт и карт эскизов).

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и приложений (операционные карты и карты эскизов).

Расчетно-пояснительная записка должна иметь объем 30 – 40 листов и состоять из следующих разделов:

1. Развернутый ответ на теоретический вопрос (задание см. приложение П-1).
2. Технология обработки поверхностей деталей машин.
   - 2.1. Определение типа производства и партии запуска.
   - 2.2. Обоснование выбора заготовки и способа ее получения.
   - 2.3. Разработка операционной технологии на одну из обрабатываемых поверхностей.
   - 2.4. Выбор технологических баз, оборудования, инструмента и средств технического оснащения.
   - 2.5. Расчет припусков на обработку и межоперационных размеров, общего припуска и размера заготовки.
   - 2.6. Расчет режимов резания для всех переходов по формулам теории резания.

2.7. Техническое нормирование операций.

3. Список использованной литературы.

Пояснительная записка должна быть подписана студентом, выполнившим курсовую работу.

## 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАЗДЕЛУ 2 «ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН»

В качестве задания к курсовой работе студент получает чертеж детали с годовой программой выпуска.

### 3.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА.

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций (ГОСТ 14.004-83).

$$K_{зо} = \frac{O}{P}$$

где $O$ – число различных операций;

$P$ – число рабочих мест, выполняющих различные операции.

При $P$=1:

$$K_{зо} = O = \frac{\tau}{T_{шт.ср.}}$$

где $\tau$ - такт выпуска изделий, мин (ГОСТ 3.1109-83)

$$\tau = \frac{\Phi_{до} \cdot 60}{Q},$$

тогда

$$K_{зо} = \frac{\Phi_{до} \cdot 60}{Q \cdot T_{шт.ср.}},$$

где $\Phi_{до}$ - действительный годовой фонд времени работы металлорежущих станков в часах;

$Q$ - годовой выпуск деталей в штуках;

$T_{шт.ср.}$ - среднее штучное время по основным операциям технологического процесса (Берется по рекомендациям руководителя курсовой работы).

При $K_{зо} \le 1$ тип производства массовый, если $10 \ge K_{зо} > 1$ - крупносерийный, при $20 \ge K_{зо} > 10$ - среднесерийный, при $40 \ge K_{зо} > 20$ - мелкосерийный $K_{зо} \ge 40$ - единичный.

Серийный тип производства характеризуется запуском изделий партиями n:

$$n = \frac{Q \cdot t}{\Phi}, \text{ шт.}$$

где $\Phi$ – число рабочих дней в году;

$t$ – количество дней, на которое необходим запас деталей на складе:

$t$=(2÷5) дней для крупных деталей;

$t$=(6÷10) дней для мелких и средних деталей.

## 3.2 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЗАГОТОВКИ И СПОСОБА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ.

Здесь в первую очередь устанавливают вид заготовки: прокат, литье, штамповка, сварная конструкция. При этом следует исходить из материала детали, ее размеров и конструктивных особенностей. После этого, учитывая конструкцию детали и годовой выпуск, приводят два наиболее прогрессивных метода получения заготовки [2, 3]. Окончательный вариант устанавливается на основе технико-экономического сравнения двух вариантов по литературе [1, стр. 25 - 30]. Для окончательного принятого варианта разрабатывается чертеж и технические условия на заготовку, причем окончательные размеры уточняются после составления последовательности обработки и подробного расчета промежуточных припусков и операционных размеров.

В этом же разделе следует привести данные о материале детали: химический состав, механические свойства [1, стр. 9, 10].

## 3.3 РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ОДНУ ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.

В зависимости от требований точности обработки и шероховатости поверхности применяют следующие виды обработки (Таблицы точности обработки [2, стр. 16 – 32], [3, стр. 8 – 18], [1, стр. 150 – 153]:

Обдирочная обработка.

Назначение: уменьшение пространственных отклонений заготовок, полученных свободной ковкой, крупных отливок.

- Точность обработки: поковок – 16-17 квалитет; отливок – 15-16 квалитет.
- Шероховатость поверхности: $R_a$ = 50-25 мкм.

Черновая обработка.

Назначение: удаление основного припуска с ободранных заготовок, крупных штамповок и отливок.

- Точность обработки: 12-15 квалитет.
- Шероховатость $R_a$ = 25 – 12,5 мкм.

Получистовая обработка.

Назначение: получение заданной точности размеров, формы, пространственных отклонений.

- Точность обработки: 6 – 10 квалитет.
- Шероховатость: $R_a$ = 12,5 – 6,3 мкм.

Чистовая обработка.

Назначение: получение высокой точности размеров и качества поверхности.

- Точность обработки: 6 – 10 квалитет.

- Шероховатость: $R_a$ = 6,3 – 1,6 мкм.

Однократная обработка.

Назначение: обработка мелких очных заготовок (холодная штамповка, литье в кокиль, литье в оболочковые формы, литье по выплавляемым моделям).

- Точность обработки: 11 – 13 квалитет.
- Шероховатость: $R_a$ = 25 – 3,2 мкм.

Отделочная обработка.

Назначение: получение высокой точности размеров, высокой точности формы и расположения поверхностей.

- Точность обработки: 3 – 6 квалитет.
- Шероховатость: $R_a$ 1,6 – 0,1 мкм.

Обработка наружных поверхностей тел вращения производится точением, шлифованием, доводкой; внутренних поверхностей – растачиванием, сверлением, зенкерованием, развертыванием, протягиванием, шлифованием, доводкой, хонингованием, суперфинишированием; плоских поверхностей – фрезерованием, строганием, протягиванием, шлифованием.

Разработать перечень операций (переходов) для определенной точной поверхности можно по литературе [3, 4, 5, 6].

Например шейка валика $\varnothing 50h7(^{0}_{-0,03})$, $R_a$ = 1,25 мкм отштампованного в закрытых штампах на прессах подвергается следующей обработке: черновое точение, чистовое точение и шлифование.

## 3.4 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ, ОБОРУДОВАНИЯ, ИНСТРУМЕНТА И СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ.

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительного положения поверхностей, получаемых в процессе обработки, выбор режущих и измерительных инструментов, станочных приспособлений, производительность обработки.

В основе выбора технологических баз лежат следующие общие принципы:

- при обработке заготовок , полученных литьем или штамповкой, необработанные поверхности можно использовать в качестве баз только на первой операции;
- при обработке у заготовок всех поверхностей в качестве технологических баз для первой операции целесообразно использовать поверхности с наименьшими припусками, тем самым снижается вероятность появления «чернот» при дальнейшей обработке;
- наибольшая точность обработки достигается при использовании на всех операциях одних и тех же баз, т.е. при соблюдении принципа единства баз.
- желательно совмещать технологические базы с конструкторскими.

Поэтому основными технологическими базами для деталей типа

- «вал» являются торцы и центровые гнезда;

- «крышка», «стакан» и т.п. – отверстие и торец;
- «корпус», «картер» и .п. – плоскость и два отверстия, перпендикулярных этой плоскости и т.д.

Выбор станков для технологического процесса производится после того, как операции предварительно разработаны, т.е. определен метод обработки поверхности, точность и шероховатость поверхностей, тип производства.

Можно использовать универсальное оборудование для единичного и мелкосерийного производства; станки с ПУ – для мелкосерийного и серийного производства; полуавтоматы: токарные, гидрокопировальные и многорезцовые, токарно-револьверные и др. – для серийного и крупносерийного производства и т.д.

Модель станка выбираем по размерам обрабатываемой детали и по ее габаритным размерам, по достигаемой точности и шероховатости поверхностей [1, стр. 154 - 196], [6, стр. 25-55], [3, т.2, стр. 5 - 65].

В зависимости от обрабатываемого материала выбирают материал режущей части инструмента [3, т.2, стр. 114 - 118] и его конструкцию [3, т.2, стр. 119 - 190], [6, стр. 239 - 298].

Для базирования детали, установки и закрепления на станке необходимо выбрать установочно-зажимное приспособление [3, т.2, стр. 66 - 110], в данном случае лучше универсальное: патроны, тиски, оправки и т.д. Так для валов рекомендуется установка на токарных станках в поводковый патрон с плавающим центром в передней бабке и вращающийся центр – в задней бабке, а на шлифовальных станках – в жестких центрах и т.п.

## 3.5 РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ И МЕЖОПЕРАЦИОННЫХ РАЗМЕРОВ, ОБЩЕГО ПРИПУСКА И РАЗМЕРА ЗАГОТОВКИ.

Припуск – слой материала, назначаемый для компенсации погрешностей, возникающих в процессе изготовления детали, в целях обеспечения заданного ее качества.

Различают минимальные, номинальные и максимальные припуски на обработку. Расчету подлежит минимальный припуск. Колебания же размера обрабатываемой поверхности заготовки в пределах допуска на ее изготовление создает колебание величины припуска от минимального до максимального.

Минимальный припуск.

- при обработке наружных и внутренних поверхностей вращения (симметричный):

$$2z_{imni} = 2\left[\left(R_z + h\right)_{i-1} + \sqrt{\Delta^2_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i^2}\right]; \qquad (1)$$

- при обработке противолежащих плоских параллельных поверхностей (одновременное фрезерование 2-х плоскостей, двух торцов у деталей типа валов) у заготовок с одной установки (симметричный припуск):

$$2z_{i\min} = 2\left[\left(R_z + h\right)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i\right]; \qquad (2)$$

- при последовательной обработке поверхностей (односторонний или асимметричный припуск):

$$z_{i\min} = (R_z + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i; \qquad (3)$$

где $R_{z\ i-1}$ – высота микронеровностей поверхности по ГОСТ 2.309-73, полученных на предшествующей операции (переходе);

$h_{i-1}$ – глубина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующей операции (переходе);

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарное значение пространственных отклонений взаимосвязанных поверхностей, получившихся после выполнения предшествующей операции (перехода) (отклонение от параллельности, перпендикулярности, соосности и т.п.);

$\varepsilon_i$ – погрешность установки заготовки, возникающая на выполняемой операции.

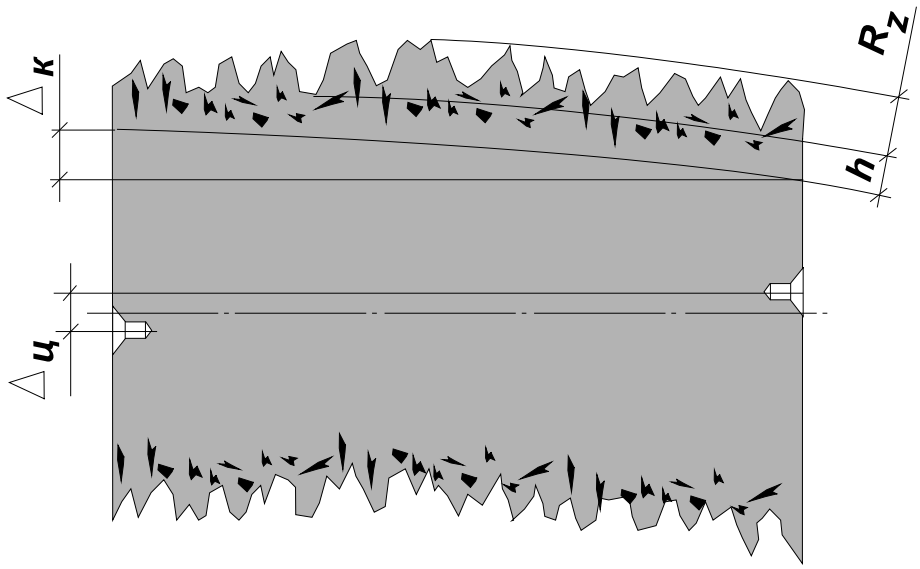



Рис. 1. Составляющие припуска на обработку (заготовка - прокат).

$R_{z\ i-1}$ и $h_{i-1}$ - находятся в зависимости от метода обработки и материала обрабатываемой детали. Определяются по литературе [3, т.1, стр.180 - 186], [2, стр. 180 - 196].

При этом необходимо иметь в виду, что:

а) у заготовки из серого чугуна $h_{i-1}$ учитывается только при обработке черной заготовки на первой операции (переходе); для остальных операций (переходов) $h_{i-1} = 0$, т.к. при обработке серого чугуна в поверхностном слое не наблюдается существенных изменений;

б) в целях сохранения у остальных заготовок поверхностного слоя после химико-термической обработки и поверхностной закалки при расчете припуска под шлифование $h_{i-1} = 0$.

$\Delta_\Sigma$ - пространственные отклонения, возникающие от:

а) деформации заготовок;

б) пространственных погрешностей изготовления литейных форм и ковочных штампов, которые копируются при последующей обработке;

в) отклонения во взаимном положении рабочих элементов станка в процессе обработки.

Они определяются для каждого вида заготовок.

1. Прутки, прокат: для калиброванной стали, автоматной и горячекатаной круглой обычной точности пространственные отклонения ограничиваются кривизной:

$$\Delta_{\Sigma заг} = \Delta_к \cdot l_к \qquad (4)$$

при консольном закреплении заготовки,

где $\Delta_к$ – удельная кривизна в мкм/мм [3, т.1, стр. 180, табл. 4; стр. 186, табл. 15, 16, 19, 22], [2, стр.200, табл. 28].

$l_к$ – расстояние в мм от сечения, для которого определяется кривизна до ближайшего торца.

суммарное значение пространственных отклонений при обработке в центрах определяется по формуле:

$$\Delta_{\Sigma заг} = \sqrt{\Delta^2_{\Sigma к} + \Delta^2_ц} \qquad (5)$$

где $\Delta_{\Sigma к}$ - величина кривизны в сечении вала, для которого определяется припуск (4);

$\Delta_ц$ – величина смещения оси заготовки, являющаяся результатом погрешности зацентровки. При сверлении отверстий на центровальных и фрезерно-центровальных станках.

$$\Delta_ц = 0{,}25 \cdot \sqrt{T + 1} \qquad (6)$$

где $T$ – допуск на диаметральный размер базовой поверхности заготовки, используемой при сверлении центровых отверстий.

2. Штампованные заготовки.
   - для стержневых деталей типа рычагов, валов ступенчатых:

$$\Delta_{\Sigma заг} = \sqrt{\Delta^2_{см} + \Delta^2_{кор}} \qquad (7)$$

   - для деталей типа дисков с просекаемыми центральными отверстиями (шестерни одновенцовые и т.д.) при просечке отверстия отжатие прошивного пуансона может произойти под любым углом относительно смещения штампов, поэтому:

$$\Delta_{\Sigma заг} = \sqrt{\Delta^2_{см} + \Delta^2_{эксц}} \qquad (8)$$

где $\Delta_{см}$ – смещение осей, мм [2, стр. 184, табл.12], [3, т.1, стр. 187, табл. 18, 20];

$\Delta_{кор}$ – кривизна и коробление, мм [2, стр. 185, табл. 13], [3, т.1, стр. 186, таб. 17, 19, 20]

$\Delta_{эксц}$ – эксцентричность прошиваемых отверстий, мм [2, стр.185, табл.13], [3, т.1, стр.186, табл.17].

3. Литые заготовки.
   - при базировании заготовок по черному отверстию для обработки плоскостей или наружных цилиндрических поверхностей:

$$\Delta_{\Sigma заг} = \sqrt{\Delta_{см}^2 + \Delta_{кор}^2} \qquad (9)$$

где $\Delta_{кор}$ – коробление отливки, мм [2, стр. 192, табл. 22], [3, т.1, стр. 183, табл.8];

$\Delta_{см}$ – смещение стержня, мм; принимается равное допуску на наибольший размер от оси отверстия или внутренней полости до измерительной базы;

- при базировании по плоскости:

$$\Delta_{кор} = \Delta_к \cdot l \qquad (10)$$

где $\Delta_к$ – удельная величина коробления, мкм/мм [2, стр.192, табл. 22; стр. 200, табл.28];

$l$ – наибольший размер заготовки, мм.

Величина остаточной кривизны остаточной кривизны $\Delta_{ост}$ после выполненного перехода обработки находят по приближенной формуле:

$$\Delta_{ост} = K_у \cdot \Delta_{крзаг} \qquad (11)$$

где $\Delta_{крзаг}$ – кривизна заготовки;

$K_у$ – коэффициент уточнения (табл. 1)

Таблица 1.

| Заготовка | Технологический переход | $К_у$ |
|---|---|---|
| Калиброванный прокат | После обтачивания:<br>- однократного<br>- двукратного | <br>0,05<br>0,02 |
| | После шлифования:<br>- чернового<br>- чистового | <br>0,06<br>0,04 |
| Горячекатаный прокат, штамповка, отливка. | После обтачивания:<br>- чернового и однократного<br>- получистового<br>- чистового | <br>0,06<br><br>0,05<br>0,04 |

$\varepsilon_i$ – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе получается суммированием погрешности базирования $\varepsilon_{бi}$, погрешности закрепления $\varepsilon_{зi}$ и погрешности, зависящей от неточности приспособления ($\varepsilon_{прi}$).

