Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 10.10.2023 15:02:26
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

# Методические разработки по выполнению курсового проекта по дисциплине «Теория и технология горячей объемной штамповки»

Составитель
к.т.н. Гневашев Денис Александрович

2019 г

Металлы и сплавы, применяемые в горячей объемной штамповке.

Основными материалами, применяемыми в машиностроении при изготовлении деталей, узлов машин и различных металлических конструкций, являются металлы и сплавы. Большинство из них обладает способностью необратимо, не разрушаясь, изменять свою форму под действием внешних сил, т. е. пластически деформироваться.

**Металлами** - называются химические элементы, обладающие следующими характерными признаками: непрозрачностью, хорошей проводимостью тепла и электрического тока, характерным «металлическим» блеском в изломе, а также способностью поддаваться ковке, прокатке, волочению, литью и обработке резанием.

**Сплавами** - называются сложные по составу металлические тела, образовавшиеся в результате затвердевания жидкого раствора, состоящие из двух или нескольких металлов и металлоидов.

Чистые металлы почти не применяются, а используют главным образом их сплавы. Металлы и сплавы подразделяют на черные (сталь, чугун) и цветные (медь, алюминий, цинк, свинец, олово и др.).

Материал выбирается конструктором с учетом будущего использования поковки, необходимо знать условия эксплуатации. Следует учитывать при выборе объемной штамповки, при которой особенно жесткие требования предъявляют к технологической пластичности и сопротивлению деформированию штампуемых материалов. Особенностью этих процессов являются очень высокие давления пластического течения металла, достигающие пяти-шести пределов текучести (для алюминиевых сплавов – до 1200 МПа и до 3000 МПа - для сталей) и низкая пластичность в холодном состоянии. Поэтому применяют материалы, имеющие показатель пластичности не менее 20 - 30 % и напряжение текучести, при этом следует также учитывать масштабный фактор (массу поковки) и схему деформирования.

При горячей объемной штамповке чаще всего используют заготовки из низко- и среднеуглеродистых сталей, низколегированных сталей, пластичных (предназначенных для обработки давлением) алюминиевых и медных сплавов:

-Стали конструкционные углеродистые: 3, 10, 20, 35, 40, 45 и др;

-Стали конструкционные низколегированные и легированные: 09Г2С, 16ГС, 15ХМ, 50Г, 35ХМ, 40Х, 40ХН, 40ХН2МА, 38ХН3МА, 38ХН3МФА, 38Х2Н2МА и др ;

- Стали конструкционные теплоустойчивые: 12Х1МФ, 25Х1МФ;

- Стали конструкционные рессорно-пружинные: 65Г, 60С2А;

- Стали инструментальные:У7, У8А, ХВГ, 5ХНМ, 4Х5МФС, 6ХВ2С, 5ХНВС и др;

- Стали и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные: 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 07Х16Н4Б, 03Х17Н14М3, 20Х13, 30Х13, 40Х13, 14Х17Н2, и др ;

–Цветные сплавы на основе меди, алюминия или титана: М1, М2, М3, БрАЖ9-4, БрАЖМц10-3-1,5, БрАЖН10-4-4, ЛС59-1, Л63, АВ, АК4, Амг6, Д16, ПТ-3В, ВТ и др.

Свойства материалов применяемых при горячей объемной штамповке.

Все металлы и сплавы металлов обладают определенными свойствами. Свойства металлов и сплавов разделяют на четыре группы: физические, химические, механические и технологические.

К физическим свойствам металлов и сплавов относятся: плотность, температура плавления, теплопроводность, тепловое расширение, удельная теплоемкость, электропроводность и способность намагничиваться.

Физические свойства сплавов обусловлены их составом и структурой.

**К химическим свойствам металлов** относятся жаростойкость, жаропрочность и коррозионная стойкость.

Из химических свойств металлов коррозионная стойкость особенно важна для изделий, работающих в сильно окислительных средах (детали химических машин и приборов). Высокой коррозионной стойкостью обладают специальные нержавеющие, кислотостойкие и жаропрочные стали.

**К механическим свойствам металлов и сплавов** относятся прочность, пластичность, упругость, твердость, вязкость, хрупкость.

**Прочность** - это способность металла или сплава сопротивляться разрушению под действием внешних сил.

**Пластичность** - свойство металла или сплава изменять свою форму под действием нагрузки не разрушаясь и сохранять принятую форму после прекращения действия нагрузки. Пластичность металлов дает возможность обрабатывать их давлением (ковать, прокатывать, гнуть, вытягивать).

**Упругость** отличается от пластичности тем, что после снятия нагрузки материал принимает первоначальную форму.

**Твердость** - свойство металла или сплава сопротивляться проникновению в него другого, более твердого материала.

**Ударная вязкость** - способность металла выдерживать ударную нагрузку, не разрушаясь.

**Хрупкость** - способность металла или сплава разрушаться под действием ударной нагрузки без пластической деформации.

Химические и механические свойства основных деформируемых металлов и сплавов применяемых при ковке или горячей штамповке указаны в следующих ГОСТах:

ГОСТ 5632-72 «Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие, жаропрочные. Марки и технические требования»;

ГОСТ 380-94, ГОСТ 1050-88 «Сталь углеродистая общего назначения. Марки и технические требования»;

ГОСТ 1050-74 «Сталь углеродистая качественная, конструкционная. Технические условия»;

ГОСТ 4543-71 «Сталь легированная, конструкционная. Технические условия».

ГОСТ 20072-74 «Стали конструкционные теплоустойчивые

ГОСТ 1435-74, ГОСТ 5950-2000 Стали инструментальные

ГОСТ 4784-74 «Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки»;

ГОСТ 14957-76 «Сплавы магниевые деформируемые. Марки»;

ГОСТ 19807-74 «Титан и титановые сплавы, обрабатываемые давлением. Марки»;

ГОСТ 492-73 «Никель, сплавы никелевые и медно-никелевые, обрабатываемые давлением. Марки»;

**К технологическим свойствам металлов** и сплавов относятся обрабатываемость резанием, свариваемость, ковкость, прокаливаемость.

**Обрабатываемость** - свойство металла или сплава, характеризующее его способность подвергаться обработке резанием (определяется по скорости резания, усилию резания и по чистоте обработки).

**Свариваемость** - свойство металла давать доброкачественное соединение при сварке, характеризующееся отсутствием трещин и других пороков металла в швах и прилегающих к шву зонах.

**Ковкость** - способность металла или сплава без разрушения изменять свою форму при обработке давлением.

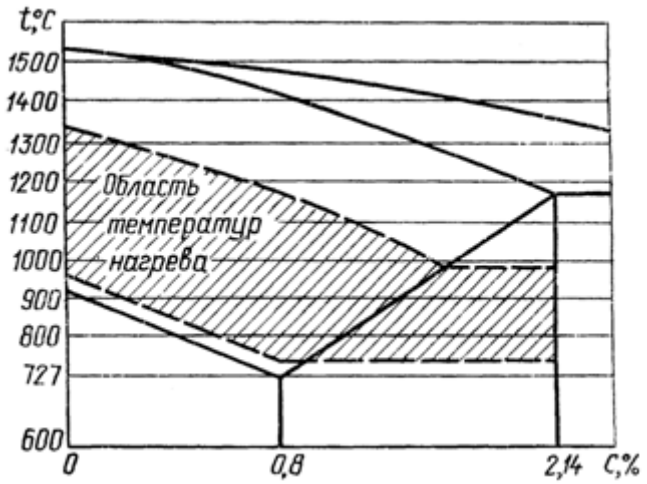
**Прокаливаемость** - способность сплава воспринимать закалку на определенную глубину от поверхности.

Чтобы определить строение, состав и свойства металла, его подвергают испытанию (механические испытания, химический, спектральный, металлографический и рентгенографический анализ, технические пробы и дефектоскопия).

Выбор температурного интервала горячей штамповки

Для горячей обработки давлением металл нагревается до определенной температуры и деформируется до тех пор, пока температура его не опустится до такой, при которой дальнейшая деформация окажется невозможной. Таким образом, металл может быть деформирован в строго определенном температурном интервале. Максимальная температура его называется верхней границей, а минимальная - нижней. Каждый металл имеет свой строго определенный температурный интервал горячей обработки давлением. Верхний предел температурного интервала избирается так, чтобы не было пережигания, интенсивного окисления и обезуглероживания, а также перегрева. При выборе верхней границы температурного интервала для высокоуглеродистых и легированных ста-

лей необходимо иметь в виду их большую склонность к перегреву. Температура нижней границы должна быть такая, чтобы после деформации при этой температуре металл не получил укрепления (наклепа) и имел необходимую величину зерна. Особое значение выбор нижней границы имеет для легированных сталей и сплавов, не имеющих фазовых и аллотропических превращений, например для аустенитных и ферритных сталей. Конечные свойства этих сталей определяются в основном нижней границей температурного интервала (поскольку они не подвергаются термической обработке). Практически верхний предел для углеродистых сталей расположен на 100-200° ниже линии солидуса (рис.1.12). Для доэвтектоидной углеродистых сталей оптимальной температурой конца ковки является А3 + (25 - 50°). На рис. 1.12 температурный интервал нанесен в виде заштрихованной области. Из данного рисунка видно, что с повышением содержания углерода в стали температура границ снижается, а температурный интервал сужается.




| Марка стали | Температура, °С | | | Рекомендуемый интервал ковки, в °С |
|---|---|---|---|---|
| | начала ковки | Конца ковки | | |
| | | не выше | не ниже | |
| 20, 25, 30, 35 | 1280 | 830 | 720 | 1250-750 |
| АО, 45, 50 | 1260 | 850 | 760 | 1220-800 |
| 55, 60 | 1240 | 850 | 760 | 1190-800 |
| 65, 70 | 1220 | 850 | 770 | 1180-800 |
| 15Г, 20Г, ЗОГ | 1250 | 850 | 750 | 1230-800 |
| 40Г, 50Г, 60Г, 65Г | 1220 | 850 | 760 | 1180-800 |
| 10Г2, 30Г2, 35Г2 | 1220 | 870 | 750 | 1200-800 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 40Г2, 45Г2, 50Г2 | 1200 | 870 | 800 | 1180-830 |
| 15Х, 20Х, ЗОХ, 15ХА, 20ХА, ЗО-ХА | 1250 | 870 | 760 | 1200-800 |
| 35Х, 38ХА, 40ХА | 1230 | 870 | 780 | 1180-820 |
| 45Х, 50Х, 45ХА, 50ХА | 1200 | 870 | 800 | 1180-830 |
| 25Н, ЗОН, 25НА, ЗОНА | 1240 | 850 | 750 | 1220-800 |
| 12ХН2, 12ХНЗ, 12ХН2А, 12ХНЗА | 1200 | 870 | 760 | 1180-800 |
| 30ХГС, 35ХГС, ЗОХГСА, 35ХГСА | 1180 | 870 | 800 | 1140-830 |
| 4Х14Н14В2М | 1160 | 950 | 870 | 1140-900 |
| ШХ15 | 1180 | 870 | 830 | 1120-850 |
| ШХ15СГ | 1180 | 900 | 800 | 1150-800 |
| У7, У8, У10 | 1150 | 850 | 800 | — |
| VII, У12, У13 | 1130 | 920 | 870 | — |

Технологическая характеристика получаемой детали.

Классификация молотовых поковок. ( )

Молоты отличаются большой универсальностью, простотой конструкции, ремонта и наладки. Молоты позволяют выполнять операции подкатки и протяжки, поэтому на них можно производить предварительную подготовку заготовки и, следовательно, получать поковки практически любой сложности без применения дополнительного специального оборудования. Вместе с тем, молоты трудно автоматизировать, поэтому их следует применять в среднесерийном производстве мелких и средних поковок сложной формы, в частности с тонкими полотнами, а также крупных стальных поковок, для которых требуемое технологическое усилие превышает 100 МН.

Молотовые поковки можно разделить на три группы:

I- группа поковок характеризуется значительной величиной отношения длины к ширине поковки в плане. Она включает 4 подгруппы (рисунок…)

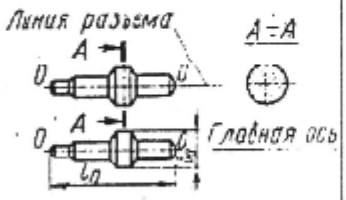
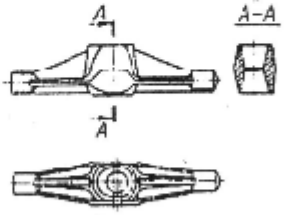
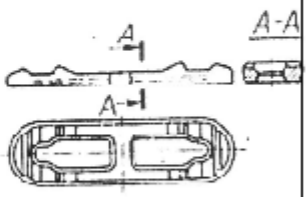
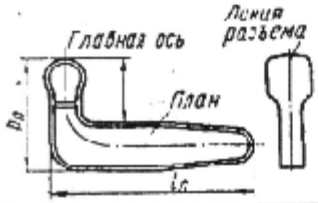
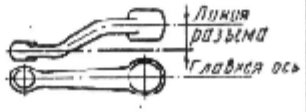
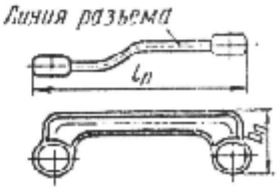
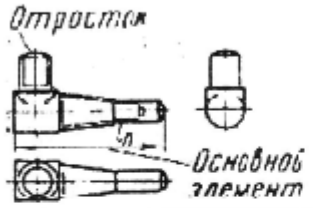
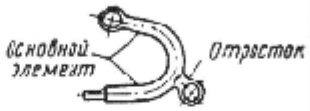
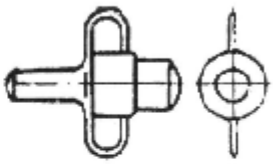
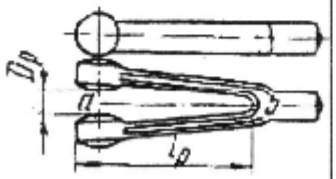
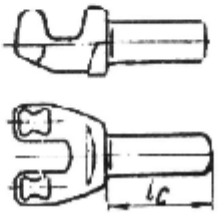
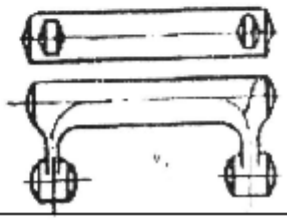
| № подгруппы | Поковки группы I | | |
|---|---|---|---|
| | А | Б | В |
| 1 | С простыми поперечными сечениями (круглые, трапецеидальные и т.д.) и получаемые в штампе при незначительном выдавливании металла   | Со сложными поперечными сечениями (ребристые двутавровые и т.д.), получаемые при штамповке за счет значительного выдавливания металла   | Со сложными сечениями, элементами с тонким полотном и наметками под прошивку отверстий различной формы   |
| 2 | Только с кривой главной осью   | Только с кривой линией разъема   | Главная ось и линия разъема кривые   |
| 3 | С вытянутой осью и отростком   | С изогнутой осью и отростком   | С двумя и более отростками, симметричные и несимметричные  |
| 4 | С развилиной, приводимые к подгруппе с вытянутой осью (подгруппе 1) за счет значительной длины развилины  | С развилиной, приводимые к подгруппе с вытянутой осью (подгруппе 1) за счет значительной длины стержня  | С развилиной, приводимые к подгруппе с изогнутой осью (подгруппе 2)  |

Рисунок ….

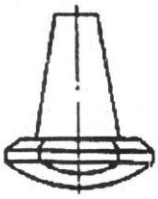
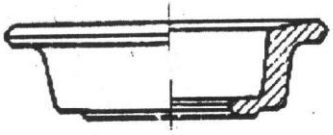
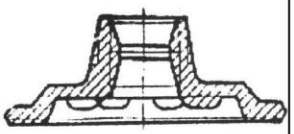
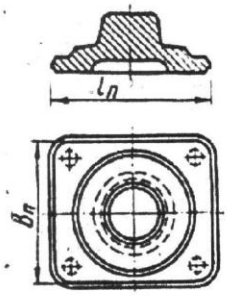
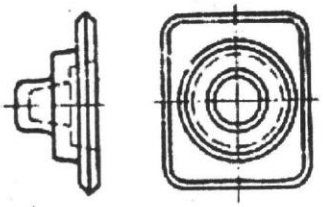
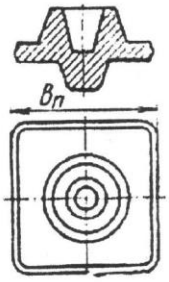
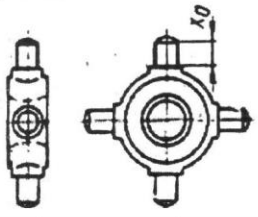
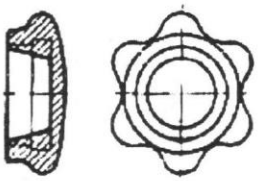
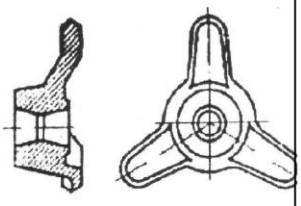
1 подгруппа включает поковки с вытянутой осью, с прямой линией разъема или прямой главной осью.

2 подгруппа включает поковки с изогнутой осью, у которых или главная ось, или линия разъема представляют собой кривые линии.

3 подгруппа включает поковки с отростками, односторонне смещенными элементами, приводящими к плавному или резкому искривлению главной оси.

4 подгруппа включает поковки с развилинами, у которых главная ось на некотором участке проходит не по сплошному телу поковки, а между отдельными ее элементами, составляющими развилину.

II - группа поковок характеризуется примерно равной величиной размеров, расположенных во взаимно перпендикулярных направлениях. Включает 3 подгруппы:

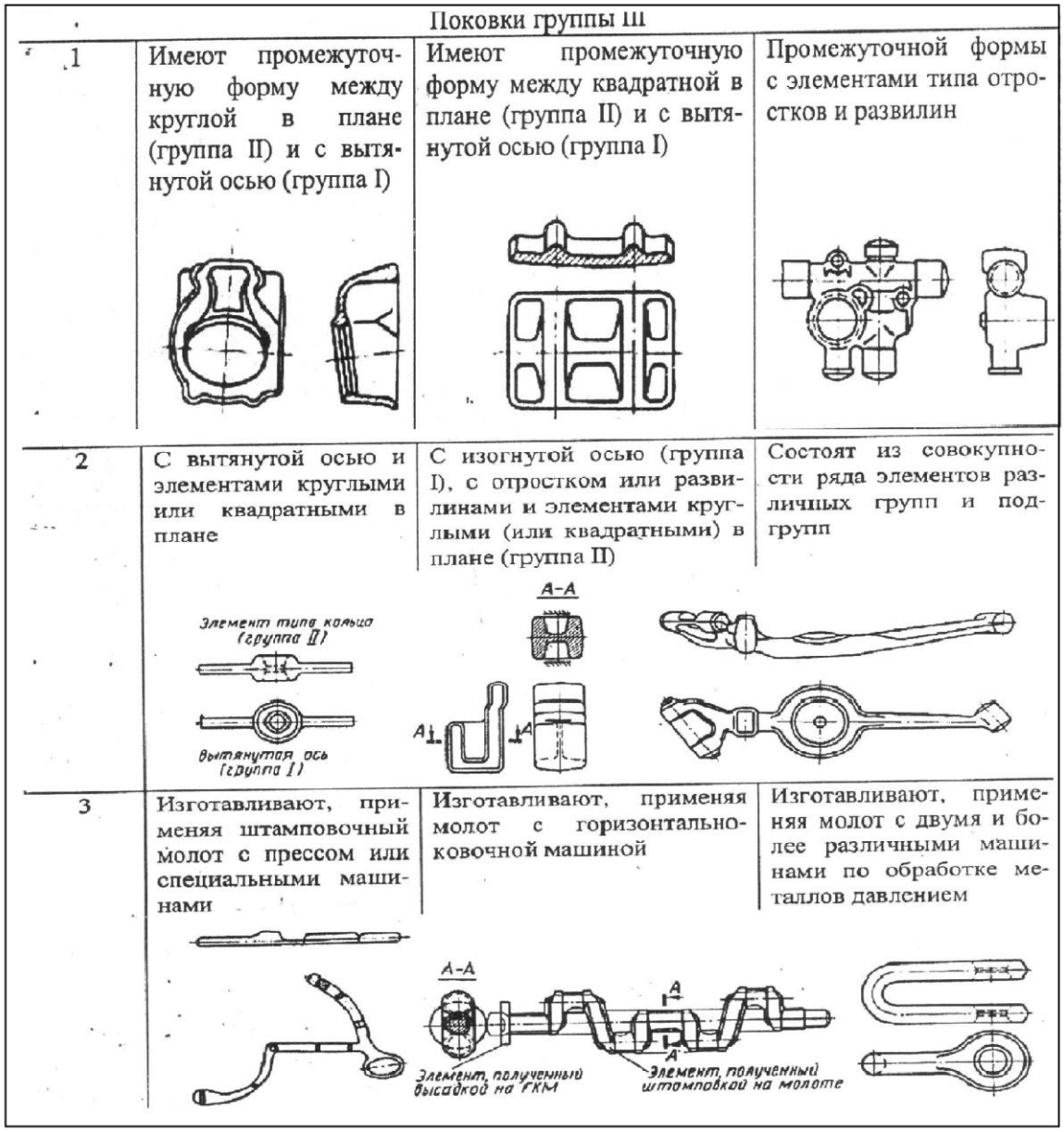
| Поковки группы II | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | При штамповке преобладают осаживание и выдавливание металла  | При штамповке преобладают осаживание и прошивка с раздачей металла  | При штамповке преобладают осаживание, прошивка с раздачей и выдавливание металла  |
| 2 | При штамповке преобладают осаживание и выдавливание металла   | При штамповке преобладают осаживание и прошивка с раздачей металла  | При штамповке преобладают осаживание, прошивка с раздачей и выдавливание металла   |
| 3 | Типа крестовин с четырьмя симметрично расположенными отростками одинаковой длины   | С несколькими (более четырех) симметрично расположенными отростками примерно одинаковой длины  | С несимметрично расположенными отростками и отростками различной длины  |

1 подгруппа включает поковки круглые в плане типа колец, втулок, зубчатых колес, фланцев и т.д.