При обработке поверхностей вращения:

$$\varepsilon_{уi} = \sqrt{\varepsilon_{бi}^{\ 2} + \varepsilon_{зi}^2 + \varepsilon_{пр}^2} \qquad (12)$$

При обработке плоских поверхностей:

$$\varepsilon_{уi} = \varepsilon_{бi} + \varepsilon_{зi} + \varepsilon_{прi} \qquad (13)$$

Погрешность базирования $\varepsilon_{бi}$ возникают в процессе базирования заготовки в приспособлении и определяются как предельное поле рассеивания расстояний между измерительной и установочной поверхностями в направлении выдерживаемого размера..

Погрешности базирования не имеют места в следующих случаях:

1. Когда установочная и измерительная базы совмещены;
2. Когда при установке заготовок на охватываемые и охватывающие установочные элементы зазор устраняется.

Погрешность закрепления $\varepsilon_{зi}$ возникает от действия зажимных сил, в результате смещения измерительной базы из-за контактных деформаций в основном в стыке заготовка - установочные элементы. $\varepsilon_{зi}$ устанавливается экспериментально.

Погрешность изготовления приспособления зависит в основном от точности изготовления деталей приспособления. В общем случае эта погрешность не должна превышать 1/3 – 1/10 доли допуска на соответствующий обрабатываемый размер детали.

Погрешность установки заготовок в общем случае определяется по таблицам [2, стр.65, табл. 18-24], [3, т.1, стр.41-44]. Погрешность установки валов в радиальном направлении:

Таблица 2.

| Установочные элементы | $\varepsilon_{уст}$ |
|---|---|
| 1. Неподвижные центры | 0 |
| 2. Передний центр жесткий, задний – вращающийся | 0,015 |
| 3. Передний цент плавающий, задний – вращающийся | 0,03 |

## Последовательность расчета промежуточных припусков и операционных (переходных) размеров при обработке наружных поверхностей.

1. Пользуясь технологическим процессом, записывается порядок (последовательность) обработки поверхности, для которой определяется припуск.
2. Определяется минимальный припуск для конечной операции. Для этого:
   - записываются значения $R_{zi-1}$, $h_{i-1}$, $\Delta_{\Sigma i-1}$, $\varepsilon_i$;
   - по формулам (1), (2), (3) определяется $2z_{i\,min}$ или $z_{i\,min}$.
3. Определяется наименьший размер заготовки под конечную операцию $D_{min}$ или $B_{min}$. Для этого:
   - по чертежу детали устанавливается наименьший предельный размер $D'_{min}$ или $B'_{min}$;
   - устанавливается $T_i$ – точность обработки, полученная на данной операции, т.е. допуск на размер;

$$D_{\min} = D'_{\min} + T_i + 2Z_{i\min} \quad (14)$$

$$B_{\min} = B'_{\min} + T_i + Z_{i\min} \quad (15)$$

4. Определяется наибольший размер заготовки под конечную операцию $D_{max}$ или $B_{max}$. Для этого:
   - устанавливается $T_{i-1}$ – точность обработки, полученная на операции, предшествующей конечной, т.е. допуск на размер;
   - находится $D_{max}$ или $B_{max}$ по формуле:

$$D_{\max} = D_{\min} + T_{i-1} \quad (16)$$

$$B_{\max} = B_{\min} + T_{i-1} \quad (17)$$

5. Определяется максимальный припуск под конечную операцию:

$$2Z_{i\max} = 2Z_{i\min} + T_i + T_{i-1} \quad (18)$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + T_i + T_{i-1} \quad (19)$$

6. Определяем операционный размер:

$$D_{on} = D_{\max} - T_{i-1}$$

$$B_{on} = B_{\max} - T_{i-1}$$

Операционный размер округляется путем увеличения до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер ($\delta_{i-1}$).

Аналогично выполняя пункты 2, 3, 4, 5 и 6 находятся припуски на все

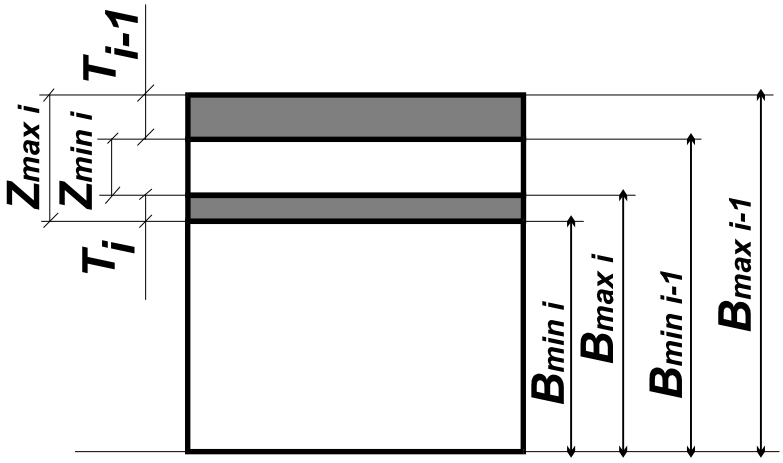



Рис. 2 Взаимосвязь размеров при расчете припусков на обработку.

остальные операции (переходы), на которых обрабатывается поверхность.

## Последовательность расчета промежуточных припусков и операционных (переходных) размеров при обработке внутренних поверхностей.

1. Пользуясь технологическим процессом, записывается порядок (последовательность) обработки поверхности, для которой определяется припуск.
2. Определяется минимальный припуск для конечной операции. Для этого:

- записываются значения $R_{zi-1}$, $h_{i-1}$, $\Delta_{\Sigma i-1}$, $\varepsilon_i$;
- по формулам (1), (2), (3) определяется $2z_{i\,min}$ или $z_{i\,min}$.

3. Определяется наибольший размер заготовки под конечную операцию $D_{max}$ или $B_{max}$. Для этого:
   - по чертежу детали устанавливается наименьший предельный размер $D'_{max}$ или $B'_{max}$;
   - устанавливается $T_i$ – точность обработки, полученная на данной операции, т.е. допуск на размер;

$$D_{\max} = D'_{\max} - T_i - 2Z_{i\min} \qquad (20)$$

$$B_{\max} = B'_{\max} - T_i - Z_{i\min} \qquad (21)$$

4. Определяется наименьший размер заготовки под конечную операцию $D_{min}$ или $B_{min}$. Для этого:
   - устанавливается $T_{i-1}$ – точность обработки, полученная на операции, предшествующей конечной, т.е. допуск на размер;
   - находится $D_{min}$ или $B_{min}$ по формуле:

$$D_{\min} = D_{\max} - T_{i-1} \qquad (22)$$

$$B_{\min} = B_{\max} - T_{i-1} \qquad (23)$$

5. Определяется максимальный припуск под конечную операцию:

$$2Z_{i\max} = 2Z_{i\min} + T_i + T_{i-1}$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + T_i + T_{i-1}$$

6. Определяем операционный размер:

$$D_{on} = D_{\min} + T_{i-1}$$

$$B_{on} = B_{\min} + T_{i-1}$$

Операционный размер округляется путем увеличения до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер ($\delta_{i-1}$).

Аналогично выполняя пункты 2, 3, 4, 5 и 6 находятся припуски на все остальные операции (переходы), на которых обрабатывается поверхность дойдя до размера заготовки.

Если заготовка в виде проката, то ее размер выбирается ближайшим большим от рассчитанного по ГОСТ 2590-71 или 7415-75 [3, т.1, стр.169]. Припуск на черновую обработку корректируется исходя из размера проката.

## Пример определения промежуточных припусков и межоперационных размеров.

Исходные данные:

- обрабатывается шейка $\varnothing 40^{-0,025}_{-0,050}$ мм; $R_a$ = 0,63 мкм; $L_{вала}$ = 475 мм; $l_{шейки}$ = 180 мм.
- заготовка: прокат повышенной точности;
- технологические базы: центровые отверстия и торец;
- поверхность шейки ∅40 подвергается следующей обработке: обтачивание однократное, шлифование черновое, шлифование окончательное. Обработка поверхности производится в три операции.

1. Определение припуска и межоперационных размеров на шлифование окончательное. Установка производится на неподвижные центры.

1.1. Определение минимального припуска $2Z_{min}$.

$$\left.\begin{aligned} R_{zi-1} &= 0.010 \\ h_{i-1} &= 0.020 \end{aligned}\right\}$$ [3, тт.1стр.181, ттаб.5 - после чернового шлифования.

$\Delta_{i-1} = 0.06\ \Delta_{заг}$ - (табл. 1)

$$\Delta_{\Sigma заг} = \sqrt{\Delta_{\Sigma к}{}^2 + \Delta_{\Sigma у}^2}$$

$$\Delta_{\Sigma к} = \Delta_к \cdot l_к = 5 \cdot 90 = 450\ \text{мкм} = 0{,}45\ \text{мм}$$

$$\Delta_ц = 0{,}25 \cdot \sqrt{T_{заг} + 1} = 0{,}25 \cdot \sqrt{0{,}9 + 1} = 0{,}35\ \text{мм},$$

($T_{заг}$ = 0,9 мм [3, т.1, стр.169, табл.62])

$$\Delta_{\Sigma заг} = \sqrt{0{,}45^2 + 0{,}35^2} = 0{,}57\ \text{мм}$$

$\Delta_{i-1}$ = 0,06·0,57 = 0,034 мм

$\varepsilon_{yi}$ = 0 - (табл. 2)

По формуле (1) имеем:

$$2Z_{i\,min} = 2(0.01+0.02+0.034) = 0.128\ \text{мм}$$

1.2. Определение наименьшего диаметра заготовки $D_{min}$.

Наименьший диаметр по чертежу $D'_{min}$ = 39,95 мм

Допуск $T_i$ = -0.025-(-0.05) = 0.025 мм – 7 квалитет точности.

$$D_{min} = D'_{min} + 2Z_{min} + T_i = 39{,}95 + 0{,}128 + 0{,}025 = 40{,}103\ \text{мм}$$

1.3. Определение наибольшего диаметра заготовки $D_{max}$.

Допуск на предшествующей операции – черновом шлифовании по h8.

Допуск $T_{i-1}$ = 0.039 мм [7].

$$D_{max} = D_{min} + T_{i-1} = 40{,}103 + 0{,}039 = 40{,}172\ \text{мм}$$

1.4. Определяем $2Z_{max}$:

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + T_i + T_{i-1} = 0{,}128 + 0{,}025 + 0{,}039 = 0{,}192\ \text{мм}$$

1.5. Определение операционного размера после шлифования (чернового):

$$D_{on} = D_{max\,-T_{i-1}} = 40.172_{-0.039}\ \text{мм}$$

2. Определение припуска и межоперационных размеров на шлифование черновое. Установка заготовка производится на неподвижные центры.

2.1. Определение минимального припуска $2Z_{min}$.

$$\left.\begin{aligned} R_{zi-1} &= 0.030 \\ h_{i-1} &= 0.030 \end{aligned}\right\}$$ [3, тт.1стр.181, ттаб.5 - после однократного точения.

$\Delta_{i-1} = 0.05\ \Delta_{заг}$ - (табл. 1)

$\Delta_{i-1}$ = 0,05·0,57 = 0,028 мм

$\varepsilon_{yi}$ = 0 - (табл. 2)

По формуле (1) имеем:

$$2Z_{i\,min} = 2(0.01+0.02+0.034) = 0.178\ \text{мм}$$

2.2. Определение наименьшего диаметра заготовки $D_{min}$.

Наименьший диаметр по чертежу $D'_{min}$ = 40,035 мм

Допуск $T_i =$ 0.039 мм.

$$D_{\min} = D'_{\min} + 2Z_{\min} + T_i = 40{,}103 + 0{,}178 + 0{,}039 = 40{,}32 \text{ мм}$$

2.3. Определение наибольшего диаметра заготовки $D_{max}$.

Допуск на предшествующей операции – однократном точении по h11.

Допуск $T_{i-1}$ = 0.16 мм [3, т.2, стр. 441, табл. 2].

$$D_{\max} = D_{\min} + T_{i-1} = 40{,}32 + 0{,}16 = 40{,}48 \text{ мм}$$

2.4. Определяем $2Z_{\max}$:

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + T_i + T_{i-1} = 0{,}178 + 0{,}039 + 0{,}16 = 0{,}377 \text{ мм}$$

2.5. Определение операционного размера после обтачивания (однократного):

$$D_{оп} = D_{\max - T_{i-1}} = 40.48_{-0.16} \text{ мм}$$

3. Определение припуска и межоперационных размеров на однократное обтачивание. Установка заготовка производится на плавающий передний и вращающийся задний центры.

3.1. Определение минимального припуска $2Z_{\min}$.

$$\left.\begin{aligned} R_{zi-1} &= 0.125 \\ h_{i-1} &= 0.150 \end{aligned}\right\}$$ [3, тт.1стр.180, ттаб.5 - после однократного точения.

$\Delta_{заг}$ = 0,57 мм

$\varepsilon_{yi}$ = 0,03 - (табл. 2)

По формуле (1) имеем:

$$2Z_{i\,\min} = 2(0.125+0.150+\sqrt{0{,}57^2 + 0{,}03^2}) = 1.692 \text{ мм}$$

3.2. Определение по формуле (14) наименьшего диаметра заготовки $D_{min}$.

Наименьший диаметр по чертежу $D'_{min}$ = 40,32 мм

Допуск $T_i =$ 0.16 мм.

$$D_{\min} = D'_{\min} + 2Z_{\min} + T_i = 40{,}32 + 1{,}692 + 0{,}16 = 42{,}172 \text{ мм}$$

3.3. Определение наибольшего диаметра заготовки $D_{max}$.

Допуск заготовки – прокат повышенной точности [3, т.1, стр.169, табл. 62.]. Допуск $T_{заг}$ = 0.9 мм.

$$D_{\max} = D_{\min} + T_{i-1} = 40{,}172 + 0{,}9 = 43{,}072 \text{ мм}$$

3.4. Определяем $2Z_{max}$ по формуле (18):

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + T_i + T_{i-1} = 1{,}692 + 0{,}16 + 0{,}9 = 2{,}752 \text{ мм}$$

3.5. Определение размера заготовки: исходя из $D_{max}$ принимаем прокат

$$D_{заг} = 44^{+0{,}2}_{-0{,}7} \text{ мм}$$

3.6. Определяем фактическую величину $2Z_{max}$ :

$$2Z_{\max} = D_{\max\,заг} - D_{\min\,обт} = 44{,}2 - 40{,}32 = 3{,}88 \text{ мм.}$$

## РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПО ФОРМУЛАМ ТЕОРИИ РЕЗАНИЯ.

Расчет режимов резания проводится по литературе [3, т.2, глава 4].

### Пример оформления расчета режимов резания.

Операция 05 (токарная).

1. Установить и снять заготовку.
2. Проточить ∅40h7 на L = 180 мм под шлифовку.

Исходные данные.

1. Станок – токарно-винторезный 16К20.
2. Материал детали – сталь 45; $\sigma_в$ = 610 МПа.
3. Установка детали в поводковом патроне на передний плавающий центр и задний вращающийся.
4. Режущий инструмент: резец проходной с материалом режущей части Т15К6. [3, т.2, стр. 115 - 118] по ГОСТ 18878-73 с φ = 45°, державка резца 16×25. Стойкость ин-та Т = 90 мин; γ = 0°; λ = 25°, r = 1 мм.
5. Припуск на диаметр – 6 мм.

**Определение режима резания.**

1. Глубина резания t = 3 мм.
2. Подача s = 0.6 мм/об [3, т.2, стр.266],
   $s_{ст}$ = 0,6 мм/об – [1, стр.163].
3. Скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Значения коэффициента $C_v$, показателей степени x, y, m приведены в табл. 17 [3, т.2, стр. 269]:

$C_v$ = 350

x = 0.15

y = 0.35

$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$;

где $K_{Mv}$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$K_{nv}$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

$K_{uv}$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Эти коэффициенты выбираются в табл. 1 – 6 [3, т.2, стр. 261].

$$K_{Mv} = K_Г \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}$$

$K_Г$ = 1, для стали с $\sigma_в$ > 550 МПа

$n_v$ = 1, при точении резцами из твердого сплава.

$$K_{Mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1{,}2$$

$K_{nv}$ = 1, при состоянии поверхностного слоя без корки.

$K_{uv}$ = 1,15, при точении резцом с твердым сплавом Т15К6.

Тогда

$$K_v = 1{,}2 \cdot 1 \cdot 1{,}15 = 1{,}38$$

$$v = \frac{350}{90^{0.2} \cdot 3^{0.15} \cdot 0.6^{0.35}} \cdot 1.38 = 191 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 191}{3.14 \cdot 40} = 1520 \text{ об/мин}$$

Принимаем по паспорту станка [1, стр. 163]: $n_{ст}$ = 1250 об/мин

Тогда фактическая скорость резания:

$$v_{факт} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 40 \cdot 1250}{1000} = 157 \text{ м/мин}$$

4. Определение силы резания $P_z$.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_P$$

$C_p$ = 300 [3, т.2, стр. 273]

x = 1

y = 0,75

n = -0,15

$$K_P = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0.75} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0.75} = 0.79$$

$K_{\varphi p}$ = 1

$K_{\lambda p}$ = 1

$K_{rp}$ = 1

$K_{\gamma p}$ = 1

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0.6^{0.75} \cdot 157^{-0.15} \cdot 0.79 = 1510 \text{ Н}$$

5. Мощность резания (кВт) рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1250 \cdot 157}{1020 \cdot 60} = 3.2 \text{ кВт}$$

$N_{ст}$ = 10 кВт. Следовательно, выбранные режимы резания будут обеспечены.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ.

Технически обоснованной нормой времени является:

- для массового производства – норма штучного времени:

$$T_{шт} = T_{маш} + T_{всп} + T_{обсл} + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд} \qquad (24)$$

- для серийного производства – норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шк} = T_{маш} + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отд} + \frac{T_{пз}}{n} \qquad (25)$$

Время на операцию – оперативное время, состоит из суммы машинного и неперекрываемого вспомогательного времени:

$$T_{оп} = T_{маш} + T_{всп} \qquad (26)$$

Здесь: $T_{маш}$ – машинное время, определяется по формуле:

$$T_{ьфш} = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S_0} \cdot i \qquad (27)$$

$l$ – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$ – длина врезания инструмента, мм;
$l_2$ – длина перебега инструмента, мм;
$n$ – частота вращения шпинделя, об/мин;
$S_0$ – подача на оборот, мм/об;
$i$ – число проходов (i = 1 ÷ 5).

Для различных видов обработки уточненные формулы $T_{маш}$ приведены в литературе [6, глава 17].

$T_{всп}$ – вспомогательное время, определяемое в условиях серийного производства по 3-м типовым комплексам:

- время на установку и снятие детали;
- время, связанное с переходом (подвести инструмент, включить подачу, выключить станок и т.п.)
- время на контрольные замеры.

В условиях массового и крупносерийного производства $T_{всп}$ определяется по приемам. Например, включить вращение шпинделя, закрепить деталь и т.п. Вспомогательное время определяется с помощью нормативов.

$T_{обсл}$ – время обслуживания рабочего места, затрачивается исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии и уход за ними и рабочим местом. Определяется в % от оперативного времени.

$T_{техн}$ – время технического обслуживания затрачивается на уход за рабочим местом (оборудованием) в течение данной конкретной работы: смена затупившихся инструментов, регулировка инструментов и подналадка оборудования в процессе работы, сметание стружки и т.п. $T_{техн}$ – определяется в % к машинному времени, т.е.

$$T_{техн} = \% \, T_{маш}$$

$T_{орг}$ – время организационного обслуживания на уход за рабочим местом в течение рабочей смены: время на раскладку и уборку инструмента в начале и конце смены, время на осмотр и опробование оборудования, время на его смазку и чистку и т.п. Время организационного обслуживания определяется в % к оперативному времени:

$$T_{орг} = \% \, T_{оп}$$

$T_{отд}$ - время отдыха и перерывов в работе, определяется в % от оперативного времени.

$$T_{отд} = \% \, T_{оп}.$$

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, затрачивается на подготовку исполнителя и средств технологического оснащения к выполнению технологической операции и приведению последних в порядок после окончания смены. Это время устанавливается на партию деталей. Оно включает в себя:

- получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации и наряда на работу;
- ознакомление с чертежом, технологической документацией;

- установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим работы;
- снятие приспособлений и инструментов после окончания работы;
- сдачу готовой продукции, остатков материала, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

## Пример расчета нормы времени.

**Операция: Токарная.**

1. Проточить ∅40 h7 мм на l = 180 мм под шлифовку.

Исходные данные:

Станок – токарно-винторезный 16К20

Приспособление – поводковый патрон с плавающим центром.

Вес детали – 1,5 кг.

Режим резания s = 0,6 мм/об, n = 1520 об/мин.

Размер партии: n = 100 шт.

Определение нормы времени.

1. 1. Основное (машинное) время по формуле (27):

   l = 180 мм

   $l_1$ = 4 мм [6, стр. 620], [8, стр.194]

   $l_2$ = 2 мм

$$T_м = \frac{180 + 4 + 2}{1520 \cdot 0{,}6} = 0{,}2 \text{ мин.}$$

2. Вспомогательное время.
   2.1. Время на установку и снятие детали [8, стр.26]. В патроне с поджатием центром задней бабки – 0,38 мин.
   2.2. Вспомогательное время, связанное с переходом [8, стр. 64]: группа станков II, измеряемый размер до 100 мм. – 0,12 мин.
   2.3. Вспомогательное время на контрольные измерения [8, стр.183]: измерительный инструмент – штангенциркуль, точность измерения – 0,1 мм; измеряемый размер до 200 мм – 0,16 мин.
   Периодичность контрольных измерений деталей [8, стр. 191] при работе инструмента, установленного на размер с коэффициентом 0,4:

$$T_{всп\ изм} = 0{,}16 \cdot 0{,}4 = 0{,}064 \text{ мин.}$$

$$T_{всп} = 0{,}38 + 0{,}12 + 0{,}064 = 0{,}564 \text{ мин.}$$

3. Оперативное время по ф-ле (26):

$$T_{оп} = 0{,}2 + 0{,}564 = 0{,}764 \text{ мин.}$$

4. Время обслуживания рабочего места [8, стр. 70]:

$$T_{обсл} = 4\%\ T_{оп} = 0{,}04 \cdot 0{,}764 = 0{,}03 \text{ мин.}$$

5. Время на отдых и личные надобности [8, стр. 192]:
   Вес детали – до 5 кг; % машинно-ручного времени в оперативном – 80%; оперативное время – до 1 мин.:

$$T_{отд} = 8\%\ T_{оп} = 0{,}08 \cdot 0{,}764 = 0{,}06 \text{ мин.}$$

6. Подготовительно-заключительное время на партию.

6.1. На наладку станка, инструмента, приспособления:

$$T_{пз1} = 16 \text{ мин.}$$

6.2. На дополнительные приемы:

$$T_{пз2} = 0$$

6.3. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки:

$$T_{пз3} = 8 \text{ мин.}$$

$$\Sigma T_{пз} = 16 + 8 = 24 \text{ мин.}$$

7. Штучно-калькуляционное время по ф. (25):

$$T_{шк} = 0{,}2 + 0{,}564 + 0{,}03 + 0{,}06 + \frac{24}{100} = 1{,}09 \text{ мин}$$

## ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.

Текст пояснительной записки делится на разделы, которые нумеруются арабскими цифрами; после номера ставится точка.

Тексты разделов делят на подразделы, которые нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела должен состоять из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела ставят точку, например «2.1.» (первый подраздел второго раздела).

Разделы и подразделы должны иметь заголовки, подчеркивать их и изменять слова в заголовках не допускается. Расстояние между заголовками и текстом должно быть равно 3 интервалам (интервал равен сумме размеров строки и расстояния между строками).

Нумерация страниц пояснительной записки должна быть сплошной: первой страницей является титульный лист, сам текст начинается со 2 страницы. Номер проставляется арабскими цифрами сверху в середине страницы.

Текст пишется на одной или двух сторонах листа формата А4 с полями: слева - 25, справа – 10, сверху и снизу – по 20 мм.

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов приводят непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Первую строку начинают со слова «где» без двоеточия, значения каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки.

Ссылки в тексте на литературные источники обозначаются порядковым номером списка источников, выделенным квадратными скобками.

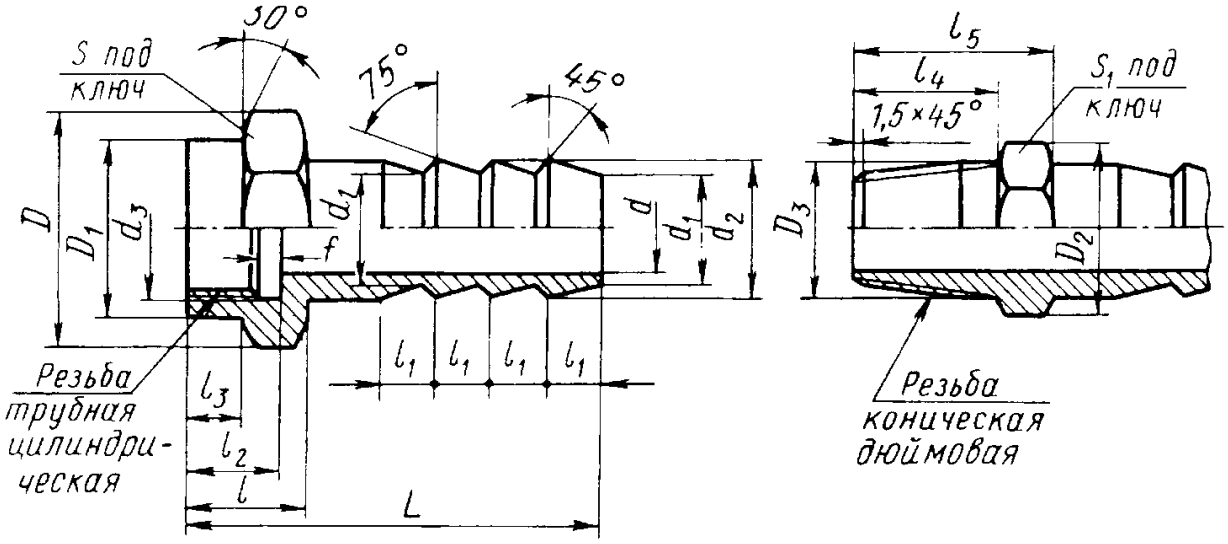
# Практическая работа №1

Для чертежа детали (группы деталей) необходимо выполнить следующие расчеты:

1. Составить 1…2 альтернативных варианта маршрутного технологического процесса изготовления детали.
2. Выбрать модели оборудования, на которых будет выполняться технологический процесс.
3. Заполнить маршрутные карты для одного из вариантов технологического процесса.
4. Составить описание операции по переходам (на 1…2 операции), выбрать технологическую оснастку, режущий инструмент, режимы обработки.
5. Заполнить операционную карту и карту эскизов на проектируемую операцию.

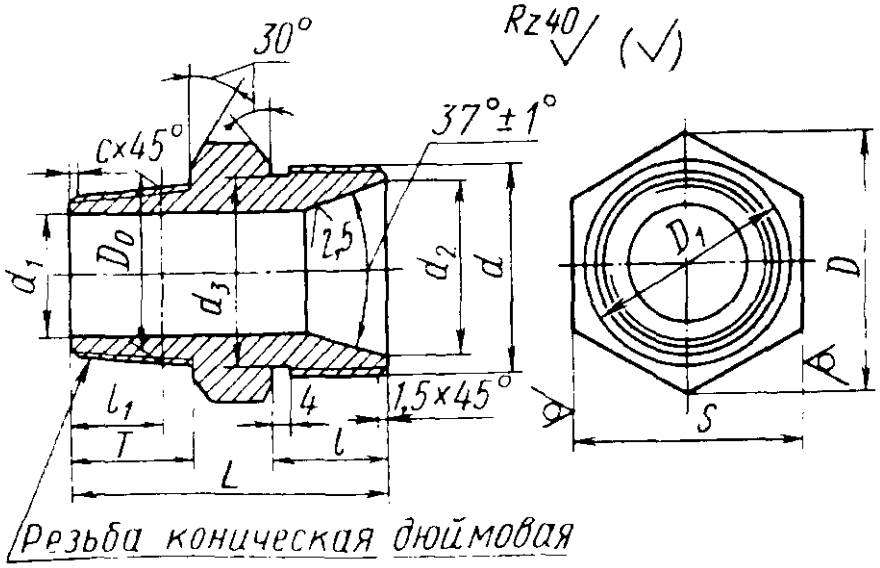
Варианты заданий к практической работе №1

ВАРИАНТ 1



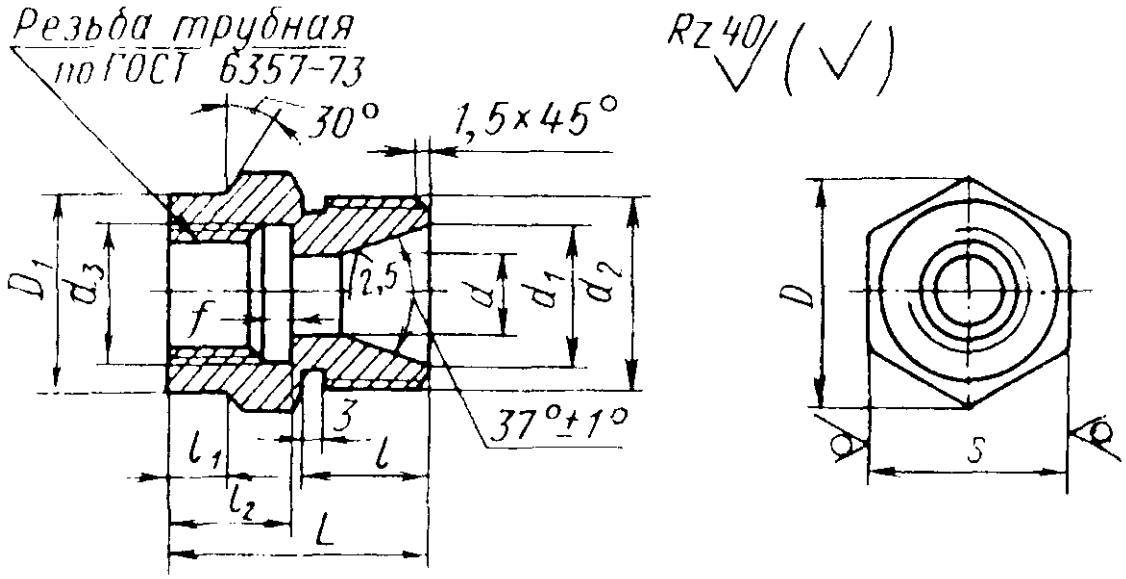

| Условный проход | Резьба трубная по ГОСТ 6357-81, дюймы | $d$ | $d_1$ | $d_2$ | $d_3$ | $l$ | $l_1$ | $l_2$ | $l_3$ | $f$ | $D$ | $D_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 3/4 | 17,5 | 19 | 22 | 27 | 20 | 10 | 20 | 8 | 4 | 41,6 | 31 |

ВАРИАНТ 2



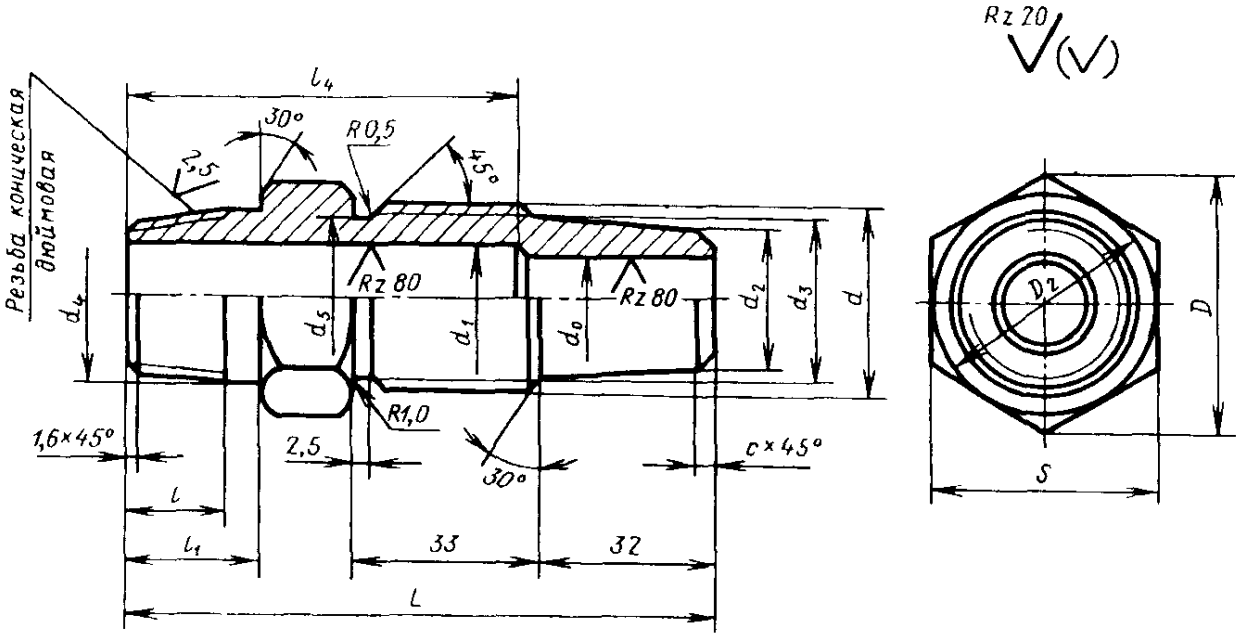

| Условный проход | Резьба коническая по ГОСТ 6111-52 | $D_0$ | $l_1$ | $T$ | $c$ | $d$ | $d_1$ | $d_2$ (пред. откл. +0,2) | $d_3$ | $D$ | $D_1$ | $L$ | $l$ | $S$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | K1 1/4″ | 42,44 | 18 | 24 | 2 | M48×1,5 | 32 | 42 | 45,8 | 56 | 48 | 62 | 22 | 50 |