2 подгруппа включает поковки квадратные в плане типа кожухов, крышек, фланцев и т.п.

3 подгруппа включает поковки типа крестовин и поковки с отростками.

III - группа поковок объединяет поковки промежуточной, смешанной и комбинированной конфигурации.




1 подгруппа включает поковки, которые по своей и соотношениям размеров занимают промежуточное положение между поковками 1 и 2 групп.

2 подгруппа включает поковки, конфигурация которых состоит из совокупности элементов, каждый из которых может быть отнесен к одной или другой группе.

3 подгруппа включает поковки промежуточной и смешанной конфигурации, изготовляемые методом расчленения процесса на различных видах оборудования.

Разработка чертежа поковки

В разделе приведены термины и пояснения, установленные настоящим стандартом ГОСТ 7505-89.

Настоящий стандарт распространяется на стальные штампованные поковки массой не более 250кг и (или) с линейным габаритным размером не более 2500мм, изготовленные горячей объемной штамповкой.

Стандарт устанавливает наибольшие величины допуска размеров, отклонений формы, припусков, кузнечных напусков и наименьшие радиусы закругления наружных углов.

## 1. Разработка чертежа поковки

### 1.1. Рекомендации по выбору варианта технологического процесса штамповки.

Разработке конкретных этапов технологического процесса горячей объемной штамповки должен предшествовать выбор основного штамповочного агрегата и типа штампа. В машиностроительном производстве наиболее широко распространены паровоздушные штамповочные молоты, кривошипные горячештамповочные прессы и гидравлические прессы. Для вновь создаваемых производств выбор оборудования должен быть обоснован технико-экономическими расчетами. Исходными данными при выполнении этих расчетов являются: номенклатура поковок, серийность и объем производства, степень механизации и автоматизации технологического процесса, себестоимость продукции, срок окупаемости капитальных затрат.

При выборе штамповочного оборудования следует учитывать присущие различным его типам особенности деформации, преимущества и недостатки.

Молоты отличаются большой универсальностью, простотой конструкции, ремонта и наладки. Молоты позволяют выполнять операции подкатки и протяжки, поэтому на них можно производить предварительную подготовку заготовки и, следовательно, получать поковки практически любой сложности без применения дополнительного специального оборудования. Вместе с тем, молоты трудно автоматизировать, поэтому их следует применять в среднесерийном производстве мелких и средних поковок сложной формы, в частности с тонкими полотнами, а также крупных стальных поковок, для которых требуемое технологическое усилие превышает 100 МН.

Область применения КГШП - автоматизированное крупносерийное производство поковок массой до 150 кг. Штамповка на КГШП может оказаться эффективной и в цехах с ограниченным объемом производства, так как энергоносителем для прессов является электроэнергия, а не пар или сжатый воздух, как для молотов. Следует избегать использования КГШП для штамповки тонкостенных поковок, так как в этом случае велика опасность их перегрузки, что может привести к заклиниванию и поломкам.

Гидравлические прессы, вследствие их тихоходности, для производства мелких и средних поковок не используются. Основная область их применения штамповка поковок их цветных металлов и сплавов, титановых и жаропрочных сплавов в высоконагретом инструменте. Гидропрессы могут применяться и для штамповки крупных стальных поковок, часто в сочетании с последующей раскаткой, а также для штамповки выдавливанием.

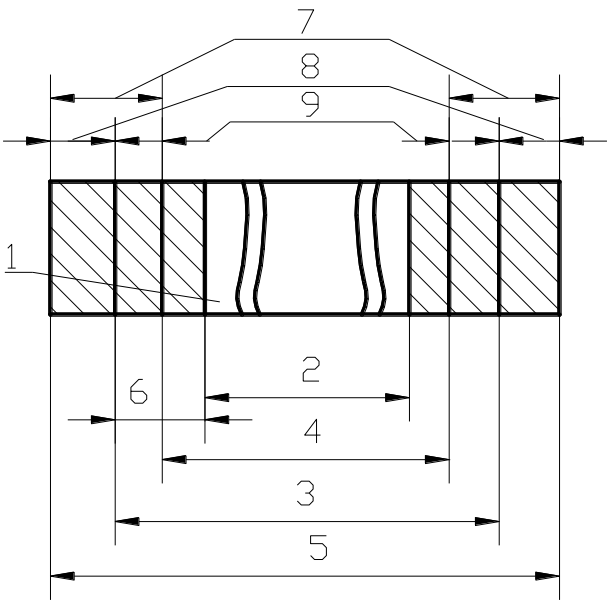
Эффективность разрабатываемой технологии объемной штамповки во многом зависит от выбранного типа штампа: открытого или закрытого. Открытые штампы являются наиболее распространенными вследствие простоты их конструкции и наладки. Они применяются для получения поковок средней и высокой степени сложности, так как обладают высокой стойкостью и надежностью и позволяют снизить требования к точности исходных заготовок и качеству нагрева. Наличие компенсатора избыточного объема заготовки в виде облойной канавки дает возможность получать из заготовок относительно низкой точности поковки относительно высокой точности, удерживая колебания массы и размеров в достаточно узких пределах. Известные недостатки открытой штамповки состоят в повышенном расходе металла, необходимости применения обрезного оборудования, а также в пониженных механических свойствах материала поковки в зоне прилегающей к плоскости разъема штампов.

Применение закрытых штампов может быть рекомендовано для штамповки осесимметричных или близких к ним в плане поковок, когда основной формоизменяющей операцией является осадка. К таким поковкам относятся дисковые фрезы, диски с невысокими ступицами, шестерни и т.п. Следует иметь в виду, что для успешного применения закрытой штамповки допустимое колебание массы заготовок составляет 3%, а номинальная сила пресса должна превышать расчетную силу деформации на 50-60%.

## 1.2. Термины и пояснения

В разделе приведены термины и пояснения, установленные настоящим стандартом ГОСТ 7505-89 [12].

1. *Поковка стальная штампованная* (в дальнейшем – поковка) – изделие, изготовленное горячей объемной штамповкой в соответствии с техническими требованиями ГОСТ 8479.
2. *Форма поковки* – пространственная фигура, определенная номинальными линейными и угловыми размерами.
3. *Масса поковки* – весовой параметр поковки, определяемый исходя из ее формы и плотности стали.
4. *Номинальный линейный размер поковки* – геометрический параметр, измеряемый в единицах длины и определяемый исходя из номинального линейного размера детали, установленного припуска (рис. 1.1) и кузнечного напуска.




1. деталь;
2. размер детали;
3. номинальный диаметр поковки;
4. наименьший предельный размер поковки;
5. наибольший предельный размер поковки;
6. величина припуска;
7. допуск (поле допуска);
8. положительная величина допускаемого отклонения;
9. отрицательная величина допускаемого отклонения

*Рис. 1.1*. **Размеры.**

5. *Номинальный угловой размер поковки* – геометрический параметр, измеряемый в угловых единицах и определяемый исходя из номинального углового размера детали.

6. *Действительный размер поковки* – фактический размер, полученный измерением с допустимой погрешностью.

7. *Предельные размеры поковки* – два предельно допускаемых размера, между которыми должен находиться или быть одним из них действительный или номинальный размер.

8. *Допускаемое отклонение размера поковки* – алгебраическая величина между предельным и соответствующим номинальным размерами.

9. *Допуск (поле допуска) размера поковки* – абсолютная величина разности между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

10. *Геометрические параметры поковки* (рис. 1.2 и 1.3).

*Длина* (*L, l*), *ширина* (*B, b*), *диаметр* (*D, d*), *высота и глубина* (*H, h*) – размеры элементов поковки, получаемых в одной части штампов.

*Толщина* (*T, t*) – высотный размер геометрического элемента поковки, получаемого в обеих частях штампа.

*Межосевое расстояние*:

$A_1$ – размер отрезка прямой, соединяющей два центра и не пересекающей наружный контур поковки (см. рис. 1.2);

$A_2$ – то же, пересекающей наружный контур поковки (см. рис. 1.3).

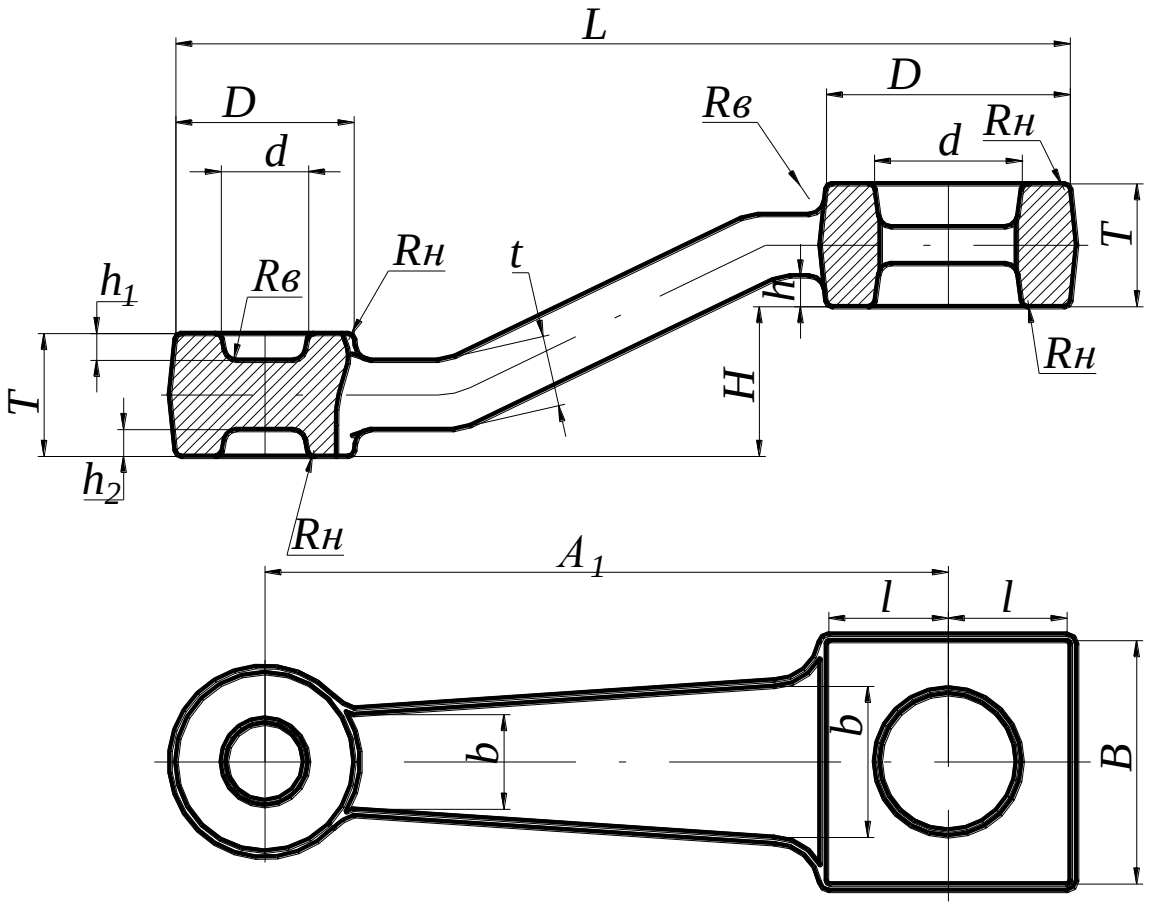



*Рис. 1.2*. **Геометрические параметры поковки**.

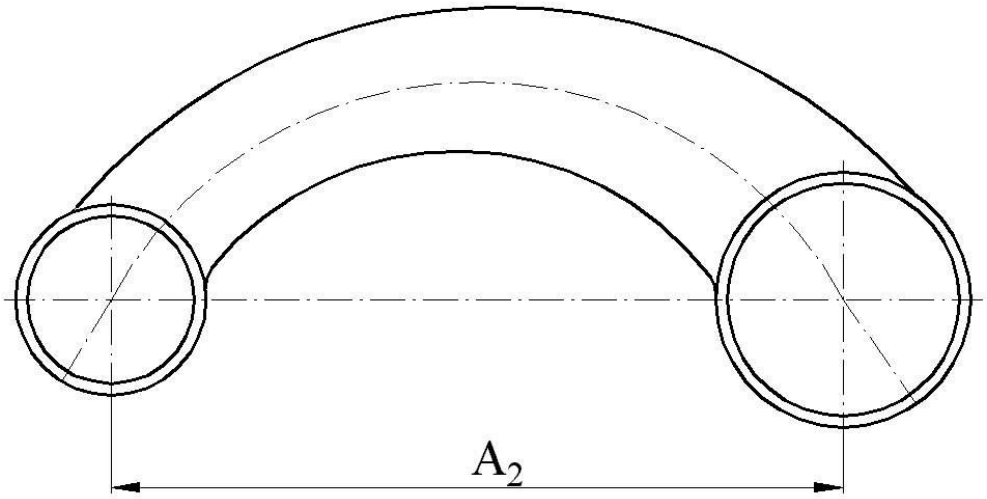



*Рис. 1.3*. **Межосевое расстояние $A_2$.**

*Радиус закругления внутреннего угла* ($R_B$) – радиус закругления в сечении вогнутого участка поверхности поковки (см. рис. 1.2).

*Радиус закругления наружного угла* ($R_H$) – радиус закругления в сечении выпуклого участка поверхности поковки (см. рис. 1.2).

11. *Допуск формы поковки* – допустимая величина отклонения формы поковки

12. *Отклонение формы поковки*:

*Смещение по поверхности разъема штампа* ($m$) – отклонение формы поковки в виде наибольшего линейного переноса по плоскости одной части поковки относительно другой, вычисляемое по формулам:

для штампов с одной поверхностью разъема (рис. 1.4, а)

$$m = \frac{a_2 - a_1}{2};$$

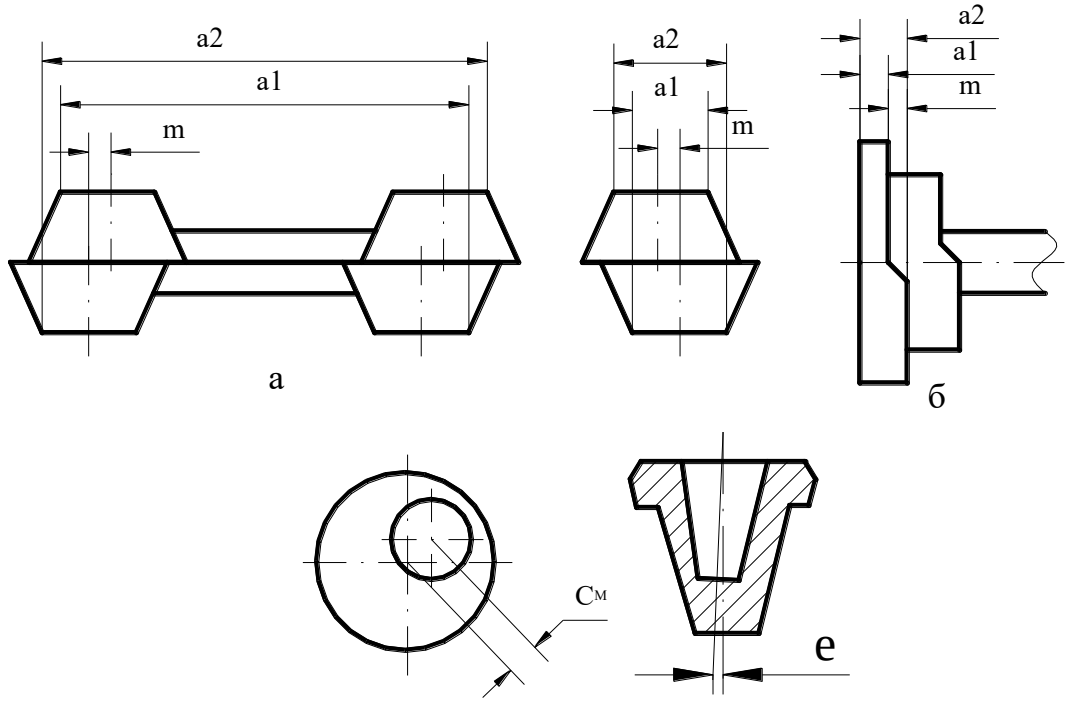
для штампов с двумя и более поверхностями разъема (рис. 1.4, б)

$$m = a_2 - a_1,$$

где m – величина смещения;

$a_1$ – наименьший размер поковки в направлении линейного переноса;

$a_2$ – наибольший размер поковки в направлении линейного переноса.




а б в г

*Рис. 1.4*. **Отклонения формы поковки**.

*Отклонение от концентричности* ($C_м$) – расстояние от центра глухого или пробитого отверстия до заданных координат центра этого отверстия по чертежу поковки (рис. 1.4, в).

*Отклонение от соосности* ($e$) – угловое отклонение оси отверстия от оси поковки (рис. 1.4, г), измеряемое в единицах длины.

*Остаточный облой* (г) – выступ, оставшийся на поковке после обрезки облоя или пробивки отверстия (рис. 1.5, а).

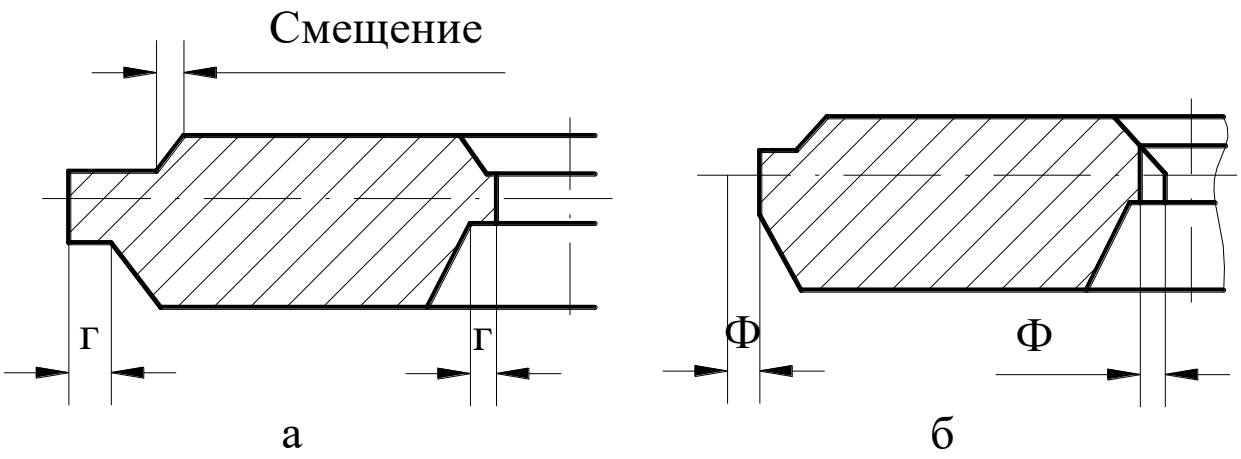



*Рис. 1.5*. **Остаточный облой – а; срезанная кромка - б**.