ВАРИАНТ 3



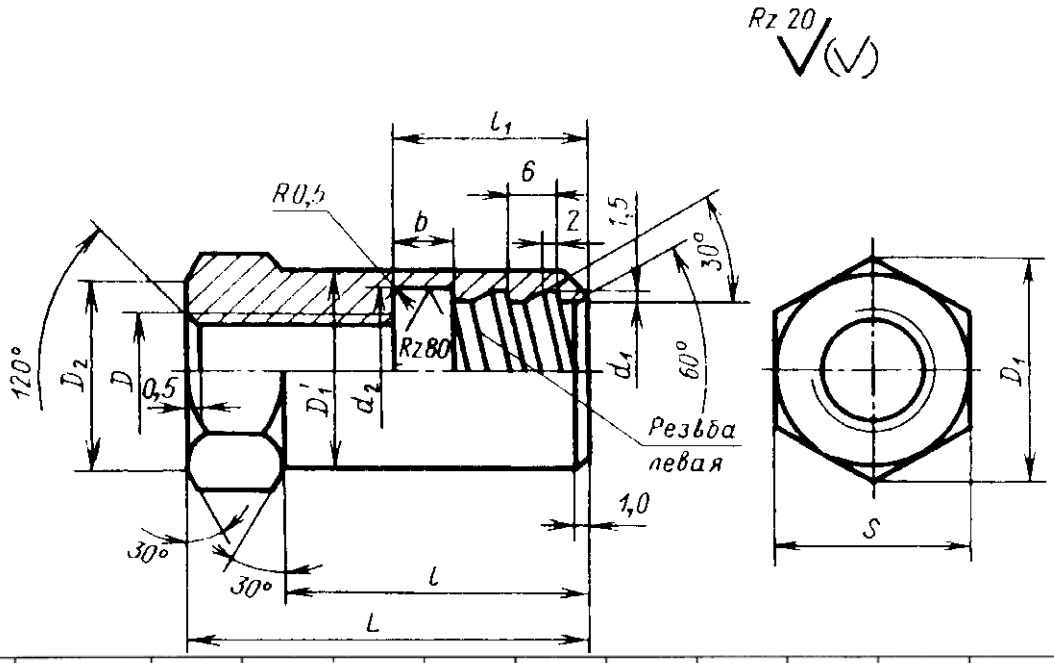

| Условный проход | Резьба трубная по ГОСТ 6357-81, дюймы | $d$ | $d_1$ (отк. +0,2) | $d_2$ | $d_3$ | $l$ | $l_1$ | $l_2$ | $L$ | $D$ | $D_1$ | $f$ | $S$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | 1 | 25 | 34 | M39×1,5 | 34 | 20 | 8 | 20 | 40 | 47 | 38 | 6 | 41 |

ВАРИАНТ 4



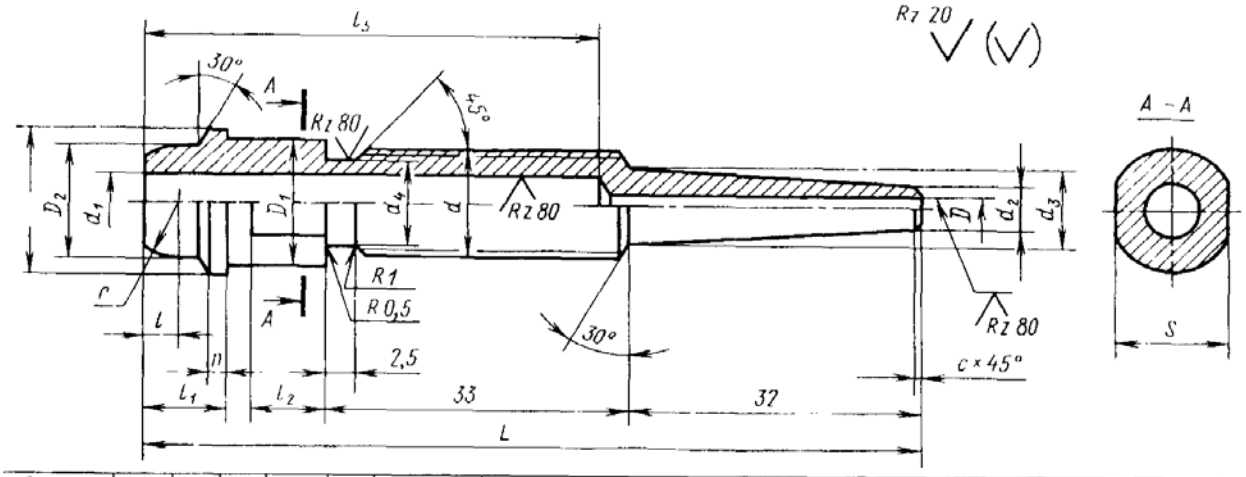

| Диаметр рукава $d_в$ | $d_н$ | Резьба по ГОСТ 6111-52 | $d_0$ | $d_1$ | $d_2$ | $d_3$ | $d_4$ | $d_5$ | D | d (поле допуска 6g) | $D_2$ | L | l | $l_1$ | $l_4$ | S h12) | c | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 29 | К 1/2" | 12,0 | 15 | 16 | 20,6 | 21,56 | 19,8 | 34,6 | M22×1,5 | 28,5 | 100 | 13,5 | 19 | 65 | 30 | 1,6 | 0,165 |

ВАРИАНТ 5



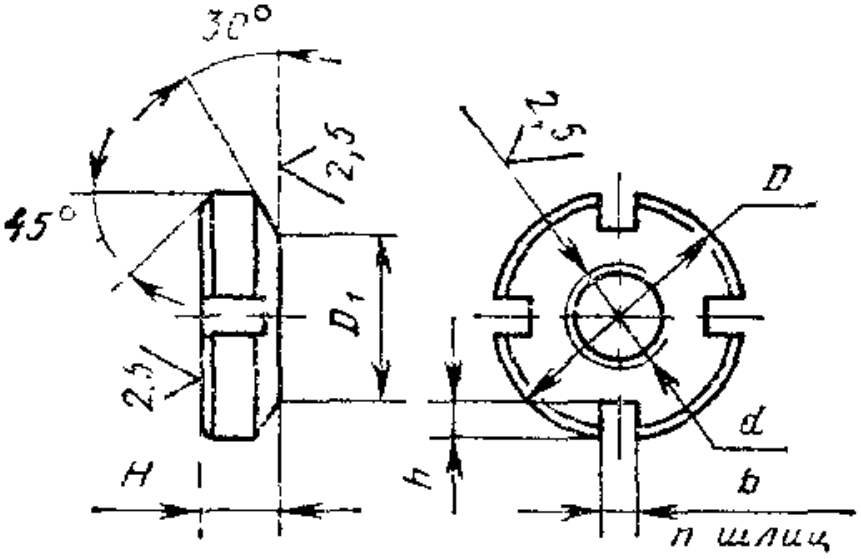

| Диаметр рукава $d_в$ | $d_н$ | Резьба D (поле допуска 6H) | $d_1$ | $d_2$ | $D_1$ | $D_1'$ | $D_2$ | L | l | $l_1$ | b | S h12) | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 34 | M27×1,5 | 32,0 | 36,0 | 47,3 | 41 | 39,0 | 70 | 55 | 40 | 12 | 41 | 0,320 |

ВАРИАНТ 6



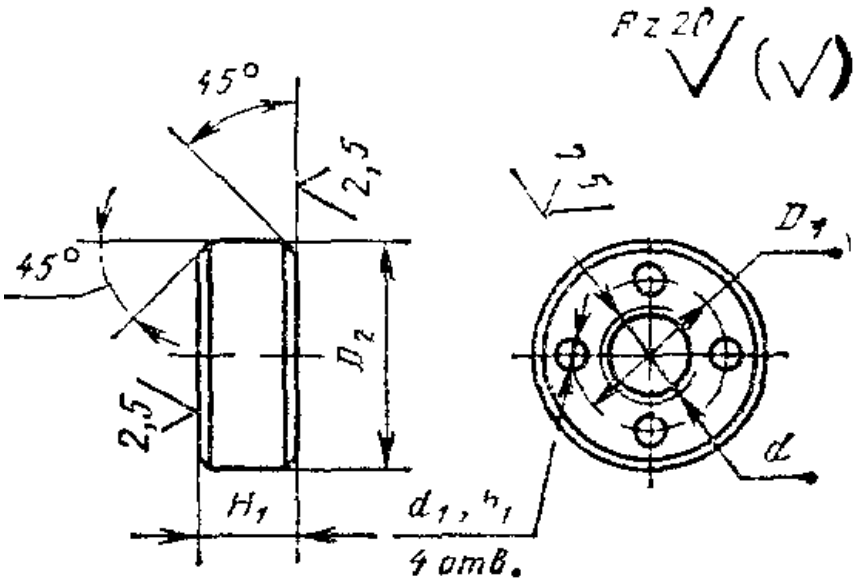

| Диаметр рукава | | D | $d_1$ | $d_2$ | $d_3$ | $d_4$ | d (поле допуска 6g) | $D_1$ (пред. откл. d11) | $D_2$ | $D_3$ | L | l | $l_1$ | $l_2$ | $l_5$ | n | r | c | S (пред. откл. h12) | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $d_в$ | $d_н$ | | | | | | | | (пред. откл. -0,2) | | | | | | | | | | | |
| 32 | 46,5 | 26,0 | 30 | 32 | 36,5 | 36 | M39×1,5 | 42 | 40 | 46 | 105 | 9 | 18 | 16 | 70 | 4 | 20 | 2,5 | 36 | 0,571 |

ВАРИАНТ 7



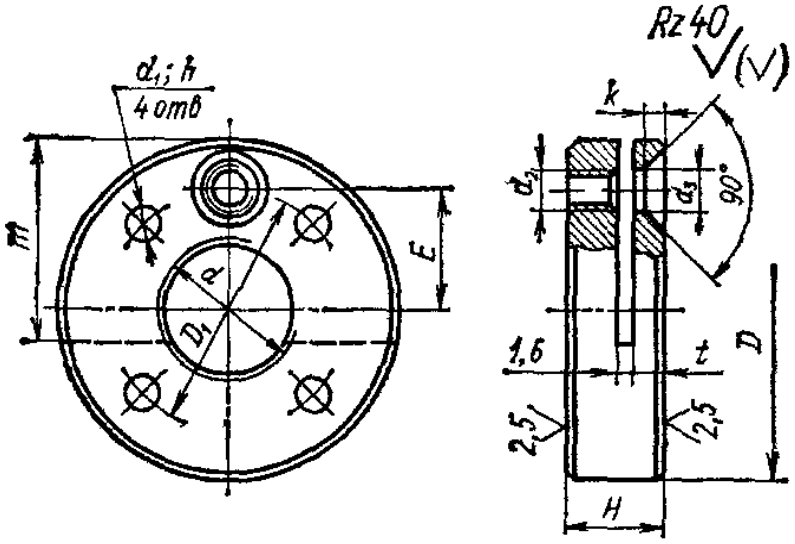

| d | ГОСТ 11871—80 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | D | H | $D_1$ | b | h | Масса 100 шт., кг, не более |
| M33×1,5 | 52 | 10 | 42 | 6 | 3 | 7,587 |
| M36×1,5 | 55 | | 45 | | | 8,349 |
| M39×1,5 | 60 | | 48 | | | 9,003 |

ВАРИАНТ 8



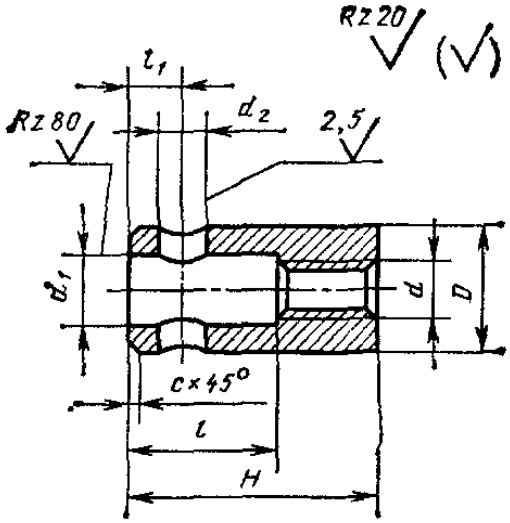

| d | ГОСТ 6393—73* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $D_2$ | $H_1$ | $D_3$ | $d_1$ | $h_1$ | Масса 100 шт., кг, не более |
| M18×1,5 | 32 | 8 | 24 | 3,5 | 5 | 3,568 |
| M20×1,5 | 34 | | 27 | | | 3,876 |
| M22×1,5 | 38 | | 30 | | | 4,911 |

ВАРИАНТ 9



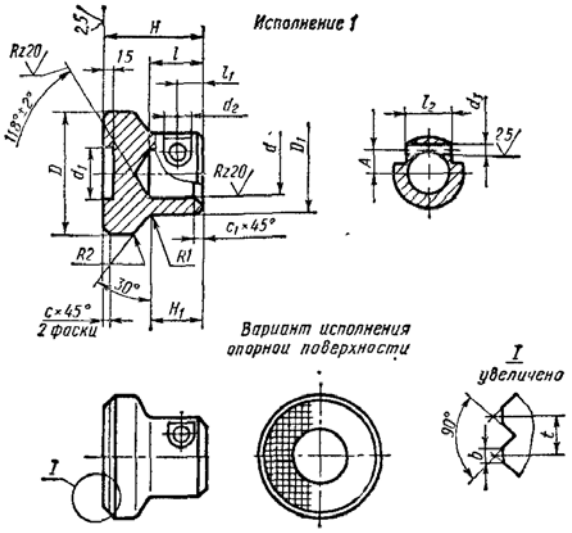

| Обозначение | d | D | H | $D_1$ | $d_1$ | h | t | m | E | $d_2$ | $d_3$ | k | Масса, кг, не более |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7003-0141/001 | M36×1,5 | 60 | 12 | 48 | 4,5 | 6 | 3 | 36 | 24 | M5 | 6 | 2,2 | 0,162 |
| 7003-0142/001 | M39×1,5 | 63 | | | | | | 38 | 25 | | | | 0,166 |

ВАРИАНТ 10



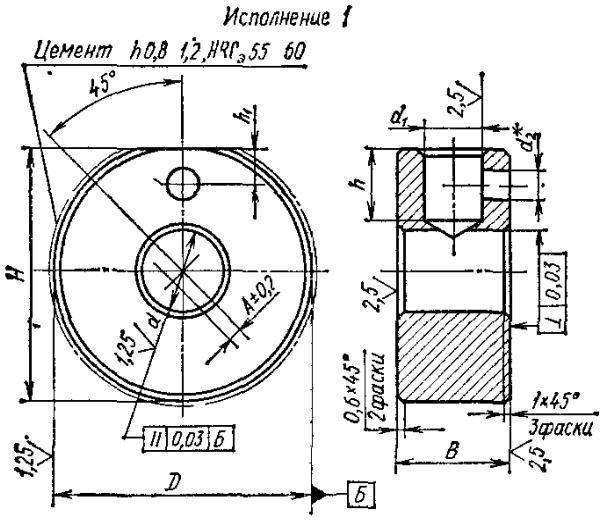

| Обозначение | d | H | D | $d_1$ | $d_2$ | l | $l_1$ | c | Масса, кг, не более |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7003-0245 | M16 | 60 | 30 | 17 | 12 | 36 | 12 | 1,6 | 0,225 |
| 7003-0246 | M20 | 70 | 34 | 21 | 16 | 40 | 14 | | 0,307 |
| 7003-0247 | M24 | 80 | 40 | 25 | | 45 | | | 0,487 |

ВАРИАНТ 11




| Обозначение исполнения | | Для исполнений 1 и 2 | | | | | | | | | Для исполнения 1 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | Резьба под винт | D | $D_1$ | d (пред откл. по H11) | $d_1$ | c | $c_1$ | b | l | H | $H_1$ | A | $d_2$ | $d_3$ (пред. откл по H8) | l | $l_1$ | $l_2$ | Масса, кг, не более |
| 7007-0039 | 7007-0040 | M24; M30 | 60 | 40 | 25 | 36 | 1,6 | 1,6 | 2 | 5 | 28 | | 12 | 8 | 5 | 15 | 5 | 26 | 0,332 |
| 7007-0041 | 7007-0042 | M36 | 70 | 45 | 28 | 40 | | | | | 34 | 16 | 13 | | | 19 | 6 | 30 | 0,574 |