*Срезанная кромка* (Ф) – кромка поковки, образовавшаяся при обрезке облоя или пробивке отверстия (рис. 1.5, б).

*Заусенец* (к) – выступ, образовавшийся на поверхности поковки в непредусматриваемых для размещения облоя местах сочленения частей штампа (зазорах), а также при обрезке облоя и пробивке отверстия и измеряемый по высоте (рис. 1.6: а – при безоблойной штамповке, б – при штамповке в штампах с разъемными матрицами, в – при обрезке облоя и пробивке отверстия).

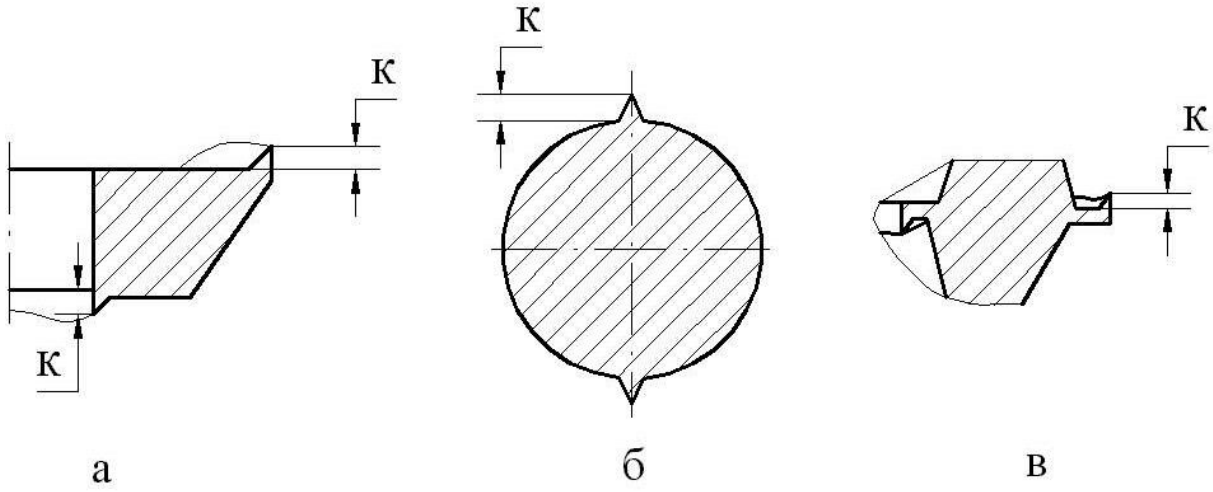



*Рис. 1.6*. **Виды заусенцев**.

*След от выталкивателя штампа* – местное отклонение положения поверхности поковки под действием выталкивателя штампа.

*Изогнутость* ($P_И$) – отклонение осевой линии поковки от номинального положения в направлении наибольшей длины или ширины поковки (рис. 1.7, а).

*Отклонение от плоскостности* – отклонение от плоскости, оцениваемое наибольшим расстоянием от точек действительной поверхности до прилегающей плоскости (см. рис. 1.7, а).

*Допуск плоскостности* ($P_a$) – наибольшее допускаемое значение отклонения от плоскостности (см. рис. 1.7, а).

*Отклонение от прямолинейности* – отклонение от прямолинейности в плоскости, оцениваемое величиной наибольшего расстояния от точек действительного профиля до прилегающей прямой (см. рис. 1.7, б).

*Допуск прямолинейности* ($P_б$) – наибольшее допускаемое значение отклонения от прямолинейности.

*Радиальное биение* – разность наибольшего и наименьшего расстояния от профиля сечения поковки до его оси.

*Допуск радиального биения* – наибольшее допускаемое значение радиального биения.

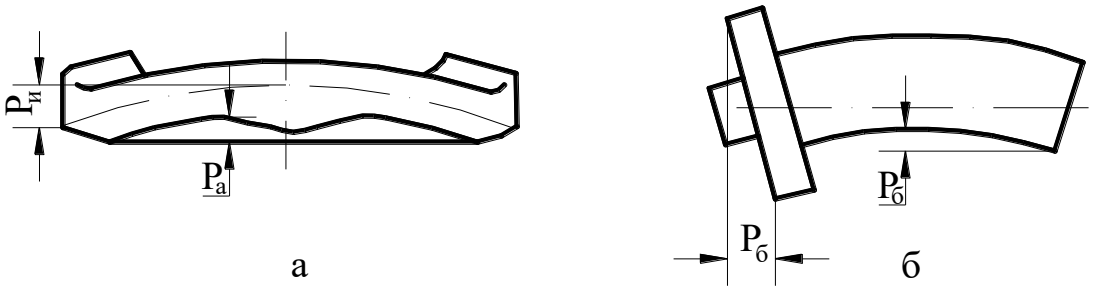



*Рис. 1.7*. **Изогнутость, отклонения от плоскостности, допуск плоскостности – а; отклонения от прямолинейности – б.**

13. *Припуск* – слой металла на обрабатываемых частях поверхности поковки, удаляемый при ее механической обработке.

14. *Кузнечный напуск* – дополнительный объем металла (слой) на обрабатываемых или необрабатываемых частях поверхности поковки, необходимый для осуществления формоизменяющих операций.

15. *Масса поковки расчетная* – установленная величина, используемая при назначении припусков и допусков.

16. *Исходный индекс* – условный показатель, учитывающий в обобщенном виде суму конструктивных характеристик (класс точности, группу стали, степень сложности, конфигурацию поверхности разъема) и массу поковки.

## 1.4. Расчет (назначение) припусков, кузнечных напусков и допусков. (По ГОСТ 7505-89).

Допуски, припуски и кузнечные напуски устанавливаются в зависимости от конструктивных характеристик поковки - *класса точности*, *группы стали*, *степени сложности*, *конфигурации плоскости разъема штампа*, - и определяются исходя из шероховатости обработанной поверхности детали, изготовляемой из поковки, а также в зависимости от величины размеров и массы поковки.

### 1.4.1. Исходные данные для расчета

*Расчетная масса поковки* определяется как масса подвергаемых деформации поковки (поковок) или ее частей. В массу поковок не входят масса облоя и перемычки пробитого отверстия.

При высадке поковок на горизонтально-ковочных машинах или местной штамповке на молотах и прессах масса поковки включает массу части стержня, зажатого штампами.

Расчетная масса поковки определяется исходя из ее номинальных размеров.

Ориентировочную величину расчетной массы поковки ($M_{n.p.}$) допускается вычислять по формуле:

$$M_{n.p.} = M_{д} \cdot K_{p}$$

где $M_{n.p.}$ - расчетная масса поковки, кг;

$M_{д}$ - масса детали, кг;

$K_{p}$ - расчетный коэффициент, устанавливаемый в соответствии с табл. 1.1.

*Таблица 1.1*

**Коэффициент ($K_p$) для определения ориентировочной расчетной массы поковки**

| Характеристика детали | Типовые представители | $K_р$ |
|---|---|---|
| Удлиненной формы | | |
| С прямой осью | Валы, оси, цапфы, шатуны | 1,3-1,6 |
| С изогнутой осью | Рычаги, сошки рулевого управления | 1,1-1,4 |
| Круглые и многогранные в плане | | |
| Круглые | Шестерни, ступицы, фланцы | 1,5-1,8 |
| Квадратные, прямоугольные, многогранные | Фланцы, ступицы, гайки | 1,3-1,7 |
| С отростками | Крестовины, вилки | 1,4-1,6 |
| Комбинированной (сочетающей элементы групп 1 и 2-й) конфигурации | Кулаки поворотные, коленчатые валы | 1,3-1,8 |
| С большим объемом необрабатываемых поверхностей | Балки передних осей, рычаги переключения коробок передач, буксирные крюки | 1,1-1,3 |
| С отверстиями, углублениями, поднутрениями, не оформляемыми в поковке при штамповке | Полые валы, фланцы, блоки шестерен | 1,8-2,2 |

*Класс точности поковки* устанавливается в зависимости от технологического процесса и оборудования для ее изготовления (табл. 1.2), а также исходя из предъявляемых требований к точности размеров поковки.

Допускаются различные классы точности для разных размеров одной и той же поковки. При этом класс точности определяется по преобладающему числу размеров одного класса точности, предусмотренному чертежом поковки, и согласовывается между изготовителем и потребителем.

*Группа стали* назначается в зависимости от химического состава:

М1 – сталь с массовой долей углерода до 0,35% включительно и суммарной массовой долей легирующих элементов до 2,0% включительно.

М2 – сталь с массовой долей углерода свыше 0,35 до 0,65% включительно или суммарной массовой долей легирующих элементов свыше 2,0 до 5,0% включительно.

М3 – сталь с массовой долей углерода свыше 0,65% или суммарной массовой долей легирующих элементов свыше 5,0%

**Примечание:**

*При назначении группы стали определяющим является среднее массовое содержание углерода и легирующих элементов (Si, Mn, Cr, Ni, Mo, W, V).*

*Таблица 1.2*

**Выбор класса точности поковок**

| Основное деформирующее оборудование, технологические процессы | Класс точности | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 |
| Кривошипные горячештамповочные прессы: Открытая (облойная) штамповка | | | + | + | + |
| Закрытая штамповка | | + | + | | |
| Выдавливание | | | + | + | |
| Горизонтально-ковочные машины | | | | + | + |
| Прессы винтовые, гидравлические | | | | + | + |
| Горячештамповочные автоматы | | + | + | | |
| Штамповочные молоты | | | | + | + |
| Калибровка объемная (горячая и холодная) | + | + | | | |
| Прецизионная штамповка | + | | | | |

**Примечания:**

1. *Для 1-го класса точности Т1 допуски устанавливаются на те функциональные поверхности, которые не подвергаются окончательной обработке.*
2. *Прецизионная штамповка – способ штамповки, обеспечивающий устанавливаемую точность и шероховатость одной или нескольких функциональных поверхностей поковки, которые не подвергаются окончательной обработке.*
3. *При пламенном нагреве заготовок допускается снижение точности для классов Т2-Т4 на один класс.*

4. *При холодной или горячей плоскостной калибровке точность принимается на один класс выше.*

**Степени сложности поковок**

Степень сложности является одной из конструктивных характеристик формы поковок, качественно оценивающей ее, и используется при назначении припусков и допусков.

Степень сложности определяют путем вычисления отношения массы (объема) $G_n$ поковки к массе (объему) $G_ф$ геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки. Геометрическая фигура может быть шаром, параллелепипедом, цилиндром с перпендикулярными к его оси торцами или прямой правильной призмой (рис. 1.10).

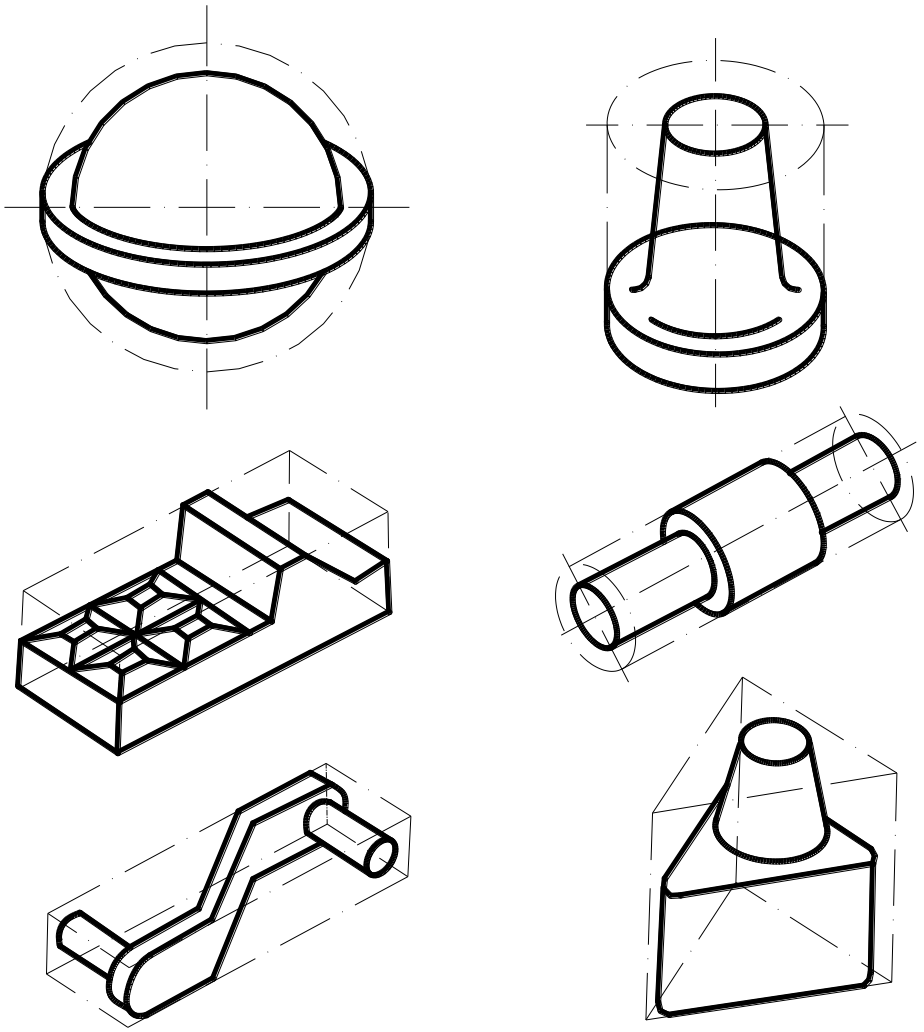


*Рис. 1.10.* **Геометрические фигуры, в которые вписывается форма поковки.**

При вычислении отношения $G_п/G_ф$ принимают ту из геометрических фигур масса (объем) которой наименьший.

При определении размеров описывающей поковку геометрической фигуры допускается исходить из увеличения в 1,05 раза габаритных линейных размеров детали, определяющих положение ее обработанных поверхностей.

Степеням сложности поковок соответствуют следующие численные значения отношения $G_п/G_ф$:

| | |
|---|---|
| С1 | - св. 0,63 |
| С2 | - св. 0,32 до 0,63 включ. |
| С3 | - св. 0,16 до 0,32 включ. |
| С4 | - до 0,16 включ. |

Степень сложности С4 устанавливается для поковок с тонким элементами, например, в виде диска, фланца, кольца (рис. 1.11), в том числе с пробиваемыми перемычками, а также для поковок с тонким стержневым элементом, или отношения *t/D*; *t/L*; *t/(D-d)* не превышают 0,20 и *t* не более 25 мм (где *D* – наибольший размер тонкого элемента, *t* – толщина тонкого элемента, *L* – длина тонкого элемента, *d* – диаметр элемента поковки, толщина которого превышает величину *t*).

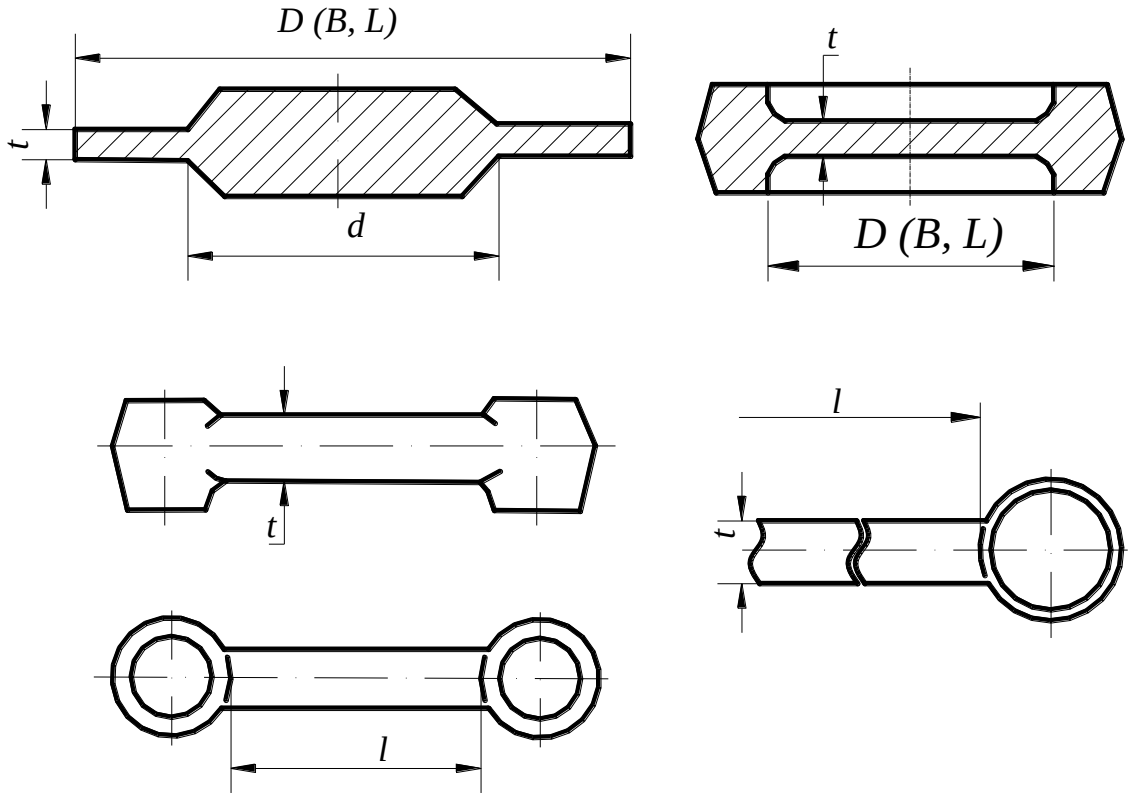



*Рис. 1.11*. **Примеры поковок с тонкими элементами**.