# ВАРИАНТ 12

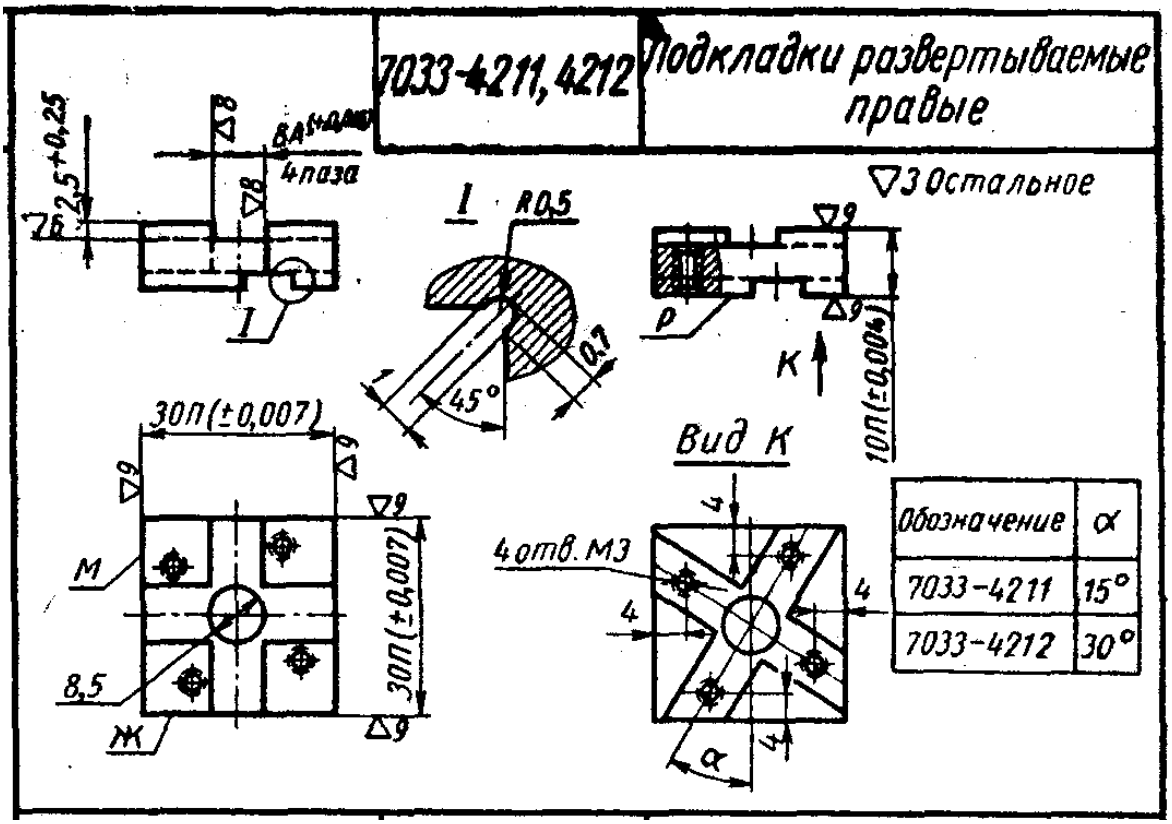



| Обозначение исполнения | | Для исполнений 1 и 2 | | | Для исполнения 1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | $D$ | $B$ | $A$ | $H$ | $d$ | $d_1$ | $d_2$ | $h$ | $h_1$ | Масса, кг, не более |
| 7013-0173 | 7013-0174 | 40 | 16 | 2,0 | 38,5 | 12 | 10 | 2,9 | 14 | 6 | 0,103 |
| 7013-0175 | 7013-0176 | 50 | 18 | 2,5 | 48,0 | | 12 | 3,9 | 18 | 8 | 0 245 |

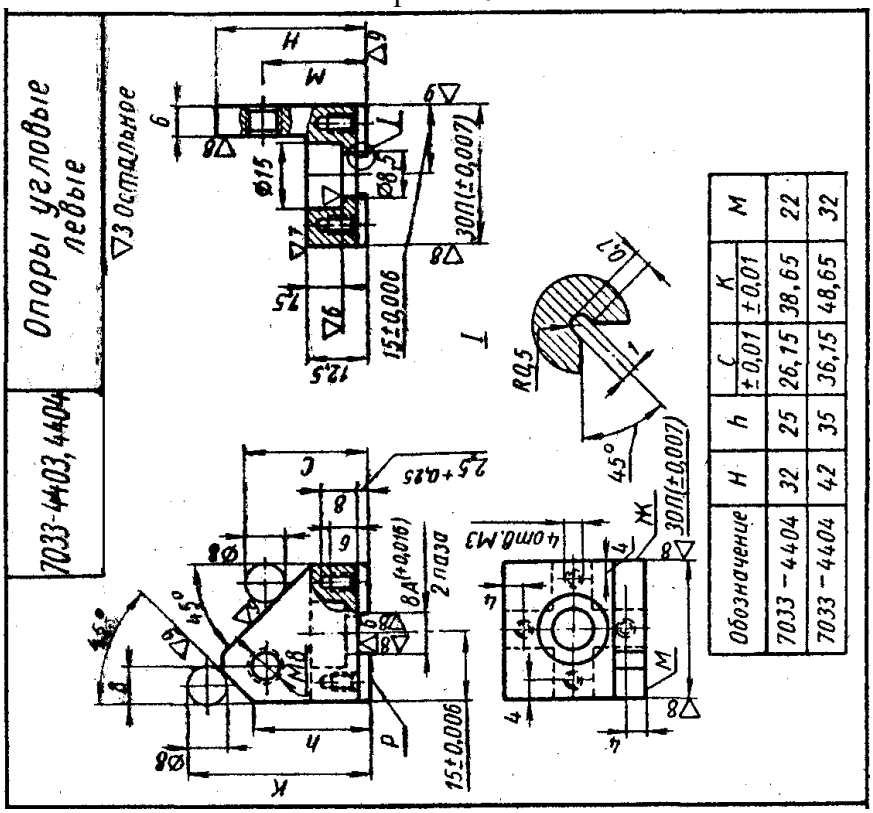
# Практическая работа №2

1. Разработать чертеж детали с учетом требований ГОСТ и типовых ТУ на детали из комплекта УСП.
2. Разработать не менее 2 вариантов ТП изготовления детали с использованием универсального и программного оборудования. При разработке ТП перечислить все обрабатываемые поверхности на каждой операции и дополнить описание эскизом с указанием схемы базирования и обрабатываемых поверхностей.
3. По укрупненным нормативам рассчитать трудоемкость всех технологических переходов (основное время) и определить норму времени на операцию (штучно-калькуляционное время).
4. Для всех вариантов и операций техпроцесса подобрать модели станков, на которых будет выполняться эта операция, и рассчитать стоимость машино-часа каждого станка.
5. Выполнить сравнительный анализ трудоемкости изготовления и себестоимости вариантов ТП.

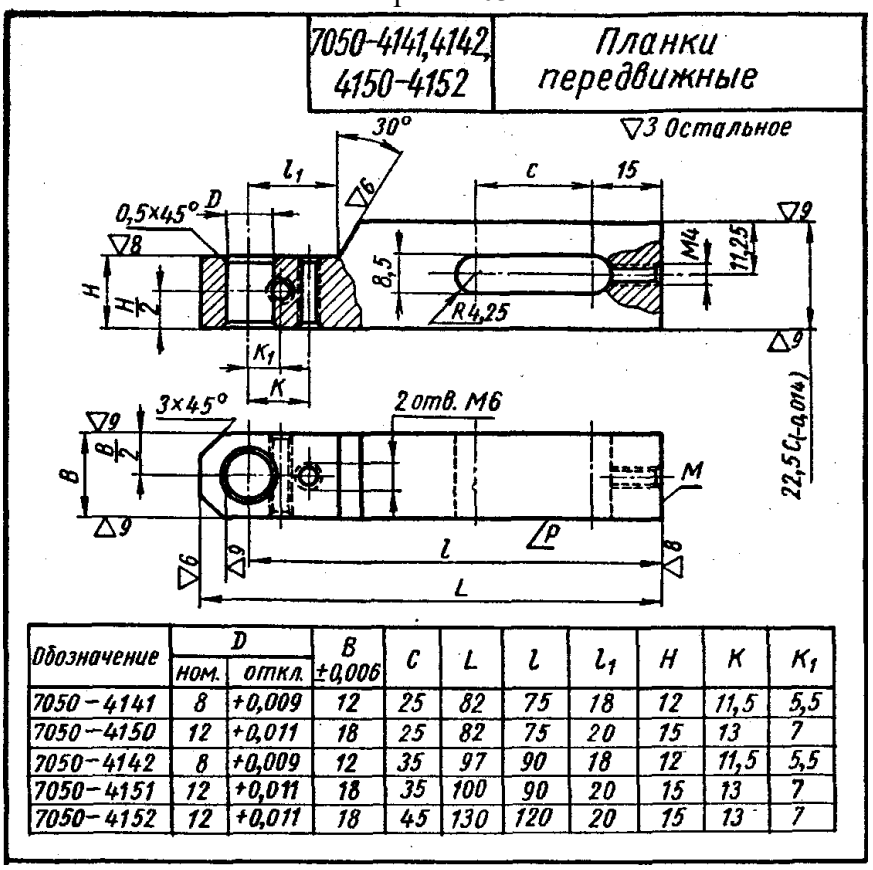
Вариант 01



Вариант 02

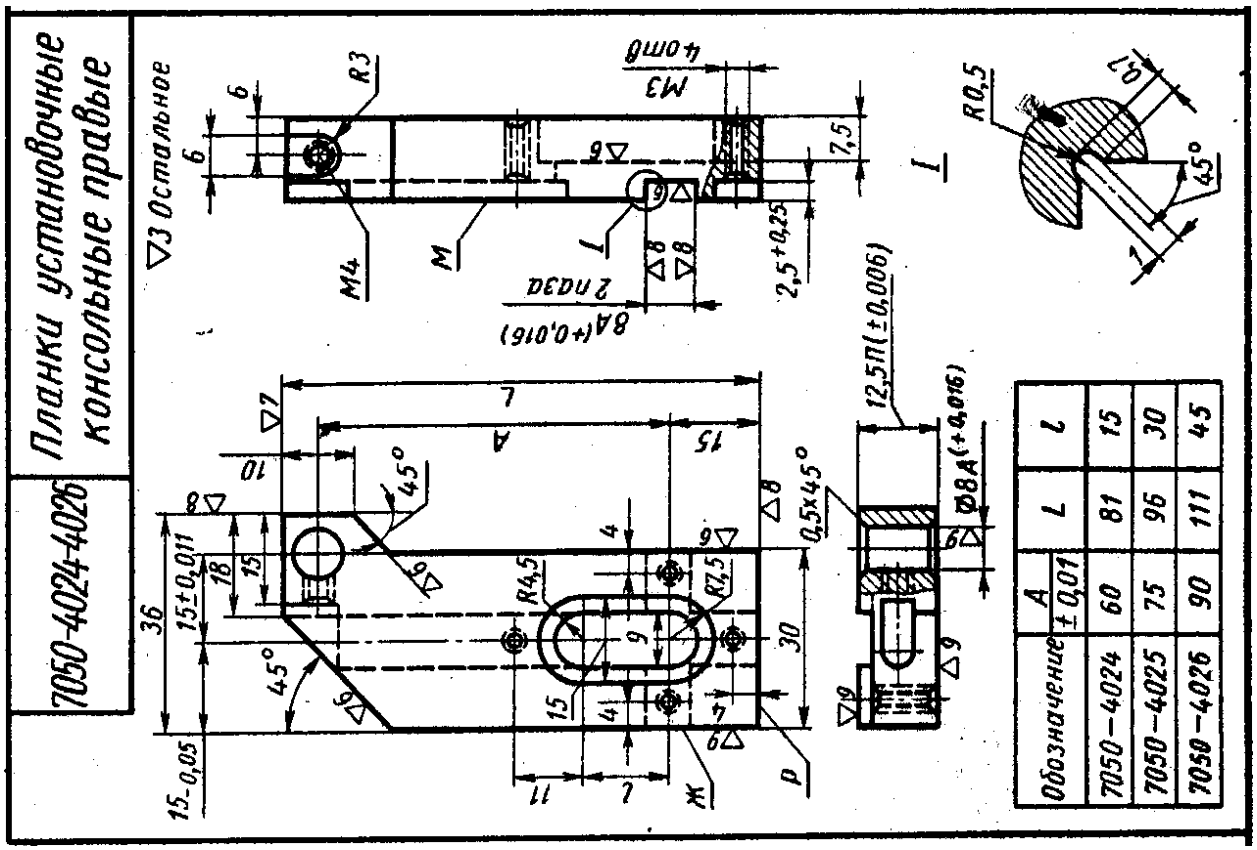



Вариант 03



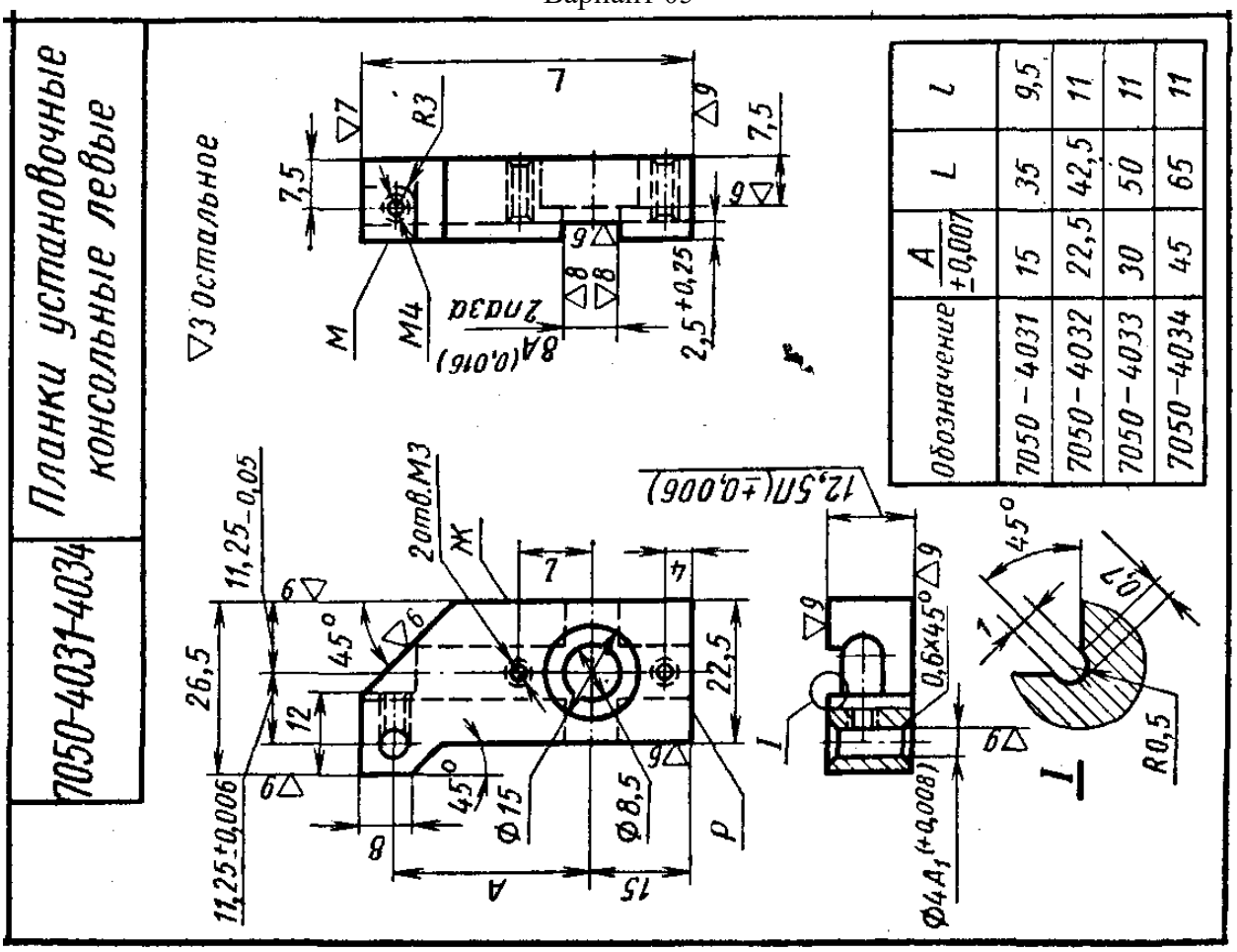

| Обозначение | D ном. | D откл. | B ±0,006 | C | L | l | $l_1$ | H | K | $K_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7050 – 4141 | 8 | +0,009 | 12 | 25 | 82 | 75 | 18 | 12 | 11,5 | 5,5 |
| 7050 – 4150 | 12 | +0,011 | 18 | 25 | 82 | 75 | 20 | 15 | 13 | 7 |
| 7050 – 4142 | 8 | +0,009 | 12 | 35 | 97 | 90 | 18 | 12 | 11,5 | 5,5 |
| 7050 – 4151 | 12 | +0,011 | 18 | 35 | 100 | 90 | 20 | 15 | 13 | 7 |
| 7050 – 4152 | 12 | +0,011 | 18 | 45 | 130 | 120 | 20 | 15 | 13 | 7 |

Вариант 04



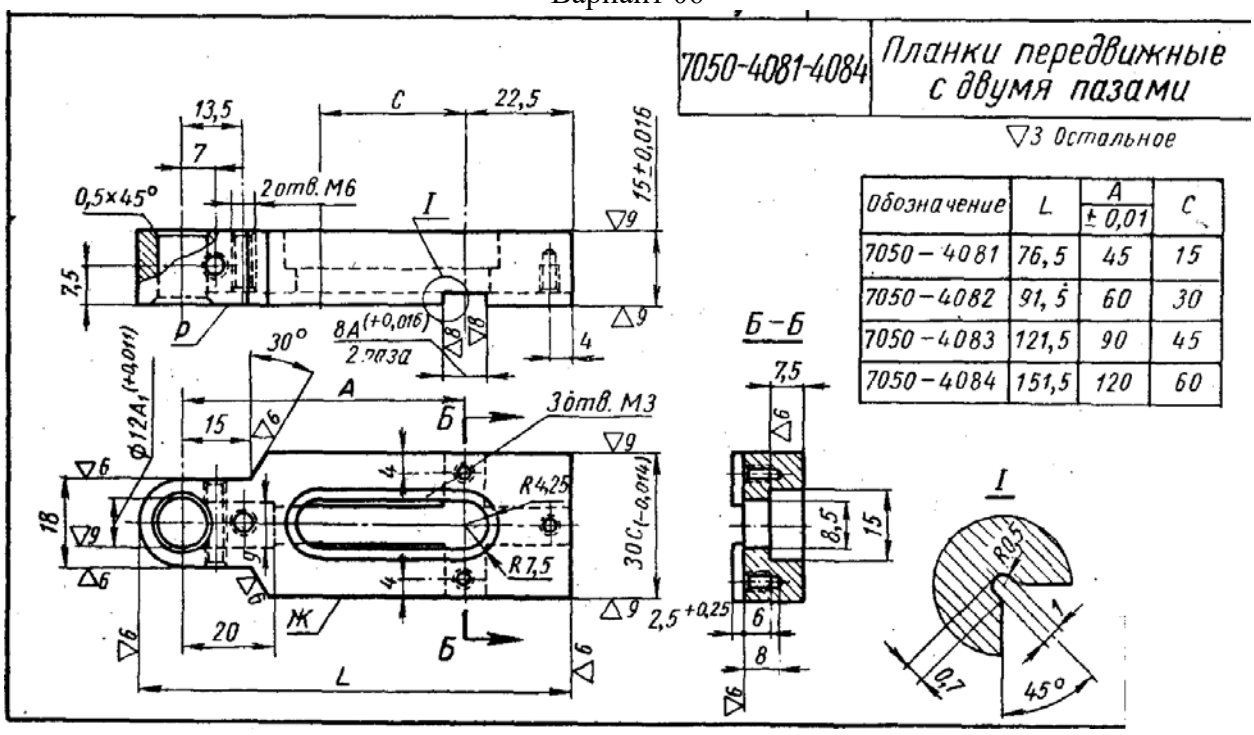

| Обозначение | A ±0,01 | L | l |
|---|---|---|---|
| 7050-4024 | 60 | 81 | 15 |
| 7050-4025 | 75 | 96 | 30 |
| 7050-4026 | 90 | 111 | 45 |

Вариант 05



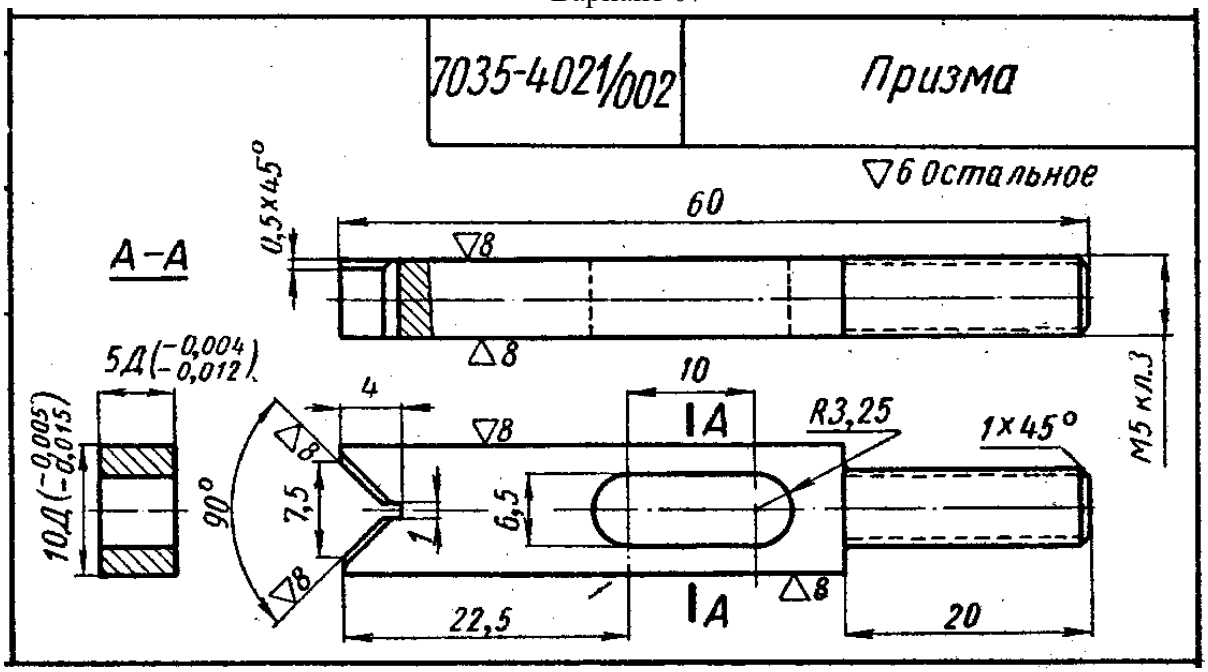

| Обозначение | A ±0,007 | L | l |
|---|---|---|---|
| 7050-4031 | 15 | 35 | 9,5 |
| 7050-4032 | 22,5 | 42,5 | 11 |
| 7050-4033 | 30 | 50 | 11 |
| 7050-4034 | 45 | 65 | 11 |

Вариант 06

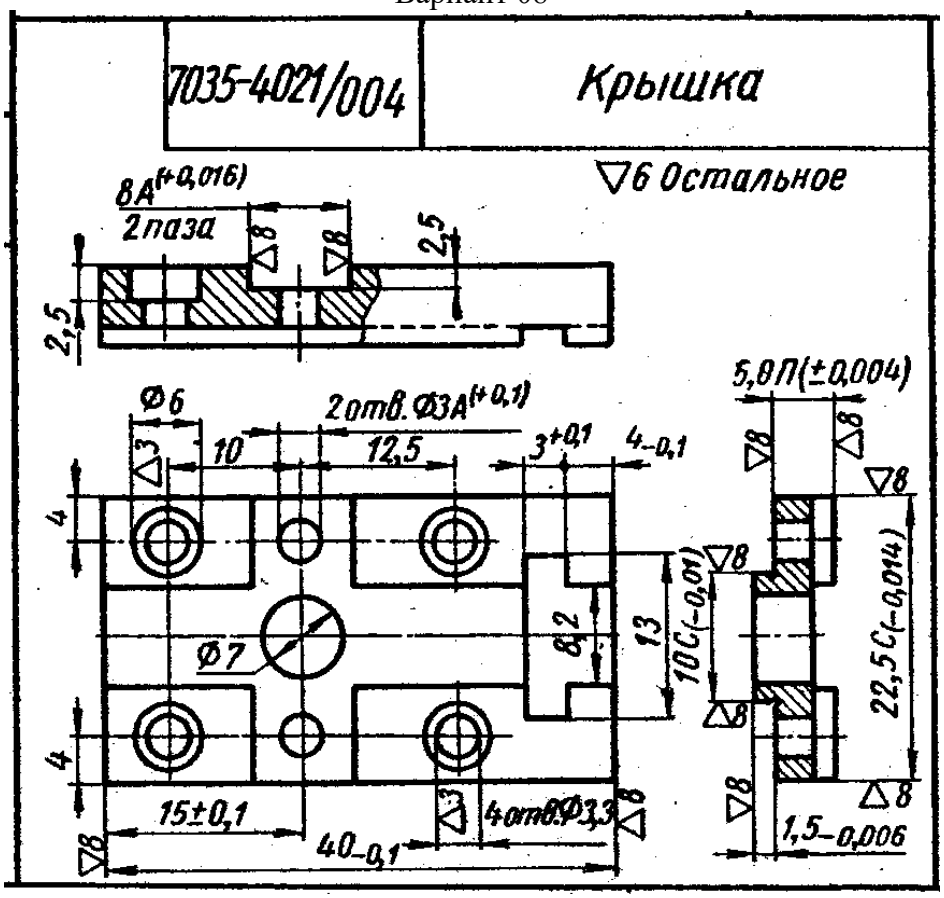



| Обозначение | L | A ± 0,01 | C |
|---|---|---|---|
| 7050 – 4081 | 76,5 | 45 | 15 |
| 7050 – 4082 | 91,5 | 60 | 30 |
| 7050 – 4083 | 121,5 | 90 | 45 |
| 7050 – 4084 | 151,5 | 120 | 60 |