Для поковок, полученных на горизонтально-ковочных машинах, допускается определять степень сложности формы в зависимости от числа переходов:

С1 – не более чем при двух переходах;

С2 – при трех переходах;

С3 – при четырех переходах;

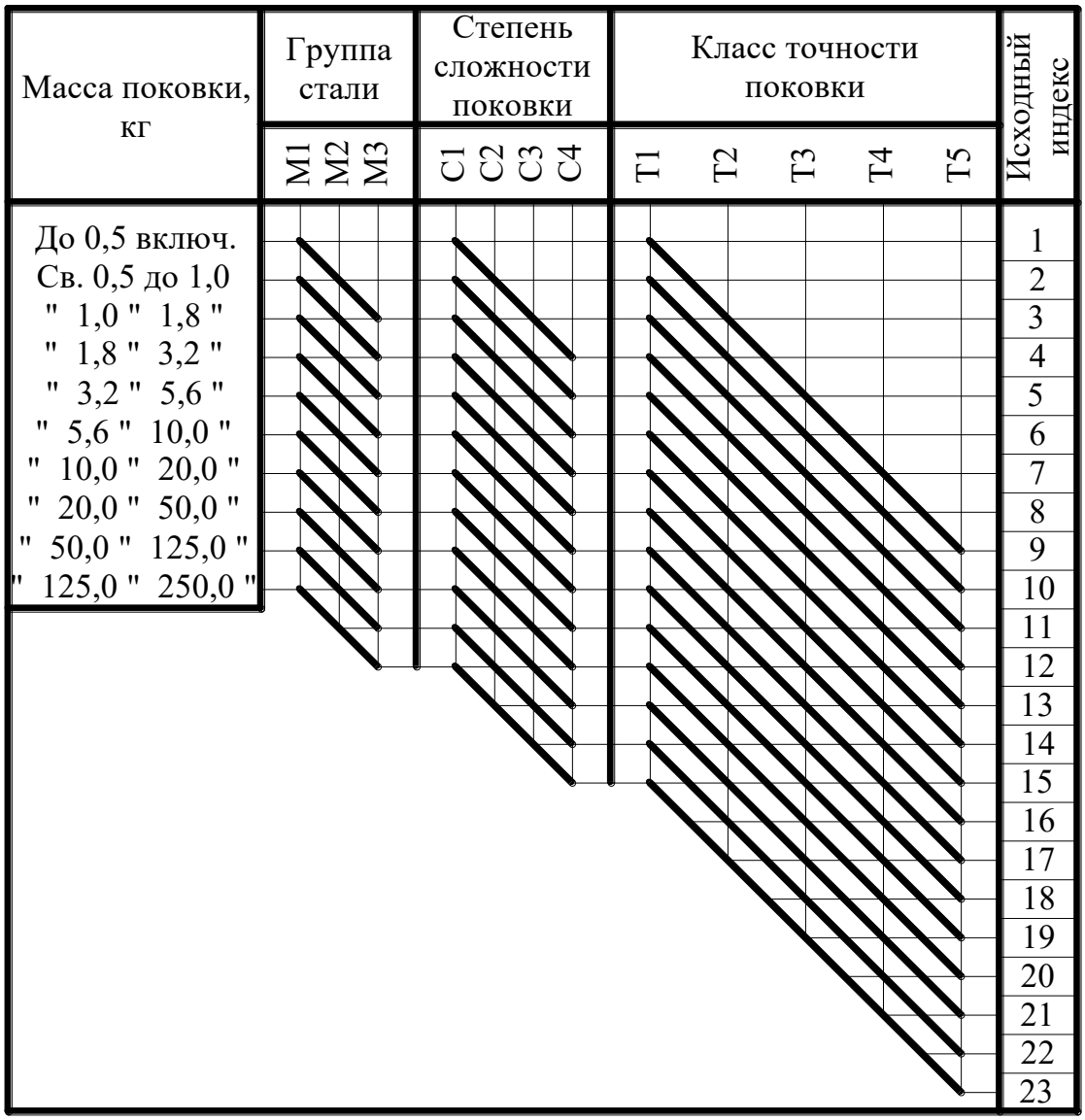
С4 – более чем при четырех переходах или при изготовлении на двух ковочных машинах.

*Конфигурация плоскости разъема штампа*:

П – плоская
$И_с$ – симметрично изогнутая
$И_н$ – несимметрично изогнутая

*Таблица. 1.3*

**Определение исходного индекса**




*Определение исходного индекса*

Исходный индекс для последующего назначения основных припусков, допусков и допускаемых отклонений определяется в зависимости от массы, марки стали, степени сложности и класса точности поковки (табл. 1.3).

Для определения исходного индекса по табл 1.3 в графе «Масса поковки» находят соответствующую данной массе строку и, смещаясь по горизонтали вправо или по утолщенным наклонным линиям вправо вниз до пересечения с вертикальными линиями, соответствующими заданным значениям группы стали М, степени сложности С, класса точности Т, устанавливают исходный индекс (от 1 до 23).

Примеры (см. табл. 1.3):

1. Поковка массой 0,5 кг, группа стали М1, степень сложности С1, класс точности Т2.

Исходный индекс – 3.

2. Поковка массой 1,5 кг, группа стали М3, степень сложности С2, класс точности Т1.

Исходный индекс – 6.

Исходный индекс должен быть указан на чертеже поковки.

### 1.4.2. Припуски на механическую обработку

Припуск на механическую обработку включает основной, а также дополнительные припуски, учитывающие отклонения формы поковки. Величины припусков следует назначать на одну сторону номинального размера поковки.

*Основные припуски* на механическую обработку поковок в зависимости от исходного индекса, линейных размеров и шероховатости поверхности деталей по ГОСТ 2789 устанавливаются по табл. 1.4.

*Допуски и припуски на толщину поковок, подвергаемых холодной или горячей калибровке*:

При холодной калибровке припуски на механическую обработку поковок и допуски на толщину между калиброванными плоскостями определяют по табл. 1.5.

Допускаемые отклонения принимаются равными половине поля допуска.

При одновременной калибровке нескольких плоскостей поковки площадь поверхности, подвергаемой калибровке, определяется как их сумма. Допуски и допускаемые отклонения устанавливаются на все калиброванные элементы по наименьшей величине *К*.

При горячей калибровке припуски и допуски на толщину поковок могут быть увеличены до 1,5 раз.

Ширина, длина и диаметр поковки или ее элементов, изменяющихся при калибровке, устанавливаются по согласованию между изготовителем и потребителем. При этом величина одностороннего увеличения размеров не должна превышать удвоенного положительного отклонения, а уменьшение – удвоенного отрицательного отклонения размера до калибровки.

Отклонение от параллельности, плоскостности и прямолинейности калиброванных плоскостей допускаются в пределах допуска размера после калибровки.

**Дополнительные припуски**, учитывающие *смещение поковки* (табл. 1.6), *изогнутость*, *отклонения от плоскостности и прямолинейности* (табл. 1.7), *межцентрового и межосевого расстояния* (табл. 1.8), *угловых размеров*, определяются исходя из формы поковки и технологии ее изготовления.

В зависимости от класса точности **Т** устанавливаются дополнительные припуски на механическую обработку.

При назначении величины припуска на поверхность, положение которой определяется двумя и более размерами поковки, устанавливается наибольшее значение припуска для данной поверхности.

Величина дополнительного припуска, учитывающего *отклонения угловых размеров*, устанавливается по согласованию между изготовителем и потребителем.

Разрешается округлять линейные размеры поковки с точностью до 0,5 мм.

*Минимальная величина радиусов закруглений наружных углов* поковок устанавливается в зависимости от глубины полости ручья штампа табл. 1.9.

При изготовлении поковок по классу точности Т5 с применение пламенного нагрева заготовок допускается увеличение припуска для поковок с массой:

| | |
|---|---|
| До 3,2 кг | - до 0,5 мм; |
| От 3,2 до 10,0 кг | - до 0,8 мм; |
| Св. 10,0 кг | - до 1,0 мм. |

*Таблица 1.4*

**Основные припуски на механическую обработку (на сторону), мм**

| Исходный индекс | Толщина детали | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | До 25 | | | 25-40 | | | 40-63 | | | 63-100 | | | 100-160 | | | 160-250 | | | Св. 250 | | | | | | | | | |
| | Длина, ширина, диаметр, глубина и высота детали | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | До 40 | | | 40-100 | | | 100-160 | | | 160-250 | | | 250-400 | | | 400-630 | | | 630-1000 | | | 1000-1600 | | | 1600-2500 | | |
| | 100 12,5 ∨ | 10 1,6 ∨ | 1,25 ∨ | 100 12,5 ∨ | 10 1,6 ∨ | 1,25 ∨ | 100 12,5 ∨ | 10 1,6 ∨ | 1,25 ∨ | 100 12,5 ∨ | 10 1,6 ∨ | 1,25 ∨ | 100 12,5 ∨ | 10 1,6 ∨ | 1,25 ∨ | 100 12,5 ∨ | 10 1,6 ∨ | 1,25 ∨ | 100 12,5 ∨ | 10 1,6 ∨ | 1,25 ∨ | 100 12,5 ∨ | 10 1,6 ∨ | 1,25 ∨ | 100 12,5 ∨ | 10 1,6 ∨ | 1,25 ∨ |
| 1 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,3 | 1,4 | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | - | - | - | - |
| 6 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | |
| 7 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | |
| 8 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 1,9 | 2,3 | 2,5 | |
| 9 | 1,0 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 1,9 | 2,3 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 2,7 | |
| 10 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 1,9 | 2,3 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 2,7 | 2,2 | 2,7 | 3,0 | |
| 11 | 1,2 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 1,7 | 2,0 | 2,0 | 1,9 | 2,3 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 2,7 | 2,2 | 2,7 | 3,0 | 2,4 | 3,0 | 3,3 | |

*Продолжение табл. 1.4*

| Исходный индекс | Толщина детали | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | До 25 | | | 25-40 | | | 40-63 | | | 63-100 | | | 100-160 | | | 160-250 | | | Св. 250 | | | | | | | | |
| | Длина, ширина, диаметр, глубина и высота детали | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | До 40 | | | 40-100 | | | 100-160 | | | 160-250 | | | 250-400 | | | 400-630 | | | 630-1000 | | | 1000-1600 | | | 1600-2500 | | |
| | 100 | 10 | 1,25 | 100 | 10 | 1,25 | 100 | 10 | 1,25 | 100 | 10 | 1,25 | 100 | 10 | 1,25 | 100 | 10 | 1,25 | 100 | 10 | 1,25 | 100 | 10 | 1,25 | 100 | 10 | 1,25 |
| | 12,5 | 1,6 | | 12,5 | 1,6 | | 12,5 | 1,6 | | 12,5 | 1,6 | | 12,5 | 1,6 | | 12,5 | 1,6 | | 12,5 | 1,6 | | 12,5 | 1,6 | | 12,5 | 1,6 | |
| 12 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 1,9 | 2,3 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 2,7 | 2,2 | 2,7 | 3,0 | 2,4 | 3,0 | 3,3 | 2,6 | 3,2 | 3,5 |
| 13 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 1,9 | 2,3 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 2,7 | 2,2 | 2,7 | 3,0 | 2,4 | 3,0 | 3,3 | 2,6 | 3,2 | 3,5 | 2,8 | 3,5 | 3,8 |
| 14 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 1,9 | 2,3 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 2,7 | 2,2 | 2,7 | 3,0 | 2,4 | 3,0 | 3,3 | 2,6 | 3,2 | 3,5 | 2,8 | 3,5 | 3,8 | 3,0 | 3,8 | 4,1 |
| 15 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 1,9 | 2,3 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 2,7 | 2,2 | 2,7 | 3,0 | 2,4 | 3,0 | 3,3 | 2,6 | 3,2 | 3,5 | 2,8 | 3,5 | 3,8 | 3,0 | 3,8 | 4,1 | 3,4 | 4,3 | 4,7 |
| 16 | 1,9 | 2,3 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 2,7 | 2,2 | 2,7 | 3,0 | 2,4 | 3,0 | 3,3 | 2,6 | 3,2 | 3,5 | 2,8 | 3,5 | 3,8 | 3,0 | 3,8 | 4,1 | 3,4 | 4,3 | 4,7 | 3,7 | 4,7 | 5,1 |
| 17 | 2,0 | 2,5 | 2,7 | 2,2 | 2,7 | 3,0 | 2,4 | 3,0 | 3,3 | 2,6 | 3,2 | 3,5 | 2,8 | 3,5 | 3,8 | 3,0 | 3,8 | 4,1 | 3,4 | 4,3 | 4,7 | 3,7 | 4,7 | 5,1 | 4,1 | 5,1 | 5,6 |
| 18 | 2,2 | 2,7 | 3,0 | 2,4 | 3,0 | 3,3 | 2,6 | 3,2 | 3,5 | 2,8 | 3,5 | 3,8 | 3,0 | 3,8 | 4,1 | 3,4 | 4,3 | 4,7 | 3,7 | 4,7 | 5,1 | 4,1 | 5,1 | 5,6 | 4,5 | 5,7 | 6,2 |
| 19 | 2,4 | 3,0 | 3,3 | 2,6 | 3,2 | 3,5 | 2,8 | 3,5 | 3,8 | 3,0 | 3,8 | 4,1 | 3,4 | 4,3 | 4,7 | 3,7 | 4,7 | 5,1 | 4,1 | 5,1 | 5,6 | 4,5 | 5,7 | 6,2 | 4,9 | 6,2 | 6,8 |
| 20 | 2,6 | 3,2 | 3,5 | 2,8 | 3,5 | 3,8 | 3,0 | 3,8 | 4,1 | 3,4 | 4,3 | 4,7 | 3,7 | 4,7 | 5,1 | 4,1 | 5,1 | 5,6 | 4,5 | 5,7 | 6,2 | 4,9 | 6,2 | 6,8 | 5,4 | 6,8 | 7,5 |
| 21 | 2,8 | 3,5 | 3,8 | 3,0 | 3,8 | 4,1 | 3,4 | 4,3 | 4,7 | 3,7 | 4,7 | 5,1 | 4,1 | 5,1 | 5,6 | 4,5 | 5,7 | 6,2 | 4,9 | 6,2 | 6,8 | 5,4 | 6,8 | 7,5 | 5,8 | 7,4 | 8,1 |
| 22 | 3,0 | 3,8 | 4,1 | 3,4 | 4,3 | 4,7 | 3,7 | 4,7 | 5,1 | 4,1 | 5,1 | 5,6 | 4,5 | 5,7 | 6,2 | 4,9 | 6,2 | 6,8 | 5,4 | 6,8 | 7,5 | 5,8 | 7,4 | 8,1 | 6,2 | 7,9 | 8,7 |
| 23 | 3,4 | 4,3 | 4,7 | 3,7 | 4,7 | 5,1 | 4,1 | 5,1 | 5,6 | 4,5 | 5,7 | 6,2 | 4,9 | 6,2 | 6,8 | 5,4 | 6,8 | 7,5 | 5,8 | 7,4 | 8,1 | 6,2 | 7,9 | 8,7 | 7,1 | 9,1 | 10 |

*Таблица 1.5*

**Припуски на механическую обработку и допуски на толщину между калиброванными плоскостями при холодной калибровке.**

| Площадь поверхности, подвергаемой калибровке, см$^2$ | Припуск, мм | Поле допуска при $K^*$, мм | |
|---|---|---|---|
| | | До 0,5 включ. | Св. 0,5 |
| До 2,5 включ. | 0,25 | 0,32 | 0,26 |
| Св. 2,5 до 6,3 | 0,30 | 0,36 | 0,32 |
| Св. 6,3 до 10,0 | 0,36 | 0,40 | 0,36 |
| Св. 10,0 до 16,0 | 0,40 | 0,44 | 0,40 |
| Св. 16,0 до 25,0 | 0,50 | 0,50 | 0,44 |
| Св. 25,0 до 40,0 | 0,60 | 0,60 | 0,50 |
| Св. 40,0 до 80,0 | 0,70 | 0,80 | 0,60 |

* - отношение толщины (расстояние между калиброванными плоскостями) к ширине поковки, подвергаемой калибровке, или ее элемента.

### 1.4.3. Кузнечные напуски

Кузнечные напуски могут быть образованы на поковке *штамповочными уклонами, радиусами закругления внутренних углов, непробиваемой перемычкой в отверстиях и невыполнимыми в штамповочных операциях поднутрениями и полостями*.

*Штамповочные уклоны*, в зависимости от типа оборудования не должны превышать величин, установленных в табл. 1.10.

На поверхностях отверстий в поковках, изготовленных на горизонтально-ковочных машинах, штамповочный уклон не должен превышать 3°.

У изготовленных на штамповочных молотах и прессах без выталкивателей поковок, имеющих элементы в виде ребра, выступа, реборды с отношением их высоты к ширине более 2,5, допускается штамповочный уклон до 10° на внешней поверхности и до 12° на внутренней поверхности.

*Величина радиуса закругления внутренних углов* устанавливается по согласованию между изготовителем и потребителем.

Впадины и углубления в поковке, когда их оси параллельны направлению движения одной из подвижных частей штампа, а диаметр или наименьший поперечный размер не менее 30 мм, выполняют глубиной до 0,8 их диаметра или наименьшего поперечного размера – при изготовлении на молотах и прессах, и до трех диаметров – при изготовлении на горизонтально-ковочных машинах.

*Таблица 1.6*

**Смещение по поверхности разъема штампа**

| Масса | Припуски для классов точности, мм |
|---|---|

| поковки, кг | Плоская поверхность разъема(П) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 | | | |
| | | | Симметрично изогнутая поверхность разъема ($И_с$) | | | | | |
| | | | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 | |
| | | | | Несимметрично изогнутая поверхность разъема ($И_н$) | | | | |
| | | | | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 |
| До 0,5 включ. | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 |
| Св. 0,5 до 1,0 | | | | 0,2 | | 0,3 | | |
| Св. 1,0 до 1,8 | | | 0,2 | | 0,3 | | | 0,4 |
| Св. 1,8 до 3,2 | | 0,2 | | 0,3 | | | 0,4 | 0,5 |
| Св. 3,2 до 5,6 | 0,2 | | 0,3 | | | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| Св. 5,6 до 10,0 | | 0,3 | | | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| Св. 10,0 до 20,0 | 0,3 | | | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 |
| Св. 20,0 до 50,0 | | | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,2 |
| Св. 50,0 до 125,0 | | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,2 | 1,6 |
| Св. 125,0 до 250,0 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,2 | 1,6 | 2,0 |

*Высота перемычки под прошивку* определяется как 0,1 диаметра отверстия, но не менее 6 мм.

В поковке выполняют сквозные отверстия при двухстороннем углублении, если при ее изготовлении их оси параллельны направлению движения одной из подвижных частей штампа, диаметр сквозного отверстия не менее 30 мм, а толщина поковки в месте пробивки – не более диаметра пробиваемого отверстия.

*Таблица 1.8*

**Отклонения межосевого расстояния**

| Расстояния между центрами, осями, мм | Припуски для классов точности, мм | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 |
| До 60 включ. | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Св. 60 до 100 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,5 |
| Св. 100 до 160 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,8 |
| Св. 160 до 250 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,2 |
| Св. 250 до 400 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 1,6 |
| Св. 400 до 630 | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 |
| Св. 630 до 1000 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,5 |
| Св. 1000 до 1600 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,5 | 4,0 |
| Св. 1600 до 2500 | 1,6 | 2,0 | 2,5 | 4,0 | 6,0 |

*Таблица 1.9*

**Минимальная величина радиусов закруглений наружных углов поковок**

| Масса поковки, кг | Минимальная величина радиусов закруглений, мм, при глубине полости ручья штампа, мм | | | |
|---|---|---|---|---|
| | До 10 включ. | 10-25 | 25-50 | Св. 50 |
| До 1,0 включ. | 1,0 | 1,6 | 2,0 | 3,0 |
| Св. 1,0 до 6,3 | 1,6 | 2,0 | 2,5 | 3,6 |
| Св. 6,3 до 16,0 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 |
| Св. 16,0 до 40,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| Св. 40,0 до 100,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 7,0 |
| Св. 100,0 до 250,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 8,0 |

*Таблица 1.10*

**Штамповочные уклоны**

| Оборудование | Штамповочные уклоны, град | |
|---|---|---|
| | На наружной поверхности | На внутренней поверхности |
| Штамповочные молоты, прессы без выталкивателей | 7 | 10 |
| Прессы с выталкивателями, горизонтально-ковочные машины | 5 | 7 |
| Горячештамповочные автоматы | 1 | 2 |

### 1.4.4. Допуски

1. Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров поковок назначаются в зависимости от исходного индекса и размеров поковки по табл. 1.11.

2. Допускаемые отклонения внутренних размеров поковок должны устанавливаться с обратными знаками.

Допуски и допускаемые отклонения размеров (см. рис. 1.2), отражающие односторонний износ штампов, равны 0,5 величин, приведенных в табл. 1.11.

3. Допуски и допускаемые отклонения размеров толщины, учитывающие недоштамповку, устанавливаются по наибольшей толщине поковки и распространяются на все размеры ее толщины.

4. Допуски толщины поковки, подвергаемой холодной или горячей калибровке, устанавливаются по пункту 1.4.2, табл. 1.5.

5. Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа определяется в зависимости от массы поковки, конфигурации поверхности разъема штампа и класса точности и не должны превышать значений, приведенных в табл. 1.12.

6. Допускаемая величина остаточного облоя определяется в зависимости от массы поковки, конфигурации поверхности разъема штампа и класса точности и назначается по табл. 1.13.

В местах перехода для радиусов скругления до 10 мм допускается назначать удвоенную величину статочного облоя.

7. Величина срезанной кромки не должна уменьшать установленный припуск.

8. Допускаемая величина высоты заусенца на поковке по контуру обрезки облоя не должна превышать:

2 мм - для поковок массой до 1,0 кг включ.
3 мм - для поковок массой св 1,0 кг до 5,6 кг включ.
5 мм - для поковок массой св 5,6 кг до 50,0 кг включ.
6 мм - для поковок массой св 50,0 кг

При пробивке отверстия эта величина может быть увеличена в 1,3 раза.

9. Допускаемая величина заусенца, образовавшегося по контуру пуансона при штамповке в закрытых штампах (безоблойной), определяется по табл. 1.14.