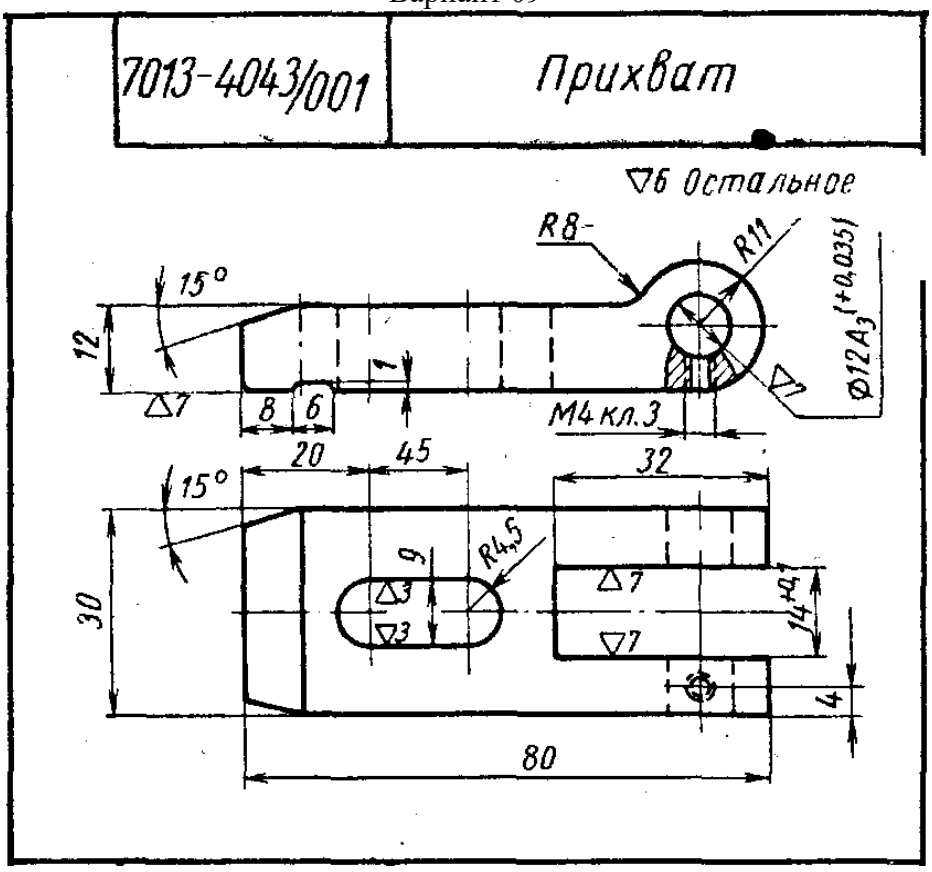
Вариант 07



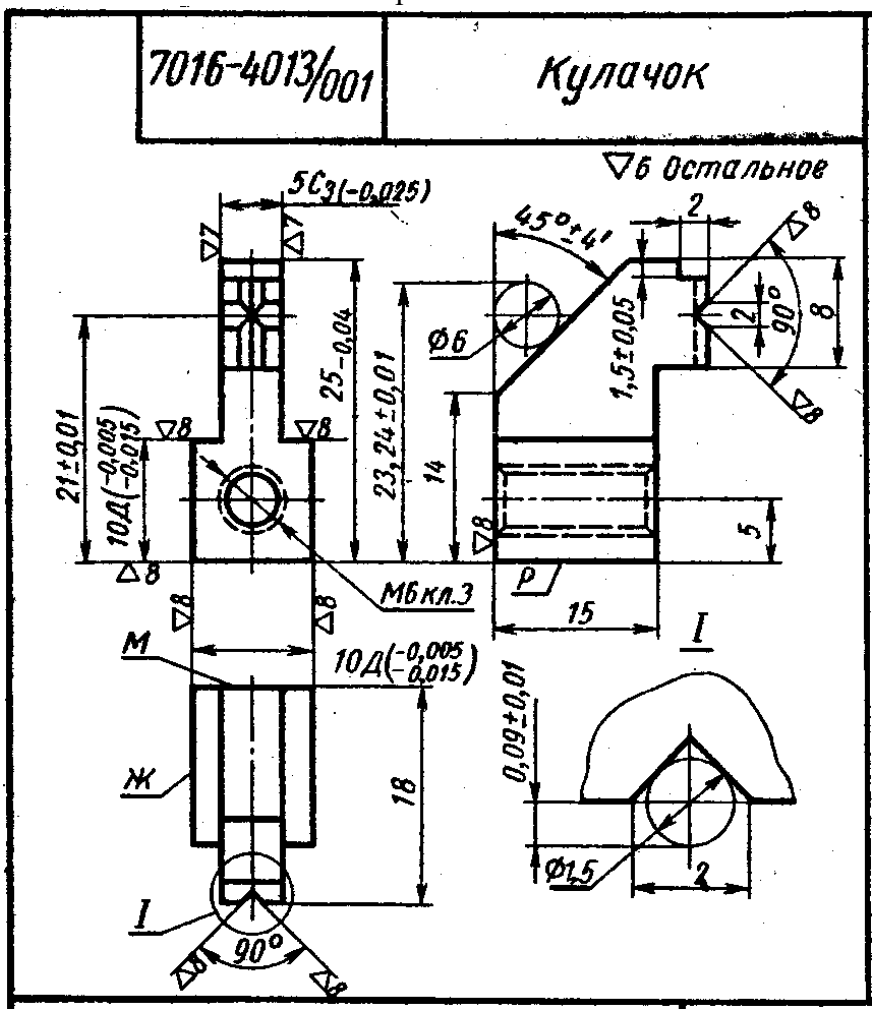
Вариант 08



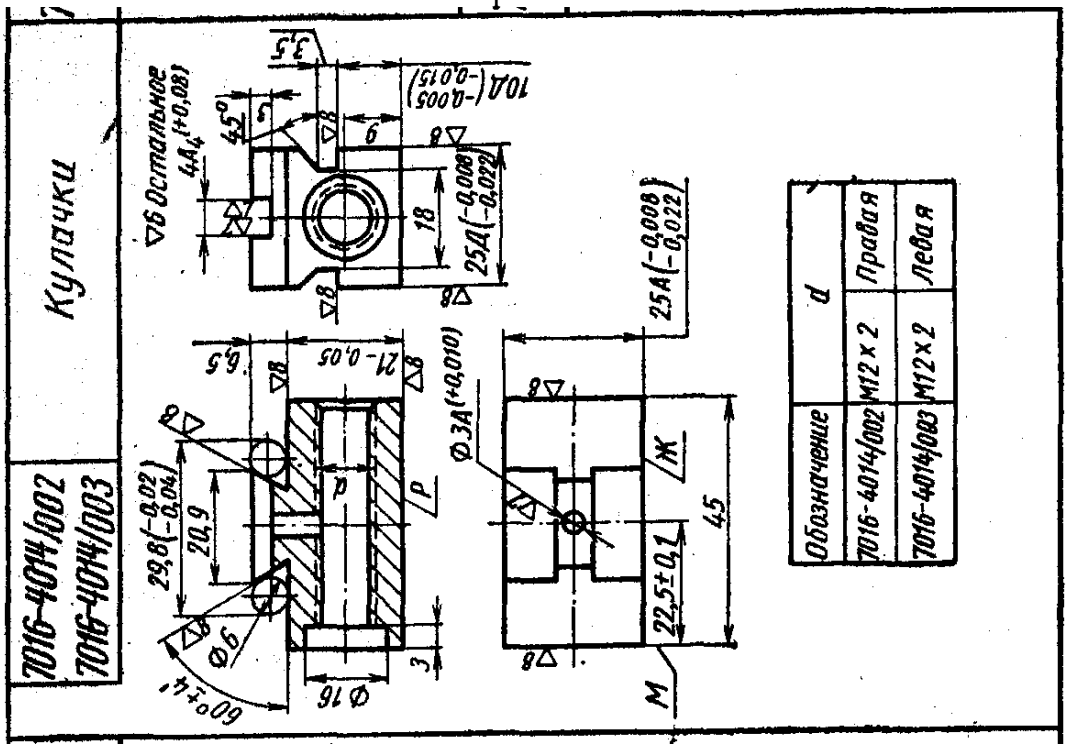

Вариант 09



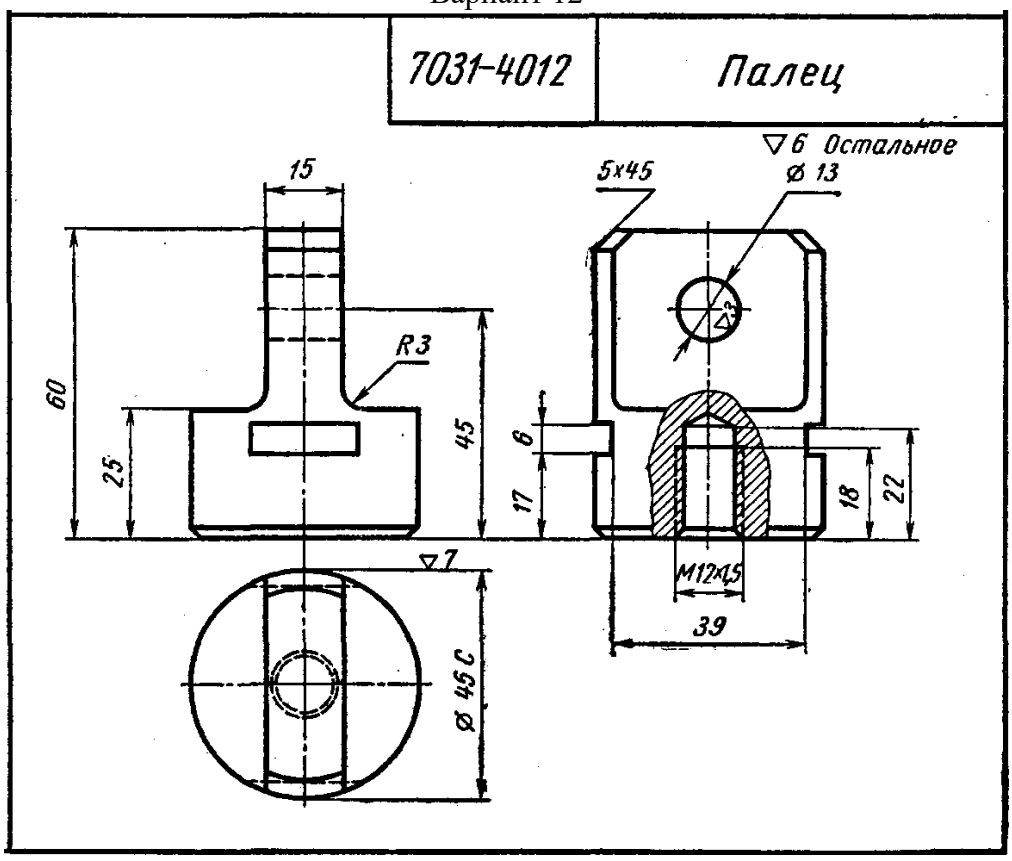
Вариант 10



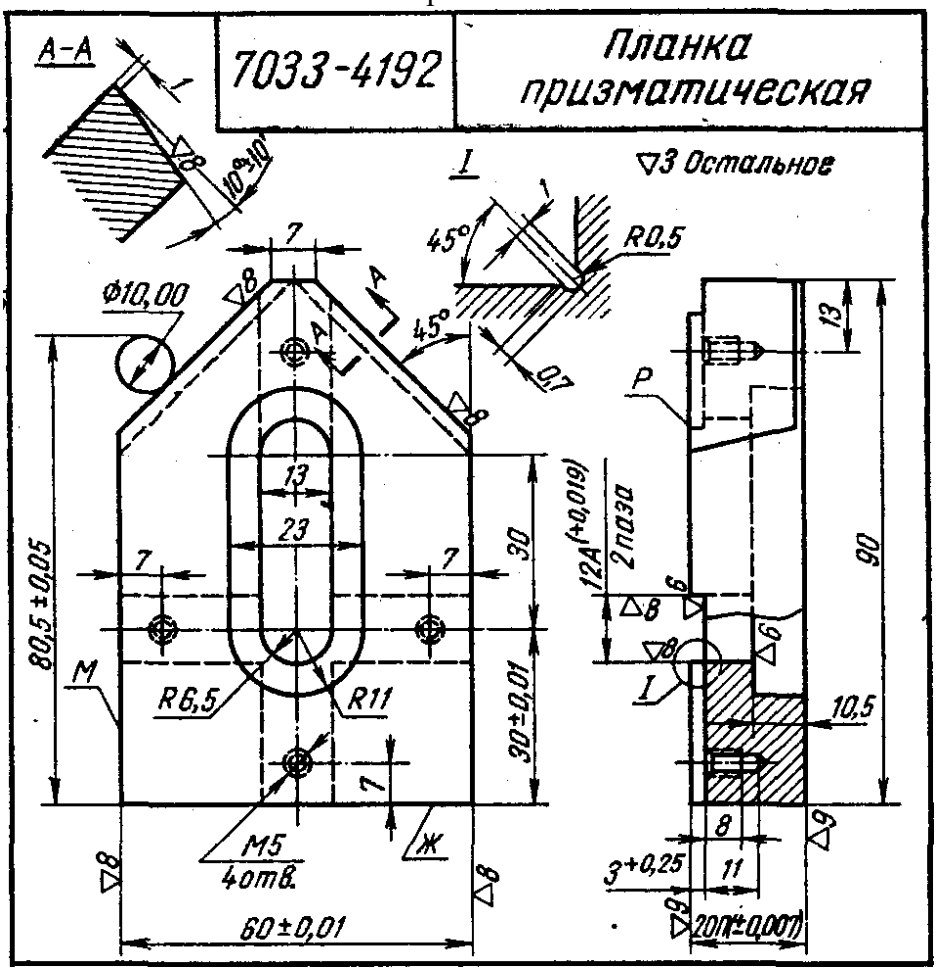

Вариант 11



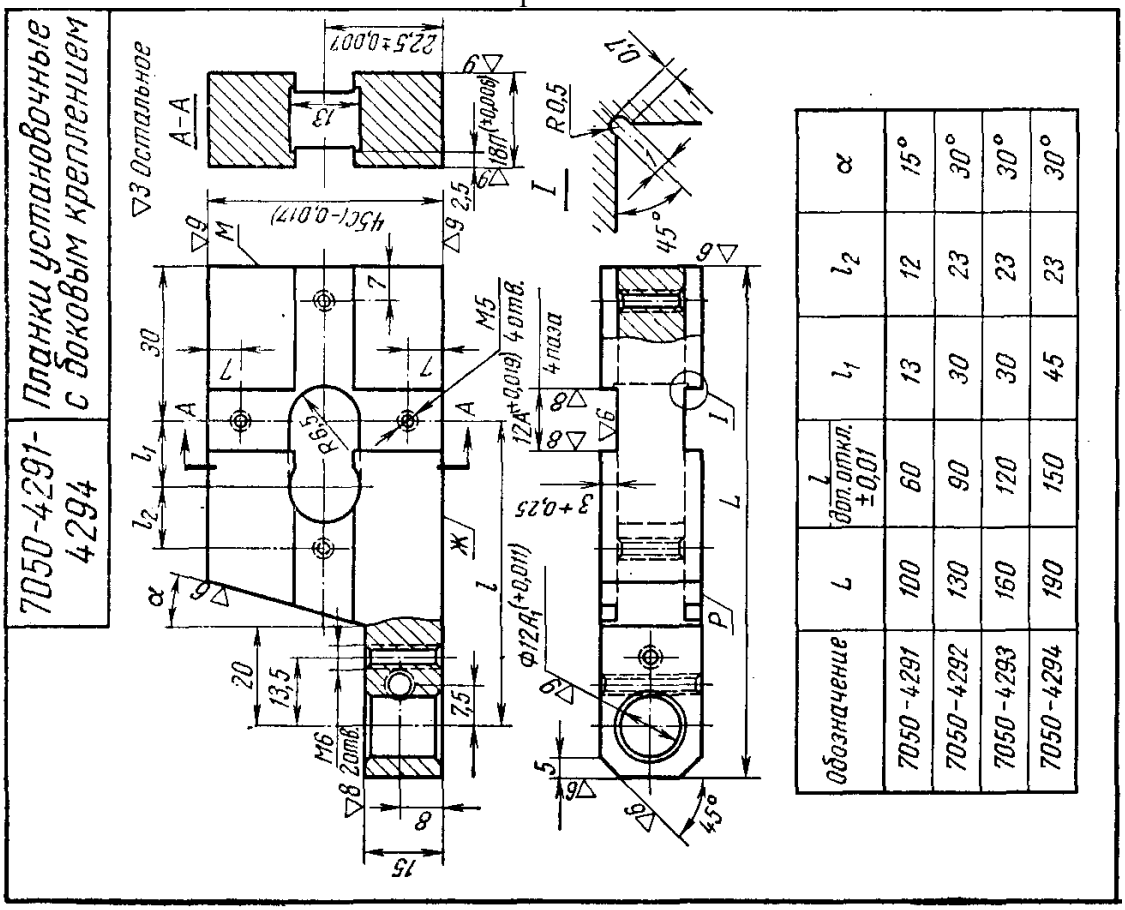
Вариант 12




Вариант 13

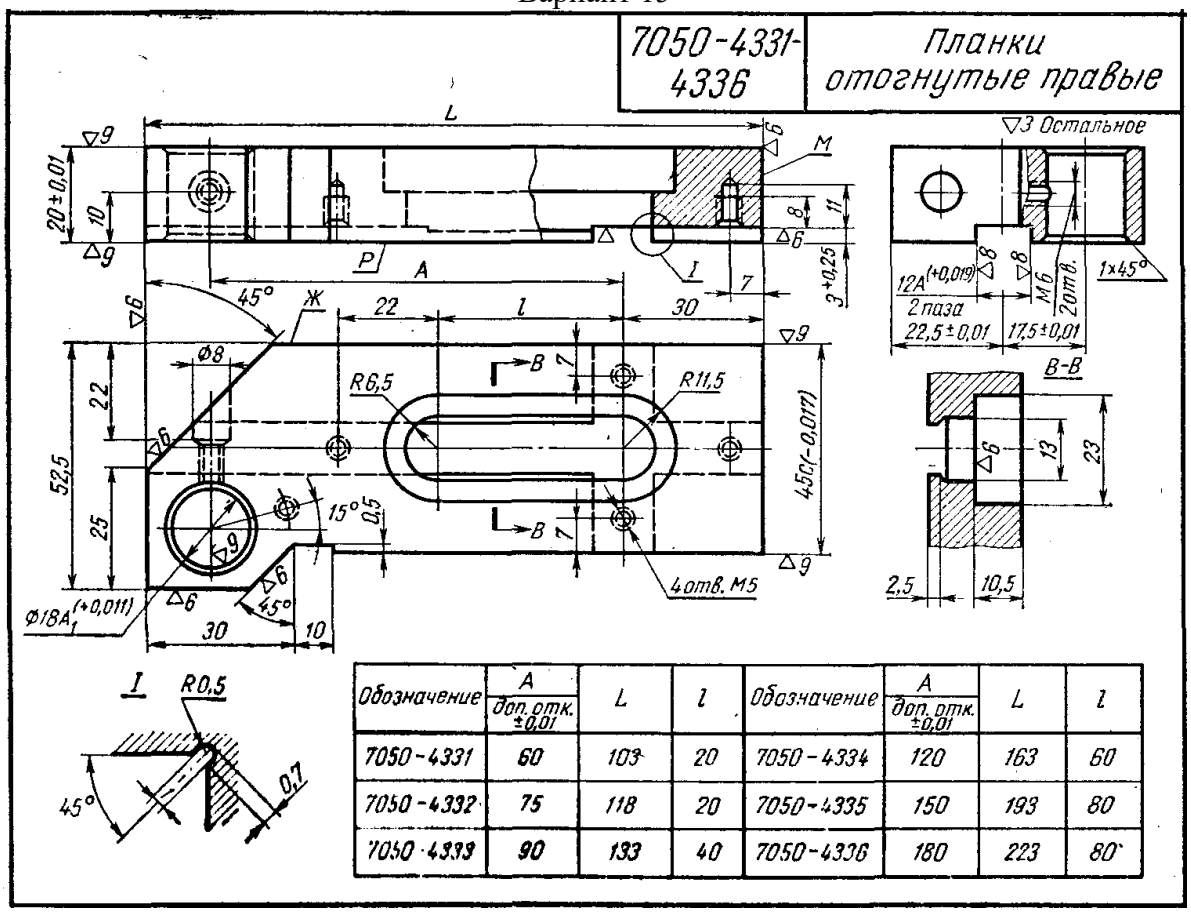


Вариант 14



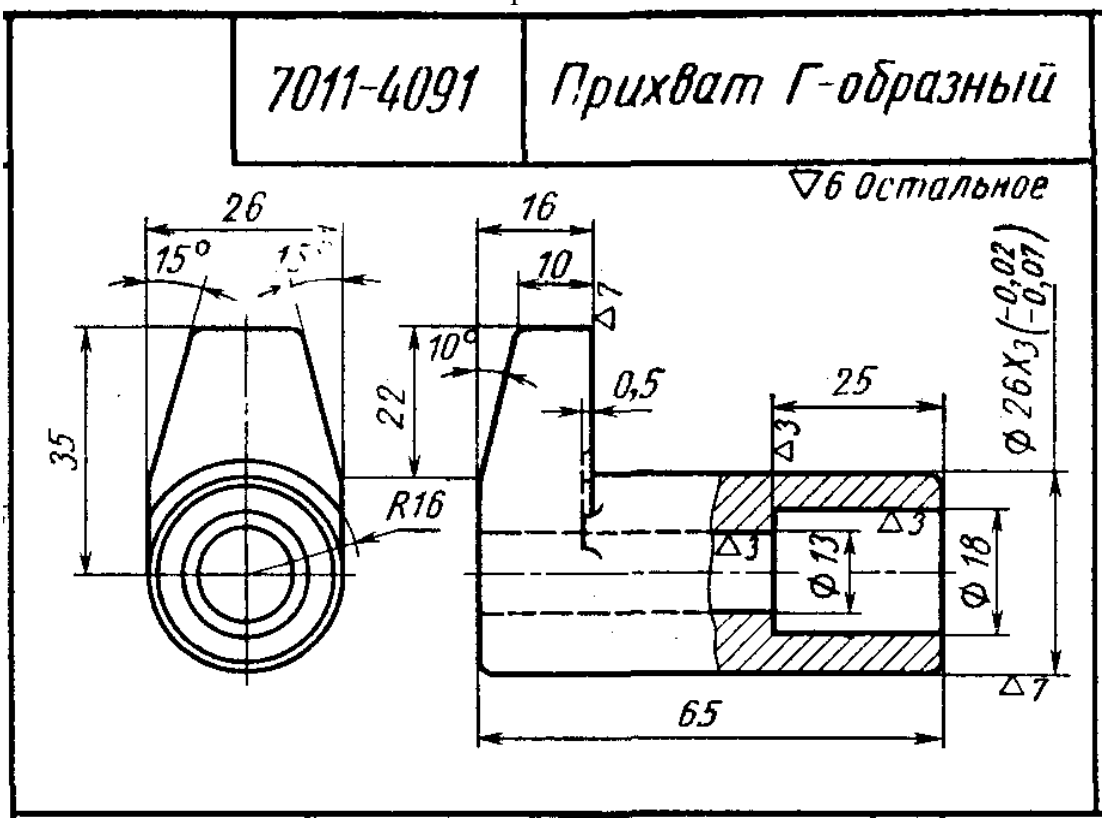

| Обозначение | L | l допуск. ±0,01 | $l_1$ | $l_2$ | α |
|---|---|---|---|---|---|
| 7050-4291 | 100 | 60 | 13 | 12 | 15° |
| 7050-4292 | 130 | 90 | 30 | 23 | 30° |
| 7050-4293 | 160 | 120 | 30 | 23 | 30° |
| 7050-4294 | 190 | 150 | 45 | 23 | 30° |