10. У поковок, изготовленных на горизонтально-ковочных машинах, допускаемая высота заусенца в плоскости разъема матриц не должна превышать удвоенной величины остаточного облоя по табл. 1.13.

11. Заусенцы на необрабатываемых поверхностях поковок должны быть удалены по требованию потребителя, если форма поковки позволяет в технически обоснованных случаях производить зачистку поверхности на зачистных станках.

12. Допускаемое отклонение от соосности непробитых отверстий (наметок) в поковках (см. рис. 1.4, г) принимается не более 1,0% глубины отверстия (наметки).

13. Допускаемое наибольшее отклонение от концентричности пробитого в поковке отверстия (см. рис. 1.4, в) устанавливается по табл. 1.15.

Приведенные допускаемые отклонения от концентричности отверстий соответствуют началу пробивки (со стороны входа пуансона в поковку). В конце пробивки (со стороны выхода пуансона) эти отклонения могут быть увеличены на 25%.

14. Допускаемые отклонения по изогнутости, от плоскостности и от прямолинейности для плоских поверхностей (см. рис. 1.7) устанавливаются по

табл. 1.16. В данных величинах не учитываются перепады по высоте, толщине или ширине поковок.

Длинномерные поковки с размерами свыше 1000 мм подвергают правке перед механической обработкой.

15. Допуск радиального биения цилиндрических поверхностей не должен превышать удвоенной величины, указанной в табл. 1.16 (назначается по согласованию между изготовителем и потребителем).

16. Допускаемые отклонения межосевого расстояния ($A_1$) в поковках (см. рис. 1.2) не должны превышать величин, указанных в табл. 1.17.

17. Допускаемое отклонение межосевого расстояния ($A_2$) в поковке (см. рис. 1.3) устанавливается по согласованию потребителя с изготовителем.

18. Допускаемые отклонения угловых размеров ($\alpha$) элементов поковки (рис. 1.12) устанавливаются по табл. 1.18.

Допускаемые отклонения угловых размеров для поковки, скручивание или гибка элементов которой производится на отдельном оборудовании, увеличивается на 50%.

*19.* На поковке допускается след в виде впадины или выступа, образующийся от выталкивателя или от зажимных элементов штампа.

Глубина впадины должна быть не более 0,5 величины фактического припуска. Высота выступа допускается до 3,0 мм на обрабатываемой поверхности, а на необрабатываемой поверхности должна быть согласована между изготовителем и потребителем.

*Таблица 1.11*

**Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров поковок, мм**

| Исходный индекс | Наибольшая толщина поковки | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | До 40 | | 40-63 | | 63-100 | | 100-160 | | 160-250 | | Св. 250 | | | | | | | |
| | Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | До 40 | | 40-100 | | 100-160 | | 160-250 | | 250-400 | | 400-630 | | 630-1000 | | 1000-1600 | | 1600-2500 | |
| 1 | 0,3 | +0,2 -0,1 | 0,4 | +0,3 -0,1 | 0,5 | +0,3 -0,2 | 0,6 | +0,4 -0,2 | 0,7 | +0,5 -0,2 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 0,4 | +0,3 -0,1 | 0,5 | +0,3 -0,2 | 0,6 | +0,4 -0,2 | 0,7 | +0,5 -0,2 | 0,8 | +0,5 -0,3 | 0,9 | +0,6 -0,3 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 0,5 | +0,3 -0,2 | 0,6 | +0,4 -0,2 | 0,7 | +0,5 -0,2 | 0,8 | +0,5 -0,3 | 0,9 | +0,6 -0,3 | 1,0 | +0,7 -0,3 | 1,2 | +0,8 -0,4 | - | - | - | - |
| 4 | 0,6 | +0,4 -0,2 | 0,7 | +0,5 -0,2 | 0,8 | +0,5 -0,3 | 0,9 | +0,6 -0,3 | 1,0 | +0,7 -0,3 | 1,2 | +0,8 -0,4 | 1,4 | +0,9 -0,5 | - | - | - | - |
| 5 | 0,7 | +0,5 -0,2 | 0,8 | +0,5 -0,3 | 0,9 | +0,6 -0,3 | 1,0 | +0,7 -0,3 | 1,2 | +0,8 -0,4 | 1,4 | +0,9 -0,5 | 1,6 | +1,1 -0,5 | 2,0 | +1,3 -0,7 | - | - |
| 6 | 0,8 | +0,5 -0,3 | 0,9 | +0,6 -0,3 | 1,0 | +0,7 -0,3 | 1,2 | +0,8 -0,4 | 1,4 | +0,9 -0,5 | 1,6 | +1,1 -0,5 | 2,0 | +1,3 -0,7 | 2,2 | +1,4 -0,8 | 2,5 | +1,6 -0,9 |
| 7 | 0,9 | +0,6 -0,3 | 1,0 | +0,7 -0,3 | 1,2 | +0,8 -0,4 | 1,4 | +0,9 -0,5 | 1,6 | +1,1 -0,5 | 2,0 | +1,3 -0,7 | 2,2 | +1,4 -0,8 | 2,5 | +1,6 -0,9 | 2,8 | +1,8 -1,0 |
| 8 | 1,0 | +0,7 -0,3 | 1,2 | +0,8 -0,4 | 1,4 | +0,9 -0,5 | 1,6 | +1,1 -0,5 | 2,0 | +1,3 -0,7 | 2,2 | +1,4 -0,8 | 2,5 | +1,6 -0,9 | 2,8 | +1,8 -1,0 | 3,2 | +2,1 -1,1 |
| 9 | 1,2 | +0,8 -0,4 | 1,4 | +0,9 -0,5 | 1,6 | +1,1 -0,5 | 2,0 | +1,3 -0,7 | 2,2 | +1,4 -0,8 | 2,5 | +1,6 -0,9 | 2,8 | +1,8 -1,0 | 3,2 | +2,1 -1,1 | 3,6 | +2,4 -1,2 |
| 10 | 1,4 | +0,9 -0,5 | 1,6 | +1,1 -0,5 | 2,0 | +1,3 -0,7 | 2,2 | +1,4 -0,8 | 2,5 | +1,6 -0,9 | 2,8 | +1,8 -1,0 | 3,2 | +2,1 -1,1 | 3,6 | +2,4 -1,2 | 4,0 | +2,7 -1,3 |

*Продолжение табл. 1.11*

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 1,6 | +1,1<br>-0,5 | 2,0 | +1,3<br>-0,7 | 2,2 | +1,4<br>-0,8 | 2,5 | +1,6<br>-0,9 | 2,8 | +1,8<br>-1,0 | 3,2 | +2,1<br>-1,1 | 3,6 | +2,4<br>-1,2 | 4,0 | +2,7<br>-1,3 | 4,5 | +3,0<br>-1,5 |
| 12 | 2,0 | +1,3<br>-0,7 | 2,2 | +1,4<br>-0,8 | 2,5 | +1,6<br>-0,9 | 2,8 | +1,8<br>-1,0 | 3,2 | +2,1<br>-1,1 | 3,6 | +2,4<br>-1,2 | 4,0 | +2,7<br>-1,3 | 4,5 | +3,0<br>-1,5 | 5,0 | +3,3<br>-1,7 |
| 13 | 2,2 | +1,4<br>-0,8 | 2,5 | +1,6<br>-0,9 | 2,8 | +1,8<br>-1,0 | 3,2 | +2,1<br>-1,1 | 3,6 | +2,4<br>-1,2 | 4,0 | +2,7<br>-1,3 | 4,5 | +3,0<br>-1,5 | 5,0 | +3,3<br>-1,7 | 5,6 | +3,7<br>-1,9 |
| 14 | 2,5 | +1,6<br>-0,9 | 2,8 | +1,8<br>-1,0 | 3,2 | +2,1<br>-1,1 | 3,6 | +2,4<br>-1,2 | 4,0 | +2,7<br>-1,3 | 4,5 | +3,0<br>-1,5 | 5,0 | +3,3<br>-1,7 | 5,6 | +3,7<br>-1,9 | 6,3 | +4,2<br>-2,1 |
| 15 | 2,8 | +1,8<br>-1,0 | 3,2 | +2,1<br>-1,1 | 3,6 | +2,4<br>-1,2 | 4,0 | +2,7<br>-1,3 | 4,5 | +3,0<br>-1,5 | 5,0 | +3,3<br>-1,7 | 5,6 | +3,7<br>-1,9 | 6,3 | +4,2<br>-2,1 | 7,1 | +4,7<br>-2,4 |
| 16 | 3,2 | +2,1<br>-1,1 | 3,6 | +2,4<br>-1,2 | 4,0 | +2,7<br>-1,3 | 4,5 | +3,0<br>-1,5 | 5,0 | +3,3<br>-1,7 | 5,6 | +3,7<br>-1,9 | 6,3 | +4,2<br>-2,1 | 7,1 | +4,7<br>-2,4 | 8,0 | +5,3<br>-2,7 |
| 17 | 3,6 | +2,4<br>-1,2 | 4,0 | +2,7<br>-1,3 | 4,5 | +3,0<br>-1,5 | 5,0 | +3,3<br>-1,7 | 5,6 | +3,7<br>-1,9 | 6,3 | +4,2<br>-2,1 | 7,1 | +4,7<br>-2,4 | 8,0 | +5,3<br>-2,7 | 9,0 | +6,0<br>-3,0 |
| 18 | 4,0 | +2,7<br>-1,3 | 4,5 | +3,0<br>-1,5 | 5,0 | +3,3<br>-1,7 | 5,6 | +3,7<br>-1,9 | 6,3 | +4,2<br>-2,1 | 7,1 | +4,7<br>-2,4 | 8,0 | +5,3<br>-2,7 | 9,0 | +6,0<br>-3,0 | 10,0 | +6,7<br>-3,3 |
| 19 | 4,5 | +3,0<br>-1,5 | 5,0 | +3,3<br>-1,7 | 5,6 | +3,7<br>-1,9 | 6,3 | +4,2<br>-2,1 | 7,1 | +4,7<br>-2,4 | 8,0 | +5,3<br>-2,7 | 9,0 | +6,0<br>-3,0 | 10,0 | +6,7<br>-3,3 | 11,0 | +7,4<br>-3,6 |
| 20 | 5,0 | +3,3<br>-1,7 | 5,6 | +3,7<br>-1,9 | 6,3 | +4,2<br>-2,1 | 7,1 | +4,7<br>-2,4 | 8,0 | +5,3<br>-2,7 | 9,0 | +6,0<br>-3,0 | 10,0 | +6,7<br>-3,3 | 11,0 | +7,4<br>-3,6 | 12,0 | +8,0<br>-4,0 |
| 21 | 5,6 | +3,7<br>-1,9 | 6,3 | +4,2<br>-2,1 | 7,1 | +4,7<br>-2,4 | 8,0 | +5,3<br>-2,7 | 9,0 | +6,0<br>-3,0 | 10,0 | +6,7<br>-3,3 | 11,0 | +7,4<br>-3,6 | 12,0 | +8,0<br>-4,0 | 13,0 | +8,6<br>-4,4 |
| 22 | 6,3 | +4,2<br>-2,1 | 7,1 | +4,7<br>-2,4 | 8,0 | +5,3<br>-2,7 | 9,0 | +6,0<br>-3,0 | 10,0 | +6,7<br>-3,3 | 11,0 | +7,4<br>-3,6 | 12,0 | +8,0<br>-4,0 | 13,0 | +8,6<br>-4,4 | 14,0 | +9,2<br>-4,8 |
| 23 | 7,1 | +4,7<br>-2,4 | 8,0 | +5,3<br>-2,7 | 9,0 | +6,0<br>-3,0 | 10,0 | +6,7<br>-3,3 | 11,0 | +7,4<br>-3,6 | 12,0 | +8,0<br>-4,0 | 13,0 | +8,6<br>-4,4 | 14,0 | +9,2<br>-4,8 | 16,0 | +10,0<br>-6,0 |

*Таблица 1.12*

**Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа**

| Масса поковки, кг | Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа, мм | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Плоская поверхность разъема(П) | | | | | | |
| | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 | | |
| | | Симметрично изогнутая поверхность разъема ($И_с$) | | | | | |
| | | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 | |
| | | | Несимметрично изогнутая поверхность разъема ($И_н$) | | | | |
| | | | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 |
| До 0,5 включ. | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| Св. 0,5 до 1,0 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| Св. 1,0 до 1,8 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| Св. 1,8 до 3,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 |
| Св. 3,2 до 5,6 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
| Св. 5,6 до 10,0 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 |
| Св. 10,0 до 20,0 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,8 |
| Св. 20,0 до 50,0 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,8 | 2,5 |
| Св. 50,0 до 125,0 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,8 | 2,5 | 3,2 |
| Св. 125,0 до 250,0 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,8 | 2,5 | 3,2 | 4,0 |

20. Допуск радиусов закруглений внутренних и наружных углов поковок устанавливается по табл. 1.19.

21. Допускаемые отклонения штампованных уклонов на поковках устанавливаются в пределах ±0,25 их номинальной величины.

22. Допускаемые отклонения формы и расположения поверхностей (пункты 5 - 15, 19 - 21) являются самостоятельными и не зависят от допусков и допускаемых отклонений размеров поковки.

*Таблица 1.13*

**Допускаемая величина остаточного облоя**

| Масса поковки, кг | Допускаемая величина остаточного облоя, мм | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Плоская поверхность разъема (П) | | | | | | | |
| | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 | | | |
| | | | Симметрично изогнутая поверхность разъема ($И_с$) | | | | | |
| | | | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 | |
| | | | | Несимметрично изогнутая поверхность разъема ($И_н$) | | | | |
| | | | | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 |
| До 0,5 включ. | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| Св. 0,5 до 1,0 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| Св. 1,0 до 1,8 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 |
| Св. 1,8 до 3,2 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,4 |
| Св. 3,2 до 5,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 |
| Св. 5,6 до 10,0 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 |
| Св. 10,0 до 20,0 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,2 |
| Св. 20,0 до 50,0 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,2 | 2,8 |
| Св. 50,0 до 125,0 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,2 | 2,8 | 3,5 |
| Св. 125,0 до 250,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,2 | 2,8 | 3,5 | 4,0 |

*Таблица 1.14*

**Допускаемая величина заусенца при штамповке в закрытых штампах**

| Масса поковки, кг | Степень сложности поковки | Допускаемая величина заусенца при максимальном размере поперечного сечения поковки по поверхности разъема штампа, мм | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | До 40 | 40-100 | 100-160 | 160-250 | Св. 250 |
| До 0,5 включ. | С1, С2 | 1,0 | 2,0 | - | - | - |
| | С3 | 2,0 | 3,0 | - | - | - |
| | С4 | 3,0 | 4,0 | - | - | - |
| Св. 0,5 до 3,2 включ | С1, С2 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | - | - |
| | С3 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | - | - |
| | С4 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | - | - |
| Св. 3,2 до 5,6 включ | С1, С2 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | - | - |
| | С3 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | - | - |
| | С4 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | - | - |
| Св. 5,6 до 20,0 включ | С1, С2 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 |
| | С3 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 |
| | С4 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
| Св. 20,0 до 50,0 включ | С1, С2 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 |
| | С3 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
| | С4 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 |
| Св. 50,0 | С1, С2 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
| | С3 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 |
| | С4 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 | 12,0 |

*Таблица 1.15*

**Допускаемое наибольшее отклонение от концентричности пробитого в поковке отверстия**

| Наибольший размер поковки, мм | Допускаемое наибольшее отклонение от концентричности пробитого отверстия для классов точности, мм | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 |
| До 100 включ. | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| Св. 100 до 160 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,5 |
| Св. 160 до 250 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Св. 250 до 400 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 |
| Св. 400 до 630 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| Св. 630 до 1000 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 |

*Таблица 1.16*

**Допускаемые отклонения по изогнутости**

| Наибольший размер поковки, мм | Допускаемые отклонения по изогнутости для классов точности, мм | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 |
| До 100 включ. | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Св. 100 до 160 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| Св. 160 до 250 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
| Св. 250 до 400 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,6 |
| Св. 400 до 630 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,6 | 2,0 |
| Св. 630 до 1000 | 1,0 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,5 |
| Св. 1000 до 1600 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,5 | 3,2 |
| Св. 1600 до 2500 | 1,6 | 2,0 | 2,5 | 3,2 | 4,0 |

*Таблица 1.17*

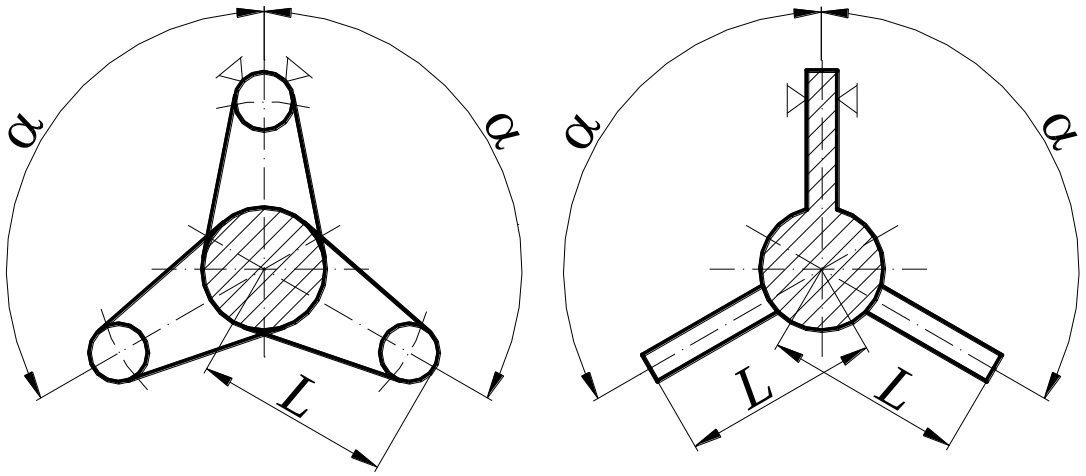
**Допускаемые отклонения межосевого расстояния** ($A_1$)

| Межцентровое расстояние, мм | Допускаемые отклонения межосевого расстояния для классов точности, мм | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| До 60 включ. | ±0,10 | ±0,15 | ±0,20 | ±0,25 | ±0,30 |
| Св. 60 до 100 | ±0,15 | ±0,20 | ±0,25 | ±0,30 | ±0,50 |
| Св. 100 до 160 | ±0,20 | ±0,25 | ±0,30 | ±0,50 | ±0,80 |
| Св. 160 до 250 | ±0,25 | ±0,30 | ±0,50 | ±0,80 | ±1,20 |
| Св. 250 до 400 | ±0,30 | ±0,50 | ±0,80 | ±1,20 | ±1,60 |
| Св. 400 до 630 | ±0,50 | ±0,80 | ±1,20 | ±1,60 | ±2,00 |
| Св. 630 до 1000 | ±0,80 | ±1,20 | ±1,60 | ±2,00 | ±3,00 |
| Св. 1000 до 1600 | ±1,20 | ±1,60 | ±2,00 | ±3,00 | ±4,50 |
| Св. 1600 до 2500 | ±1,60 | ±2,00 | ±3,00 | ±4,50 | ±7,00 |

*Таблица 1.18*

**Допускаемые отклонения угловых элементов поковки**

| Длина элемента ($L$), мм | Допускаемые отклонения угловых элементов поковки для классов точности | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| До 25 включ. | ±0°45′ | ±1°00′ | ±1°30′ | ±2°00′ | ±2°30′ |
| Св. 25 до 60 | ±0°30′ | ±0°45′ | ±1°00′ | ±1°30′ | ±2°00′ |
| Св. 60 до 100 | ±0°15′ | ±0°30′ | ±0°45′ | ±1°00′ | ±1°30′ |
| Св. 100 до 160 | ±0°10′ | ±0°15′ | ±0°30′ | ±0°45′ | ±1°00′ |
| Св. 160 | ±0°05′ | ±0°10′ | ±0°15′ | ±0°30′ | ±0°45′ |




*L*-длина элемента (расстояние от оси поковки до торца элемента)

*Рис. 1.12*. **Угловые размеры элементов поковки.**

*Таблица 1.19*

**Допуск радиусов закруглений внутренних и наружных углов поковок**

| Радиус закругления, мм | Допуск радиусов закруглений для классов точности, мм | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 |
| До 4 включ. | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 2,0 |
| Св. 4 до 6 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 |
| Св. 6 до 10 | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 5,0 |
| Св. 10 до 16 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 5,0 | 8,0 |
| Св. 16 до 25 | 2,0 | 3,0 | 5,0 | 8,0 | 12,0 |
| Св. 25 до 40 | 3,0 | 5,0 | 8,0 | 12,0 | 20,0 |
| Св. 40 до 60 | 5,0 | 8,0 | 12,0 | 20,0 | 30,0 |
| Св. 60 до 100 | 8,0 | 12,0 | 20,0 | 30,0 | 50,0 |

**Облойная канавка** — предназначена для размещения в ней облоя. Она создает сопротивление истечению металла из полости ручья, это способствует заполнению ручья металлом.

При штамповке заготовка сначала осаживается и часть металла вытекает в облойную канавку. По мере осаживания он закрывает выход остальному металлу из полости ручья, способствуя его заполнению. Когда полость ручья полностью заполнена металлом происходит доштамповка поковки, при которой избыточный металл вытекает из полости ручья. Основное влияние на сопротивление истечению металла оказывает толщина и ширина облоя. В соответствии со своим назначением облойная канавка имеет два участка:

- Мостик — создает сопротивление истечению металла из полости ручья.
- Магазин — для размещения излишков металла. В магазине металл не должен деформироваться, чтобы не создавать дополнительное сопротивление истечению металла из полости ручья.

Применяется 4 вида облойных канавок:

1. основная — обеспечивает большую стойкость мостика, так как верхняя половина штампа прогревается меньше, чем нижняя;
2. с увеличенным магазином — применяется для увеличения объема магазина при штамповке сложных поковок;
3. применяется, если необходимо резко повысить сопротивление течению металла на некоторых участках окончательного ручья, с тем чтобы обеспечить заполнение глубоких и сложных полостей штампа.
4. применяется для круглых в плане поковок, которые обычно штампуют с применением только окончательного ручья (так называемая малоотходная штамповка).

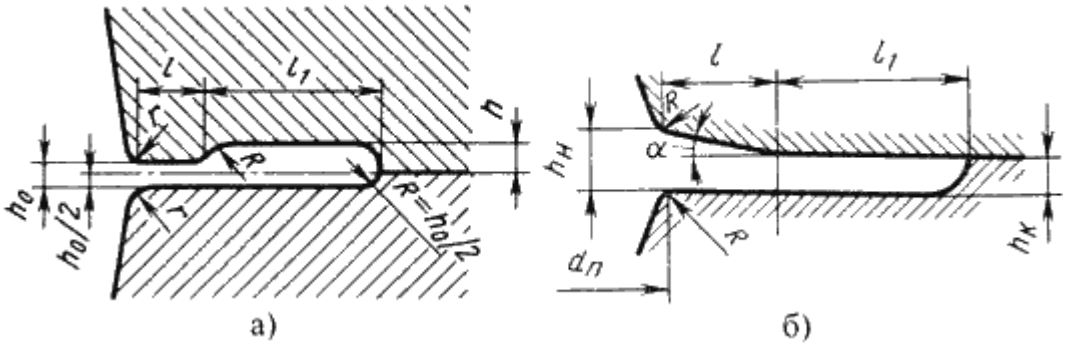
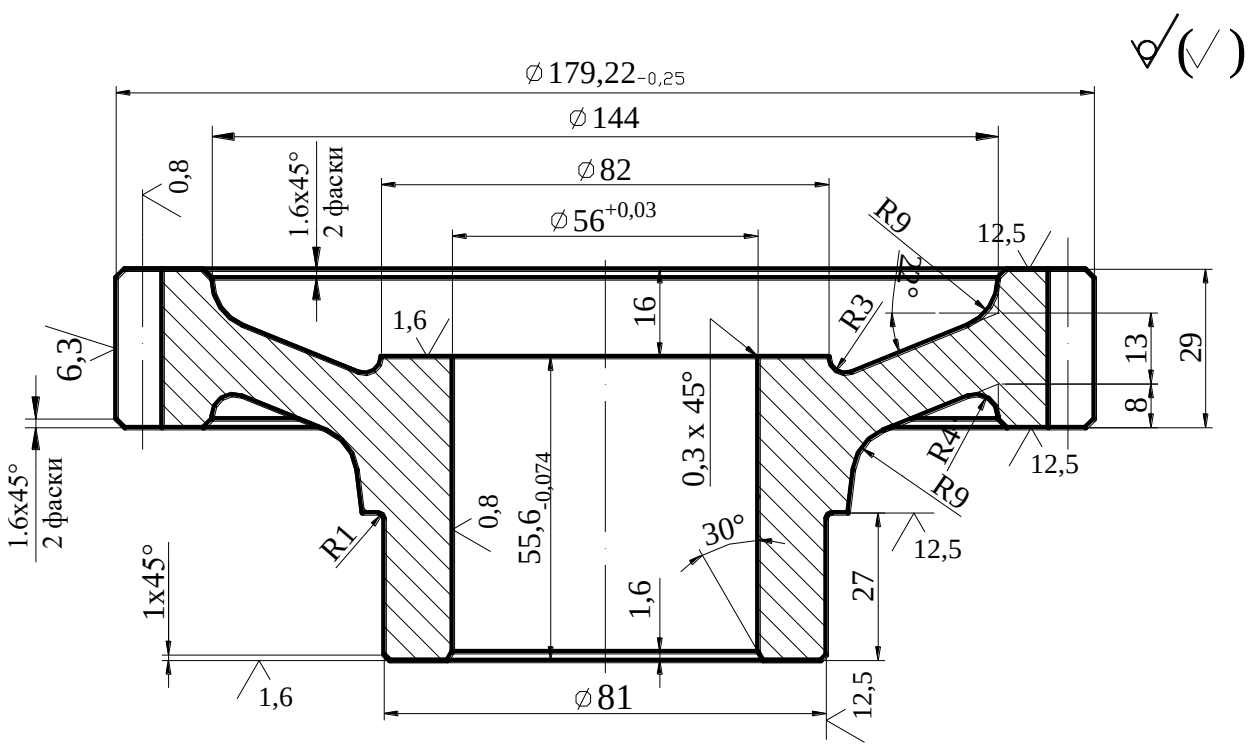


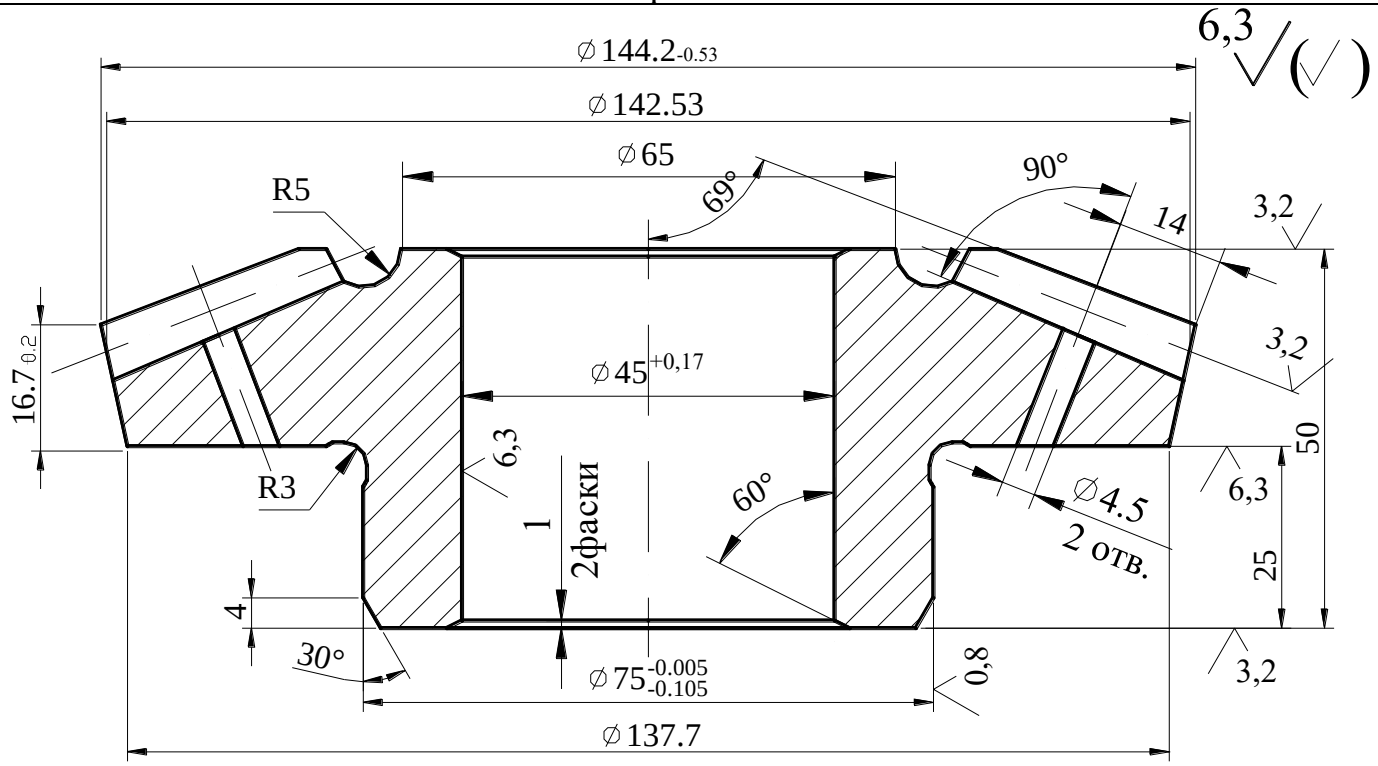

Рис.14.1. Виды облойной канавки при штамповке на молотах

Размеры облойной канавки (рис. 14.1.а) назначаются в зависимости от сложности поковки и ее размеров в плане. Клиновая облойная канавка (рис. 14.1. б) позволяет снизить потери на облой в результате повышения сопротивления течению металла.

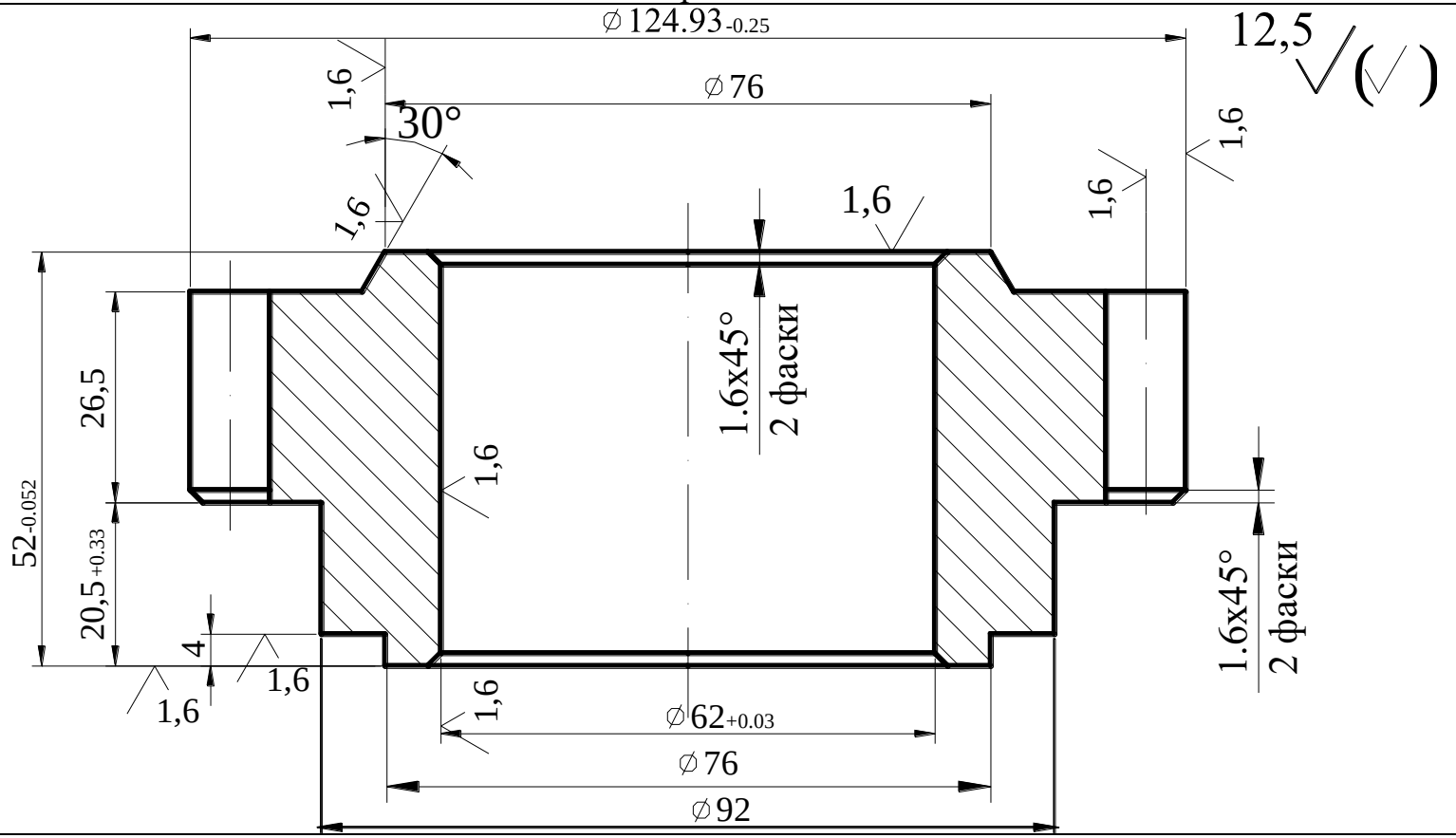
Определение размеров облойной канавки типа I производится в зависимости от толщины облойного мостика Oh [3]. Толщину облойного мостика рекомендуется определять в зависимости от формы поковки в плане [3]: для поковок произвольной формы с площадью поперечного сечения FП формула имеет вид:

| Вариант 1 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 25ХГМ<br>Масса (М) = 3,5кг |
| Рис. П1.1. Шестерня привода промежуточного вала коробки передач | |

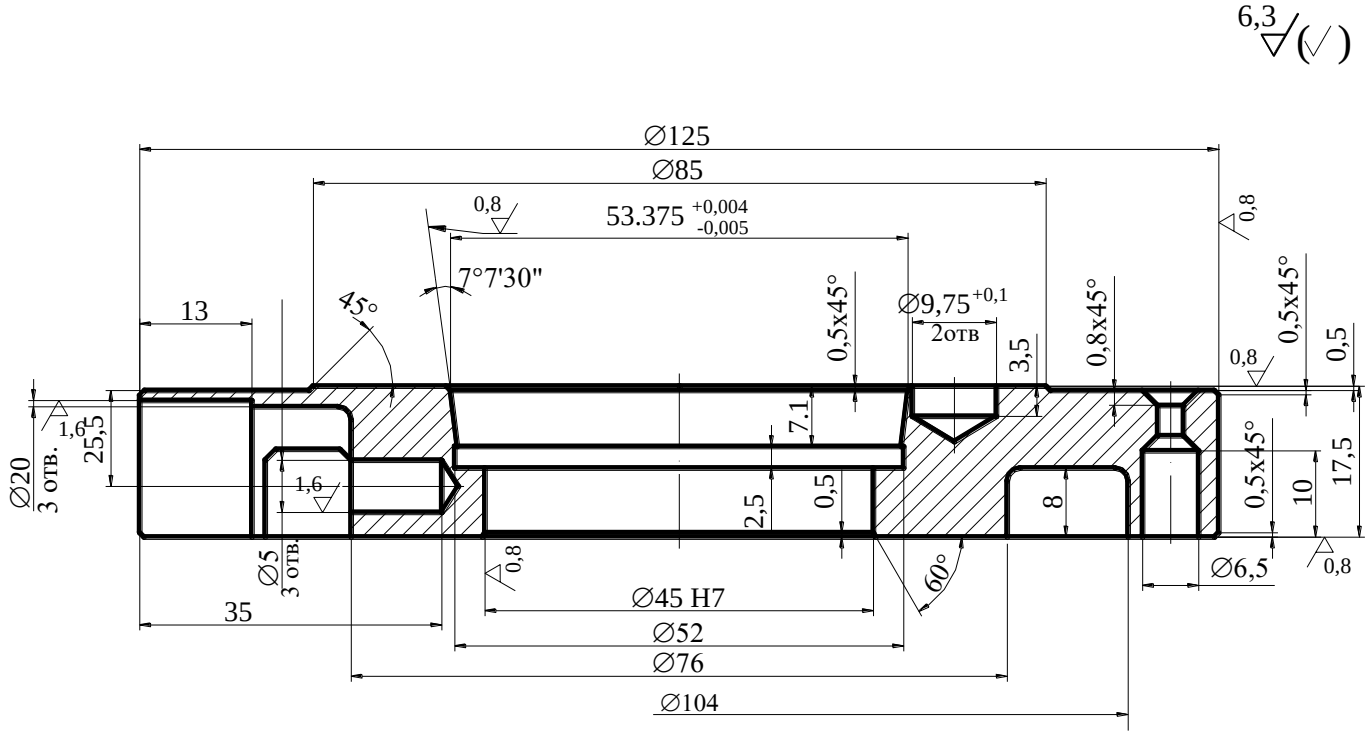
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 2 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 18ХГТ,<br>Масса (М) = 2,3кг |
| Рис. П1.2. Шестерня полуоси дифференциала заднего моста | |

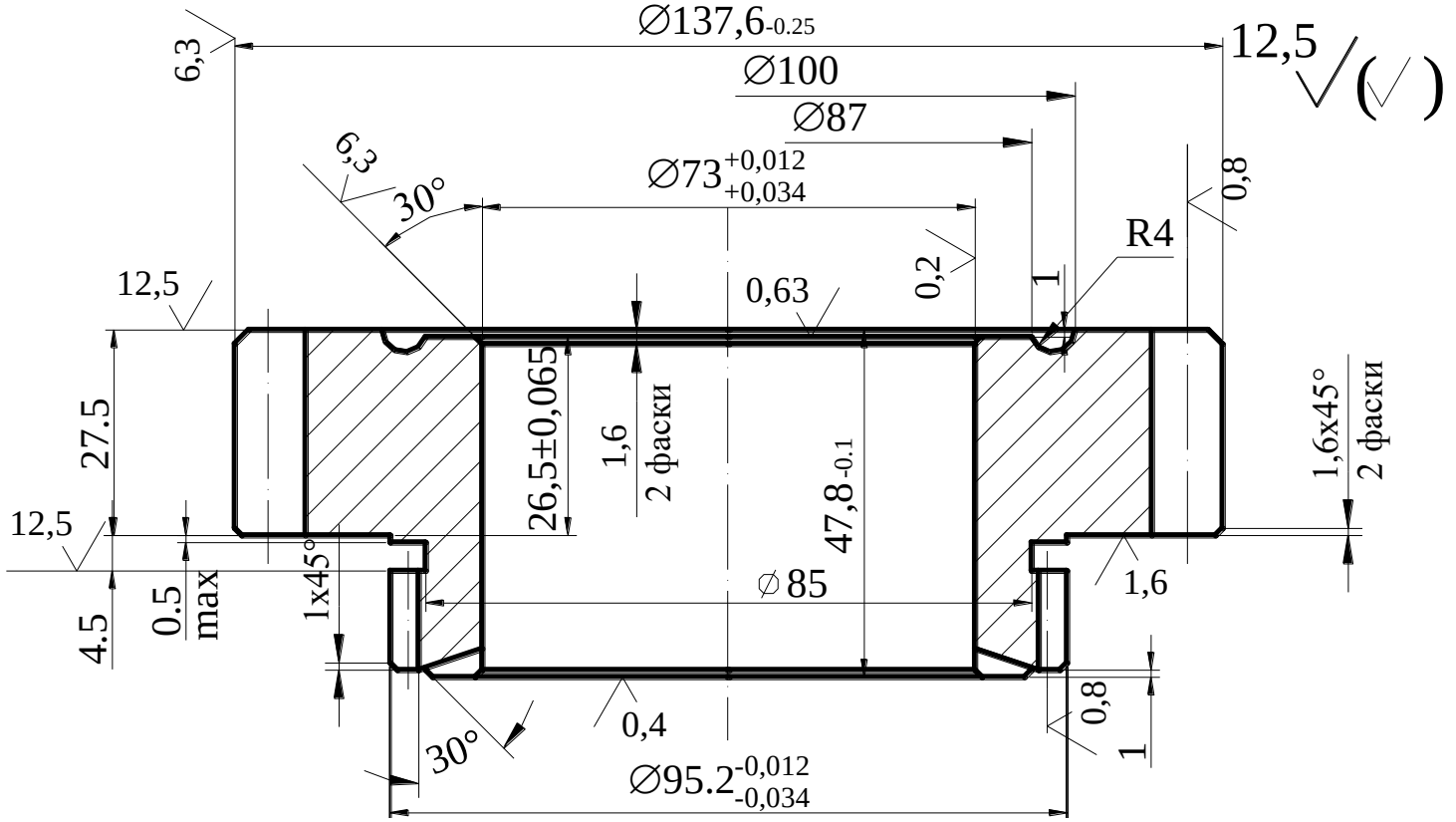
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 3 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 25ХГМ, Масса (М) = 1,9кг |
| Рис. П1.3. Шестерня 3-й передачи промежуточного вала коробки передач | |