Вариант 15

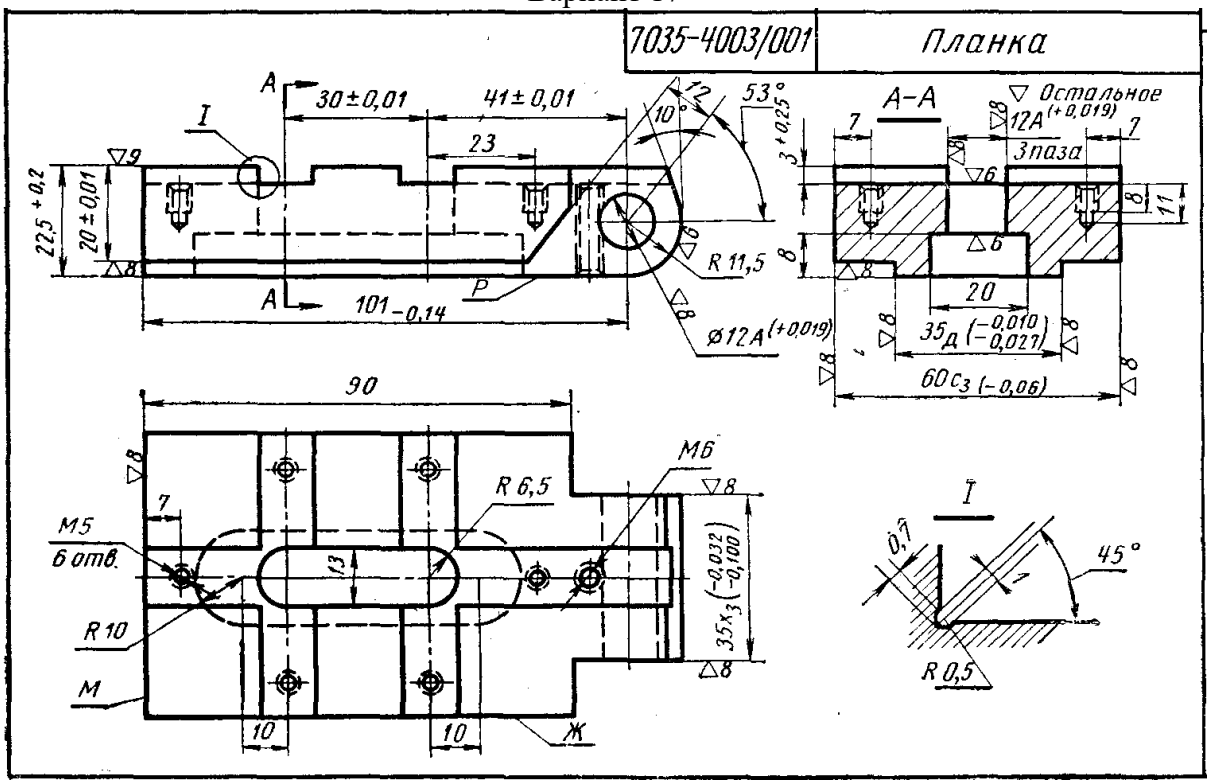



| Обозначение | A допуск. ±0,01 | L | l | Обозначение | A допуск. ±0,01 | L | l |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7050-4331 | 60 | 103 | 20 | 7050-4334 | 120 | 163 | 60 |
| 7050-4332 | 75 | 118 | 20 | 7050-4335 | 150 | 193 | 80 |
| 7050-4333 | 90 | 133 | 40 | 7050-4336 | 180 | 223 | 80 |

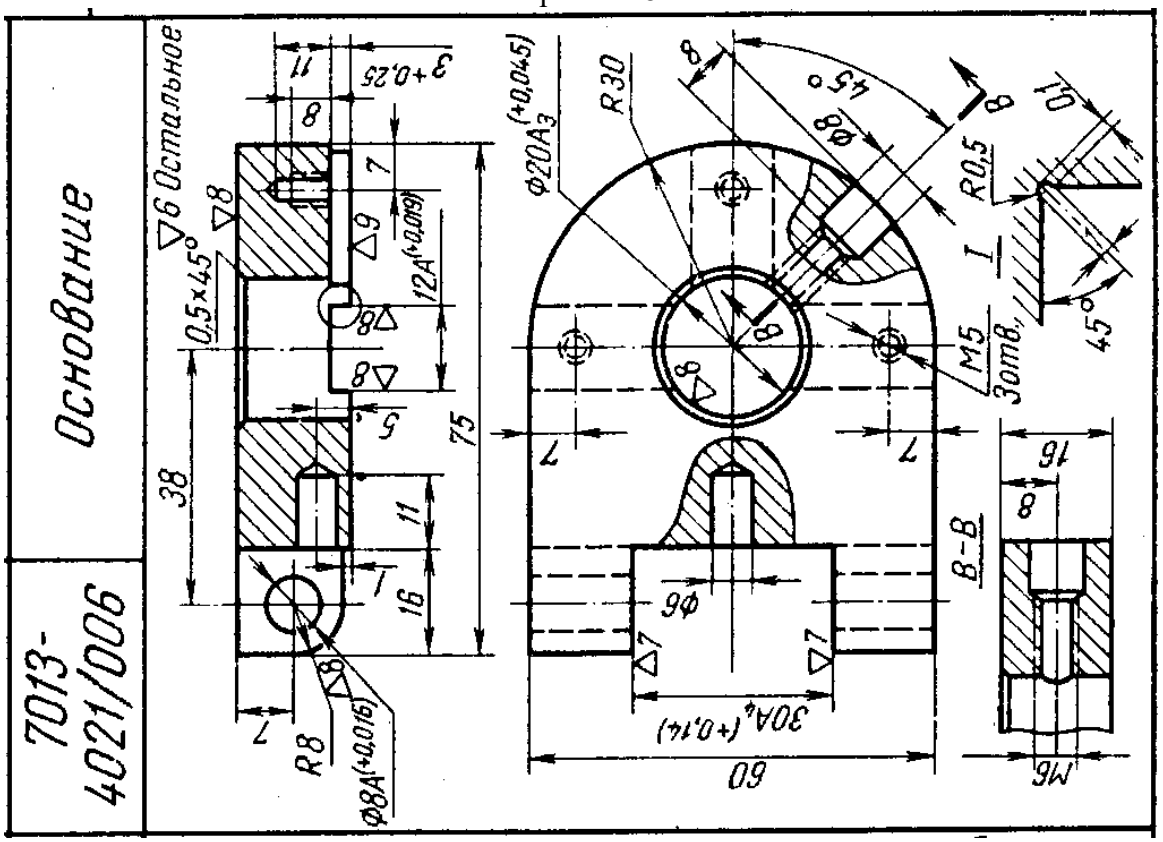
Вариант 16



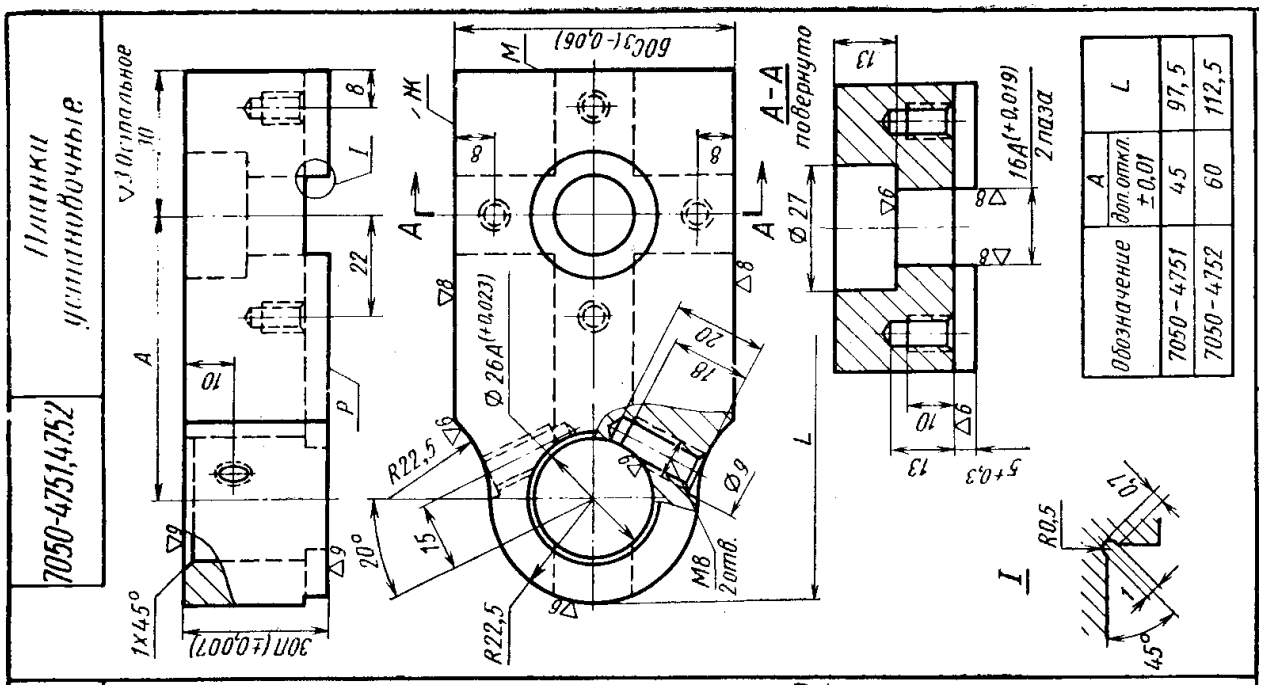

Вариант 17



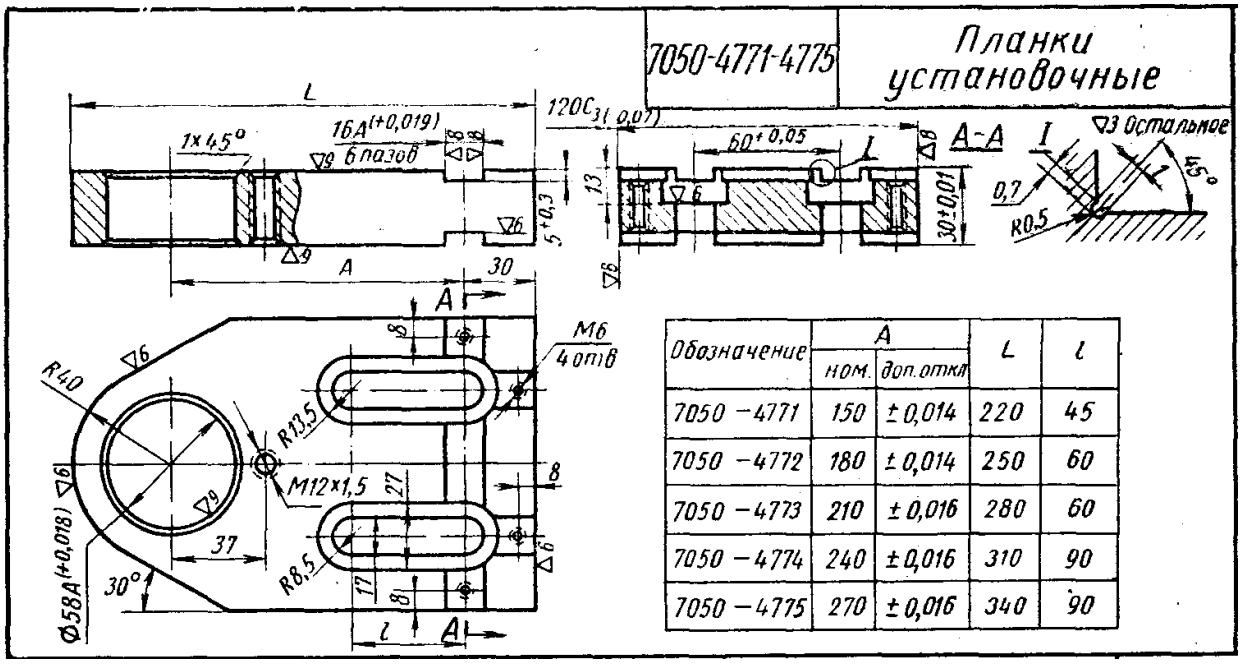
Вариант 18




Вариант 19

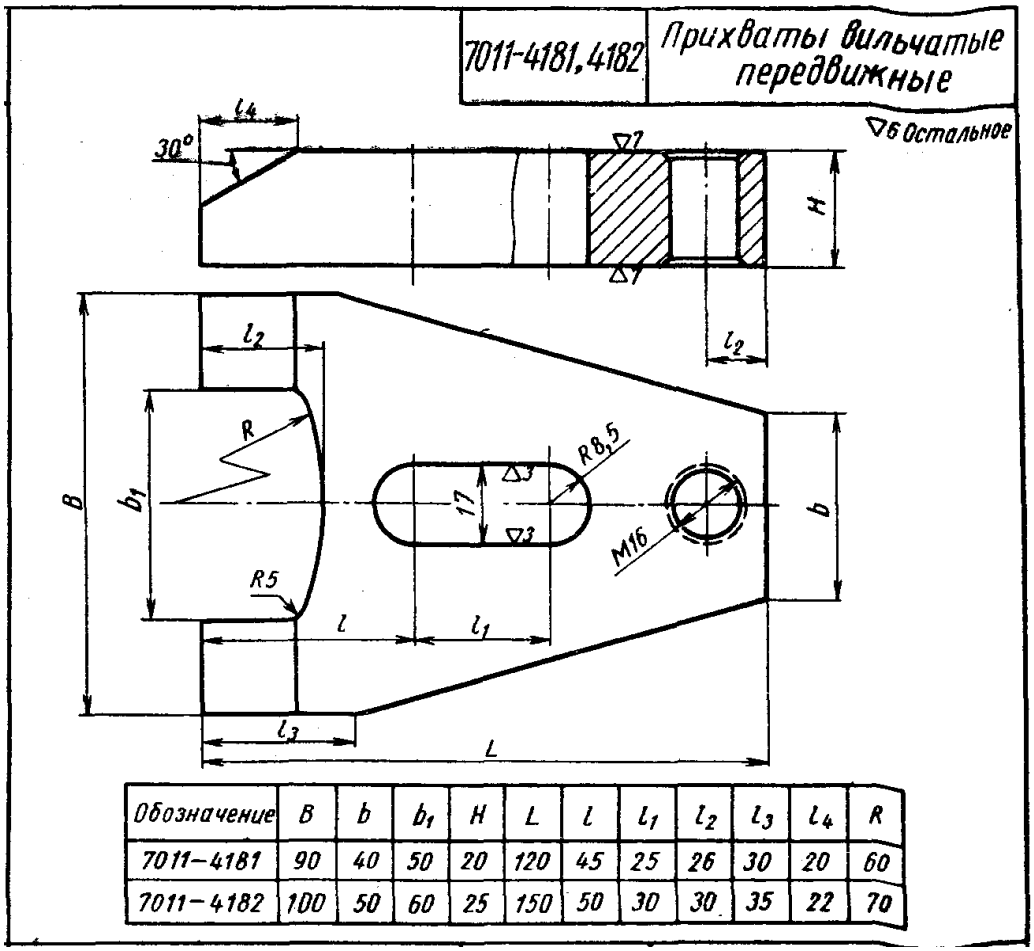


Вариант 20




| Обозначение | A | | L | l |
|---|---|---|---|---|
| | ном. | доп. откл | | |
| 7050 −4771 | 150 | ± 0,014 | 220 | 45 |
| 7050 −4772 | 180 | ± 0,014 | 250 | 60 |
| 7050 −4773 | 210 | ± 0,016 | 280 | 60 |
| 7050 −4774 | 240 | ± 0,016 | 310 | 90 |
| 7050 −4775 | 270 | ± 0,016 | 340 | 90 |

Вариант 21




| Обозначение | B | b | $b_1$ | H | L | l | $l_1$ | $l_2$ | $l_3$ | $l_4$ | R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7011−4181 | 90 | 40 | 50 | 20 | 120 | 45 | 25 | 26 | 30 | 20 | 60 |
| 7011−4182 | 100 | 50 | 60 | 25 | 150 | 50 | 30 | 30 | 35 | 22 | 70 |

## ЛИТЕРАТУРА.


1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Мн.: Выш. школа, 1983. – 256 с.
2. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник/ М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя, т.1, 2, изд.4 / Под. ред. Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.М. М.:Машиностроение, 1985. – 655 с.
4. Егоров М.Е. и др. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1976. – 534 с.
5. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1985. – 496 с.
6. Обработка металлов резанием. Справочник технолога/ Под ред. А.А. Панова. – М.:Машиностроение, 1988. – 736 с.
7. Допуски и посадки. Справочник, ч.1 и 2./Под ред. Мягкова В.Д. – Л.:Машиностроение, 1978. – 670 с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени: вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.:Машиностроение, 1964. – 396 с.

Стекольников Максим Владимирович

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Методические рекомендации

Ответственный за выпуск Стекольников М.В.
Оригинал-макет Стекольников М.В.

Подписано в печать _____
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать RISO.
Объем ___ ___ __ Тираж _____ Заказ № _____

413100, Россия, Саратовская область, г. Энгельс, пл. Свободы, 17
ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.