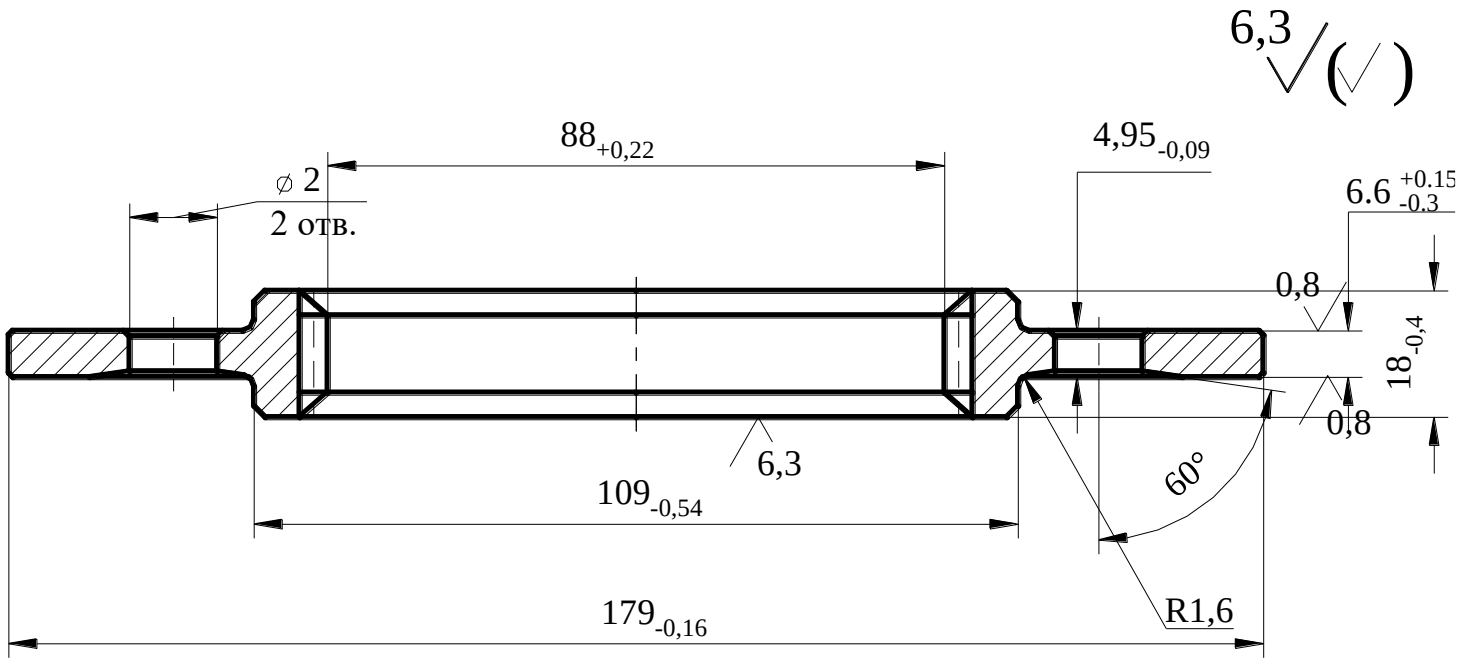
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 4 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 40Х,<br>Масса (М) = 3,885 |
| Рис.П1.4. Фланец | |

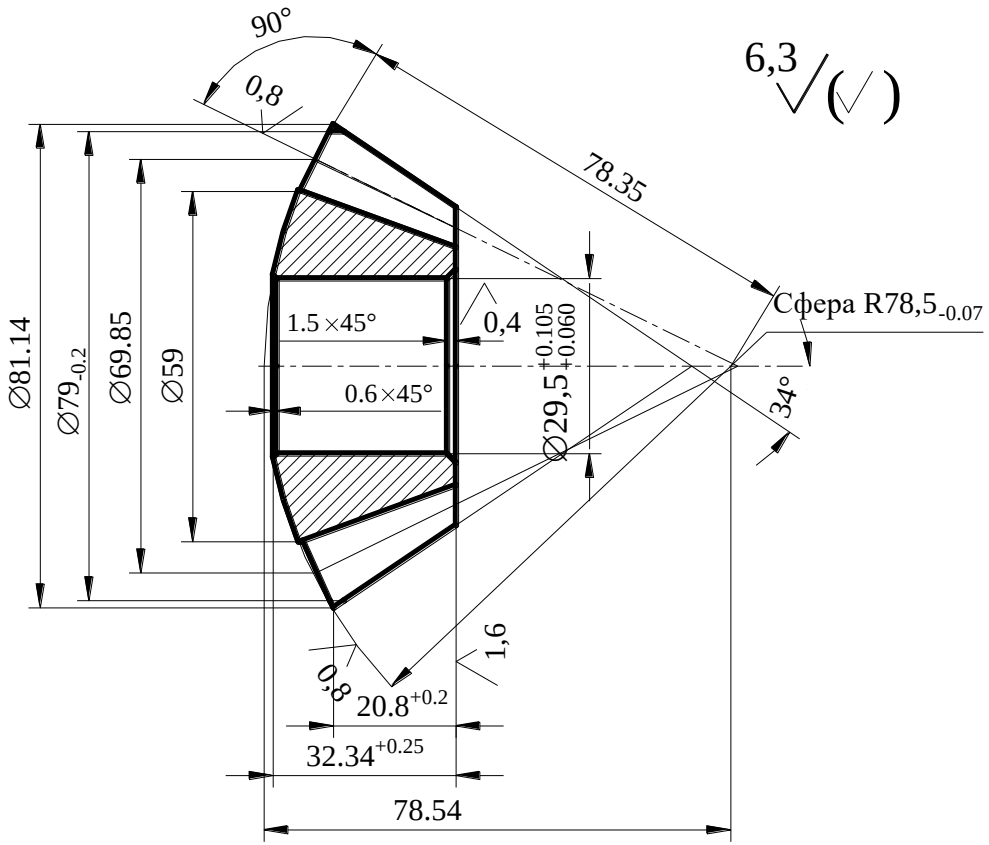
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 5 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 25ХГМ, Масса (М) = 2,5кг |
| Рис. П1.5. Шестерня 4-й передачи вторичного вала коробки передач | |

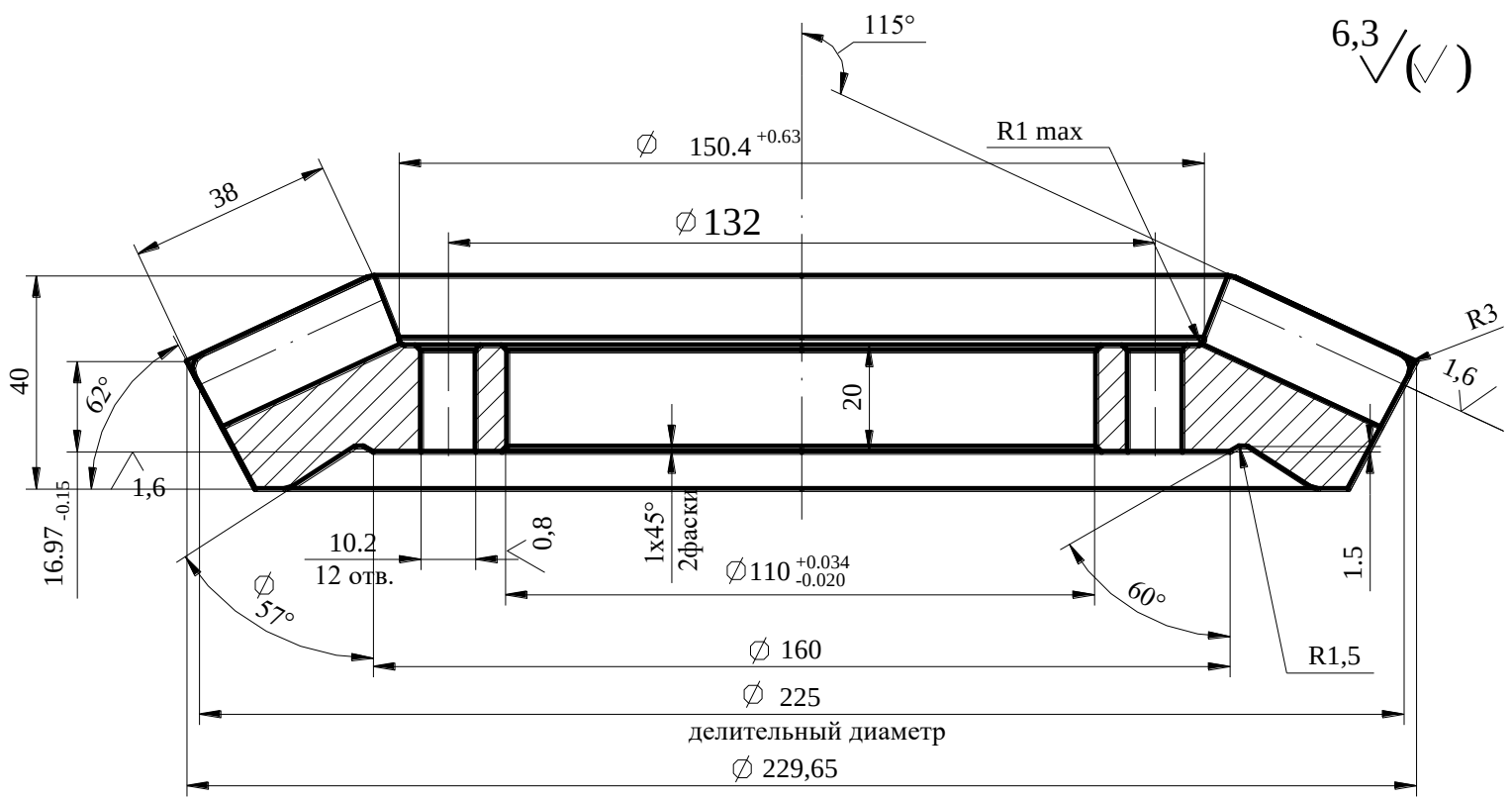
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 6 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 18 ХГТ, Масса (М) = 1,18кг |
| Рис. П1.6. Каретка синхронизатора коробки передач | |

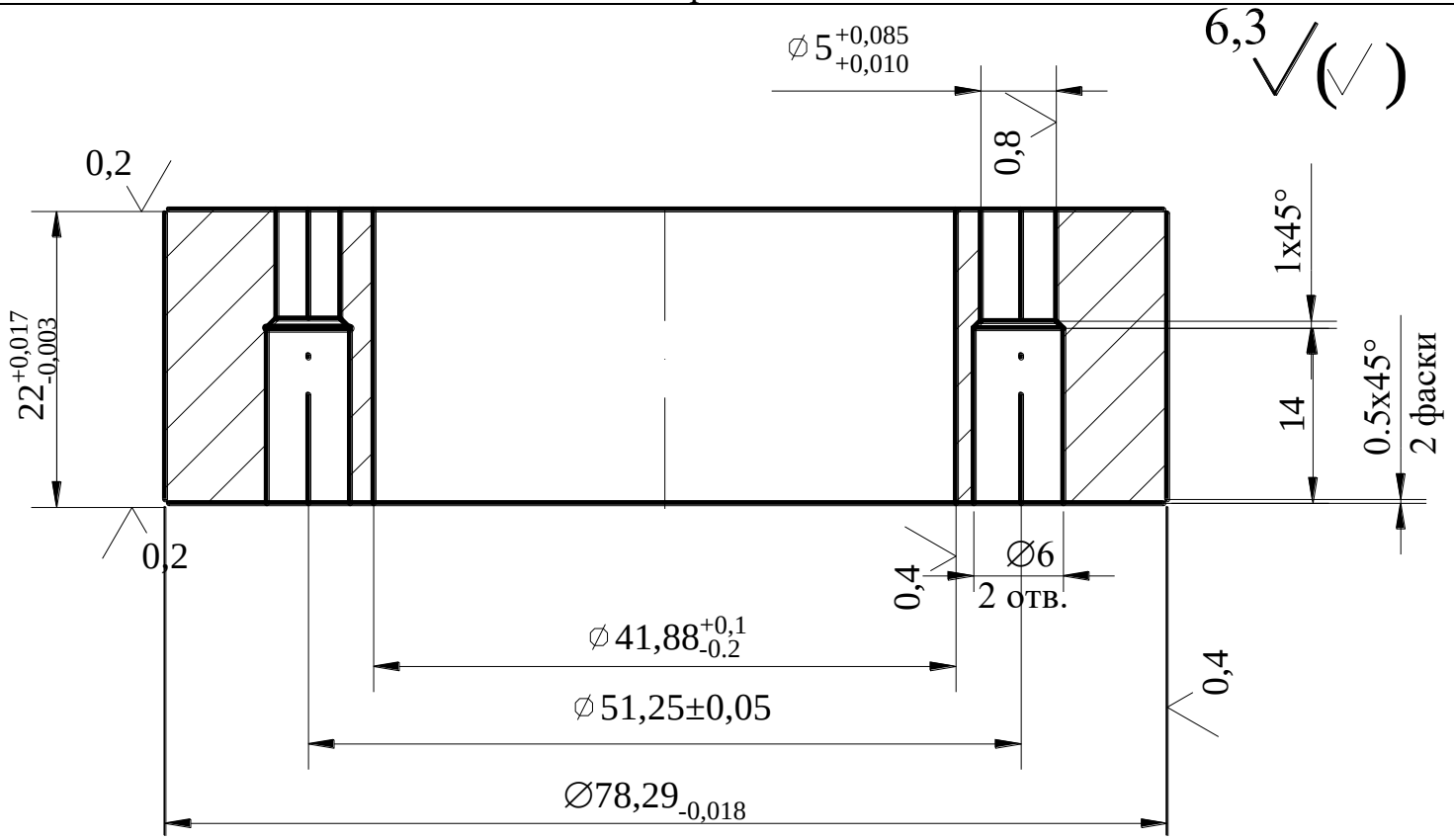
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 7 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 18 ХГТ, Масса (М) = 0,47кг |
| Рис. П1.7. Сателлит дифференциала заднего моста | |

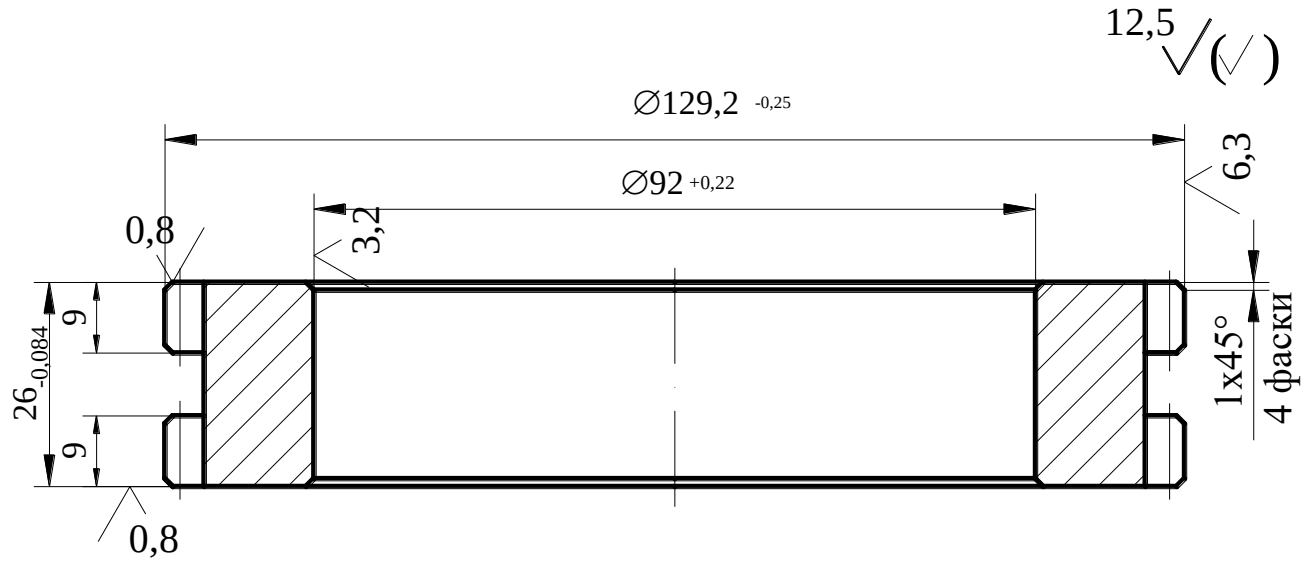
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 8 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 18 ХГТ, Масса (М) = 4,737кг |
| Рис. П1.8. Шестерня ведомая главной передачи заднего моста | |

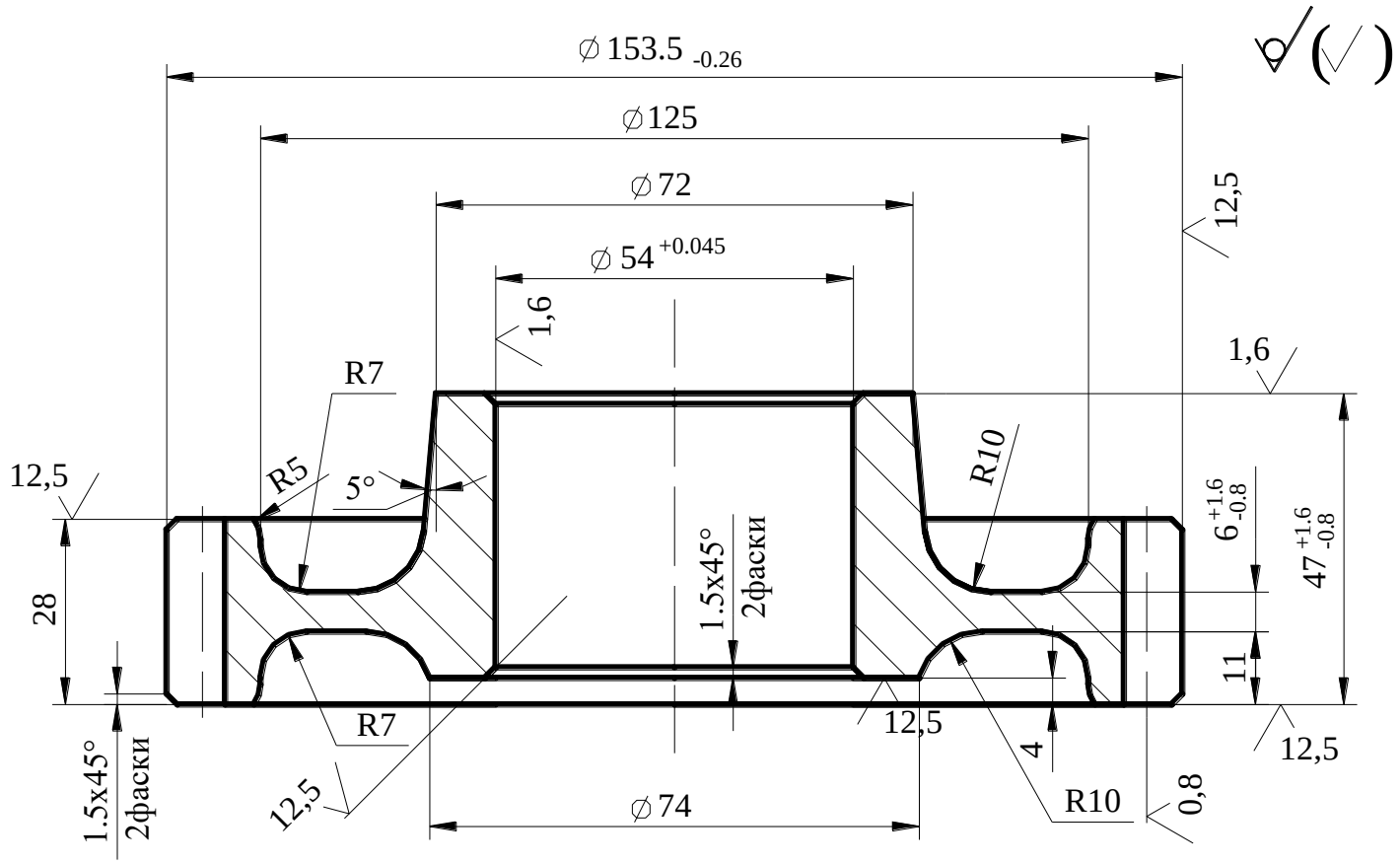
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 9 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь ШХ15,<br>Масса (М) = 0,49кг |
| Рис. П1.9. Статор насоса гидроусилителя руля | |

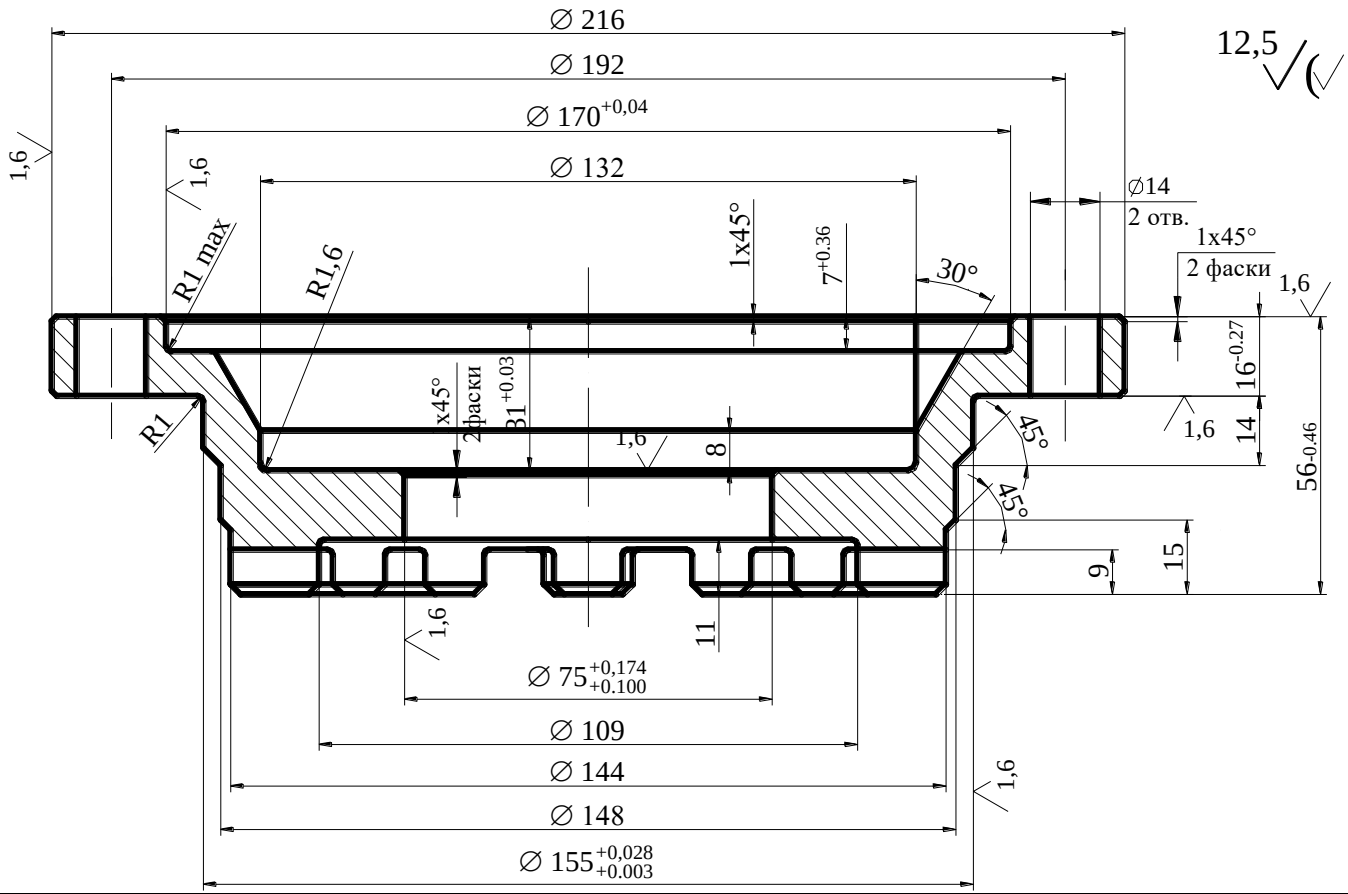
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 10 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 18 ХГТ<br>Масса (М) = 1,422кг |
| Рис.П1.10.Втулка синхронизатора демультипликатора | |

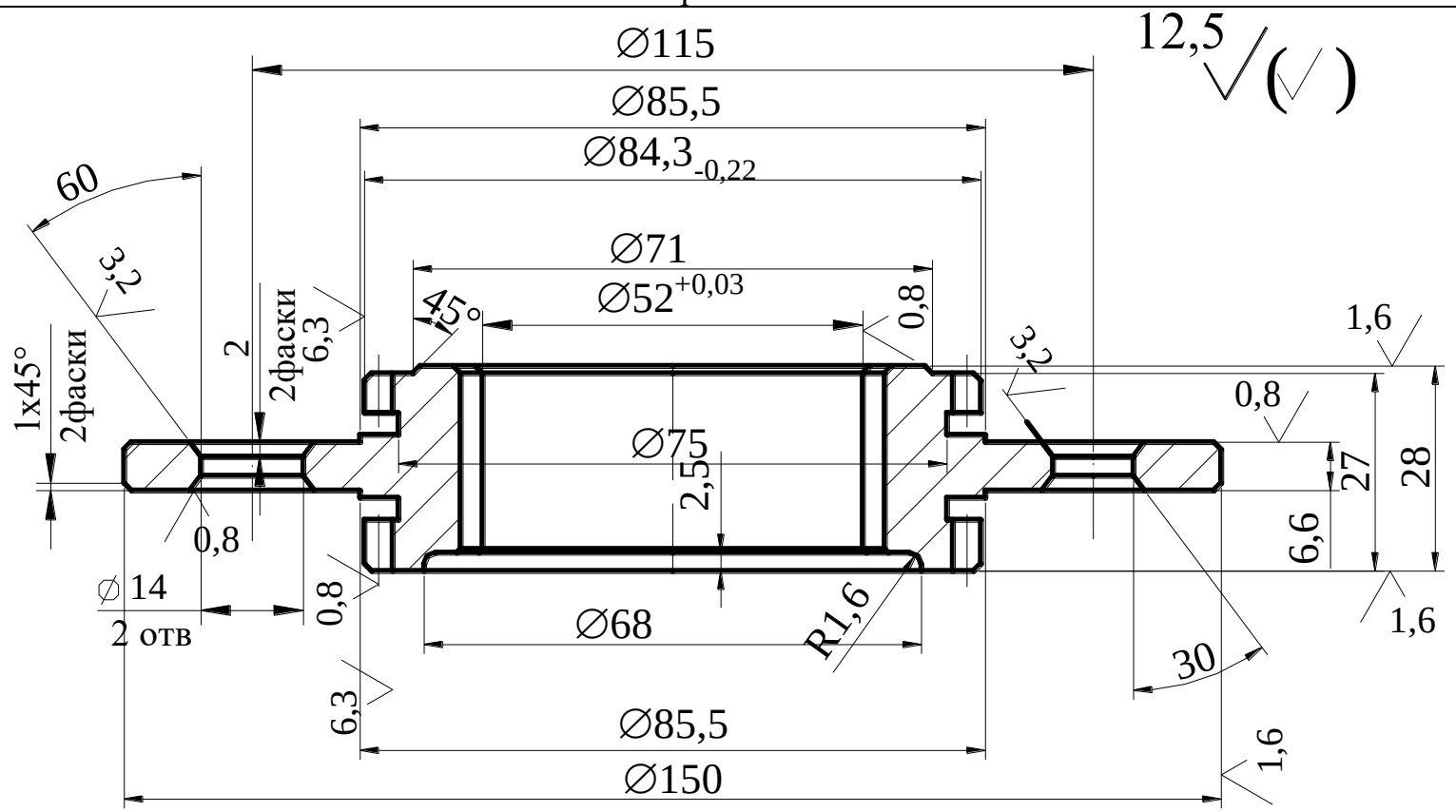
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 11 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 25 ХГТ, Масса (М) = 2,23кг |
| Рис. П1.11. Шестерня 4-ой передачи промежуточного вала коробки передач | |

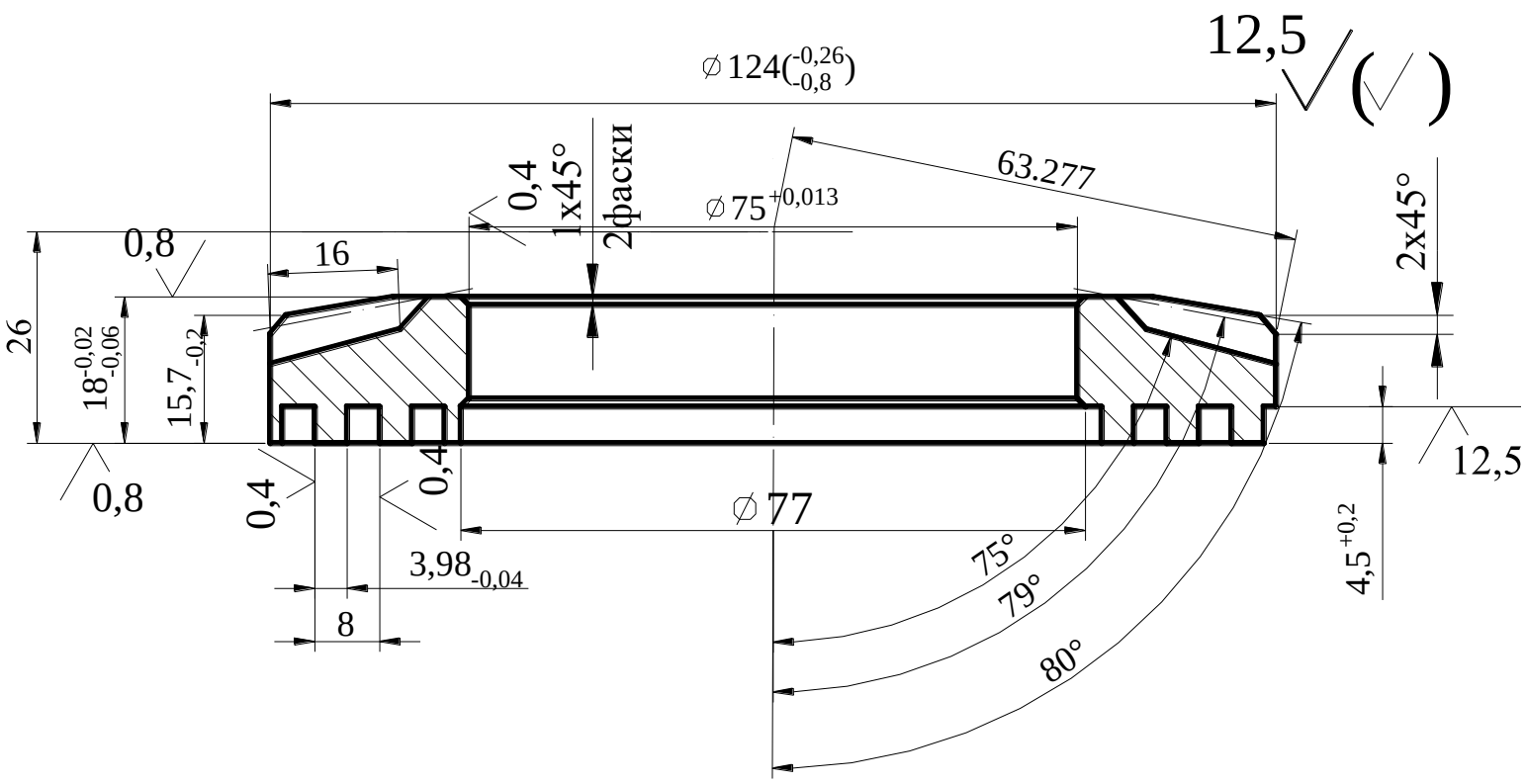
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 12 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 50,<br>Масса (М) = 4,09кг |
| Рис. П1.12. Муфта блокировки дифференциала | |

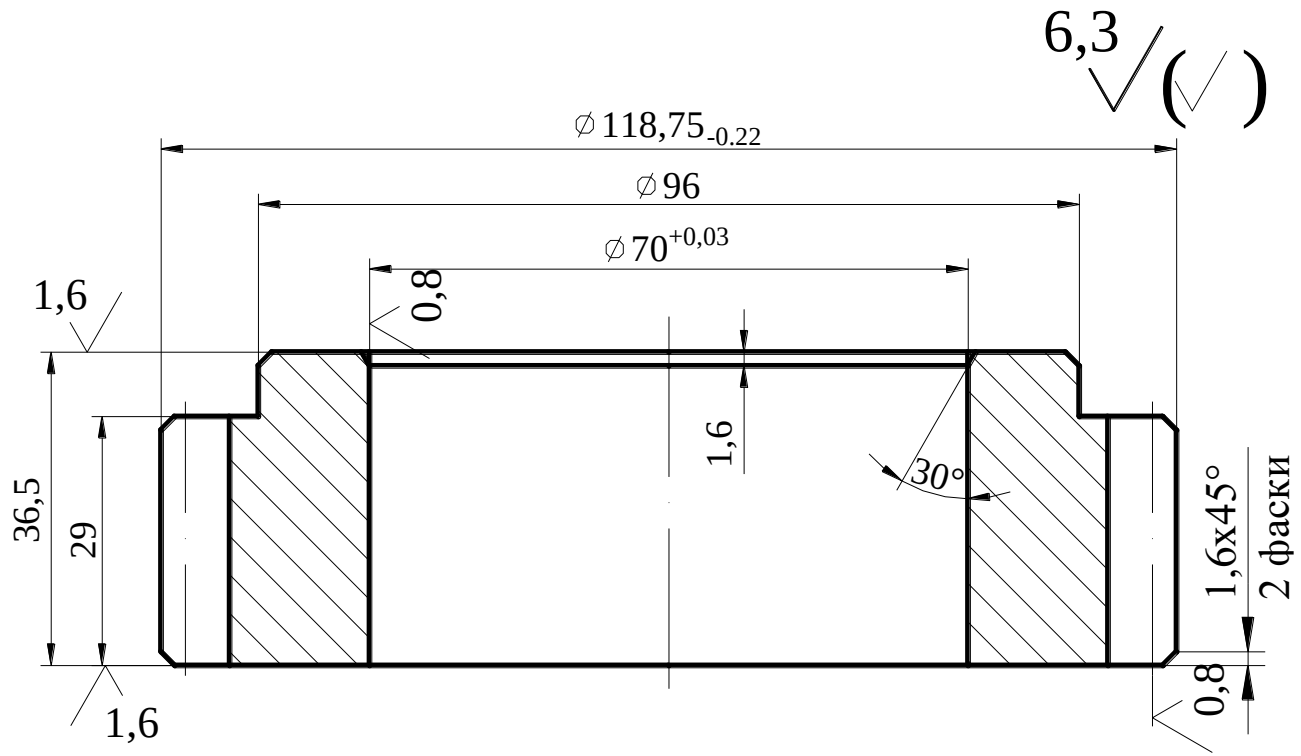
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 13 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 25 ХГТ, Масса (М) = 1,07кг |
| Рис. П1.13. Каретка синхронизатора 2 и 3 передачи коробки передач | |

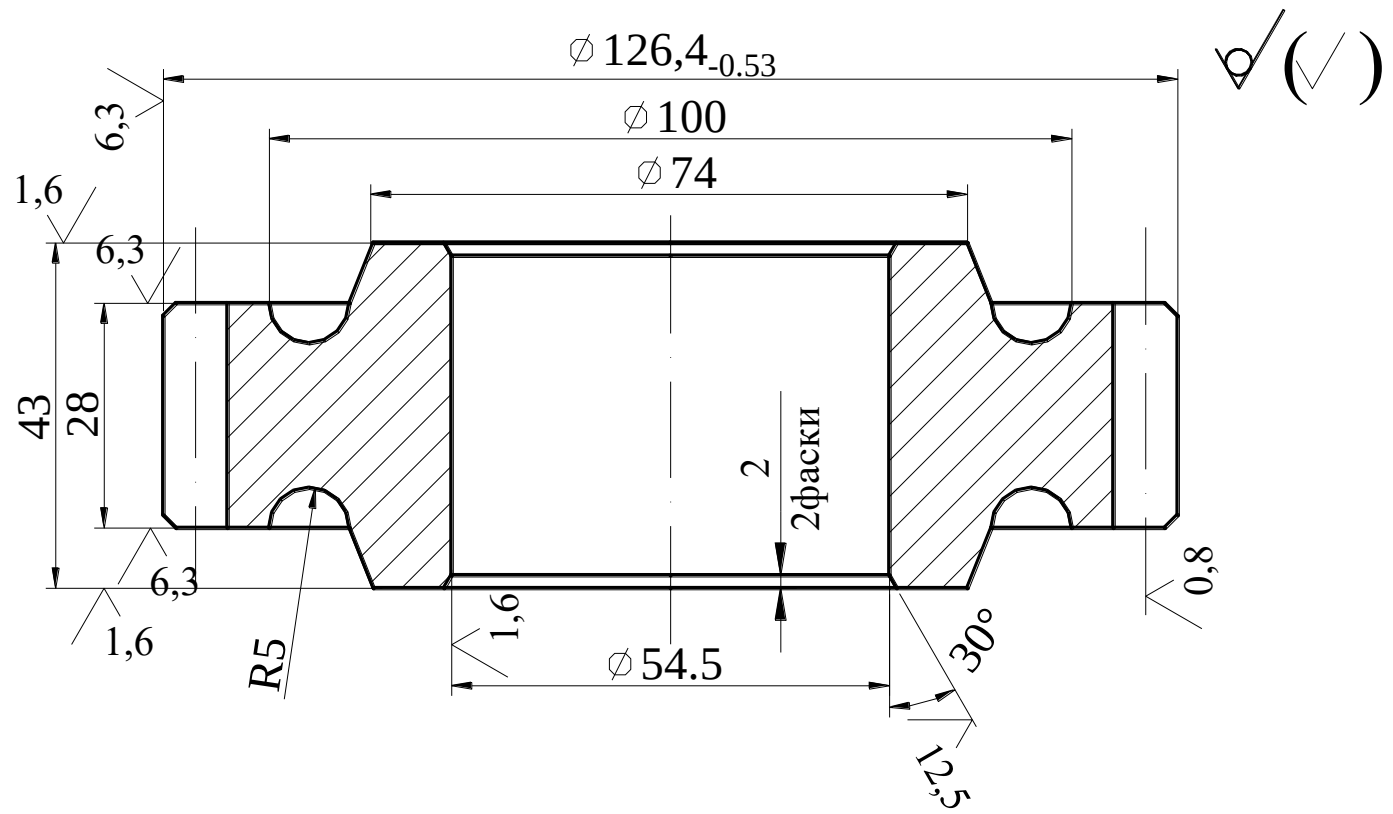
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 14 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 25 ХГТ, Масса (М) = 0,77кг |
| Рис. П1.14. Диск спиральный | |

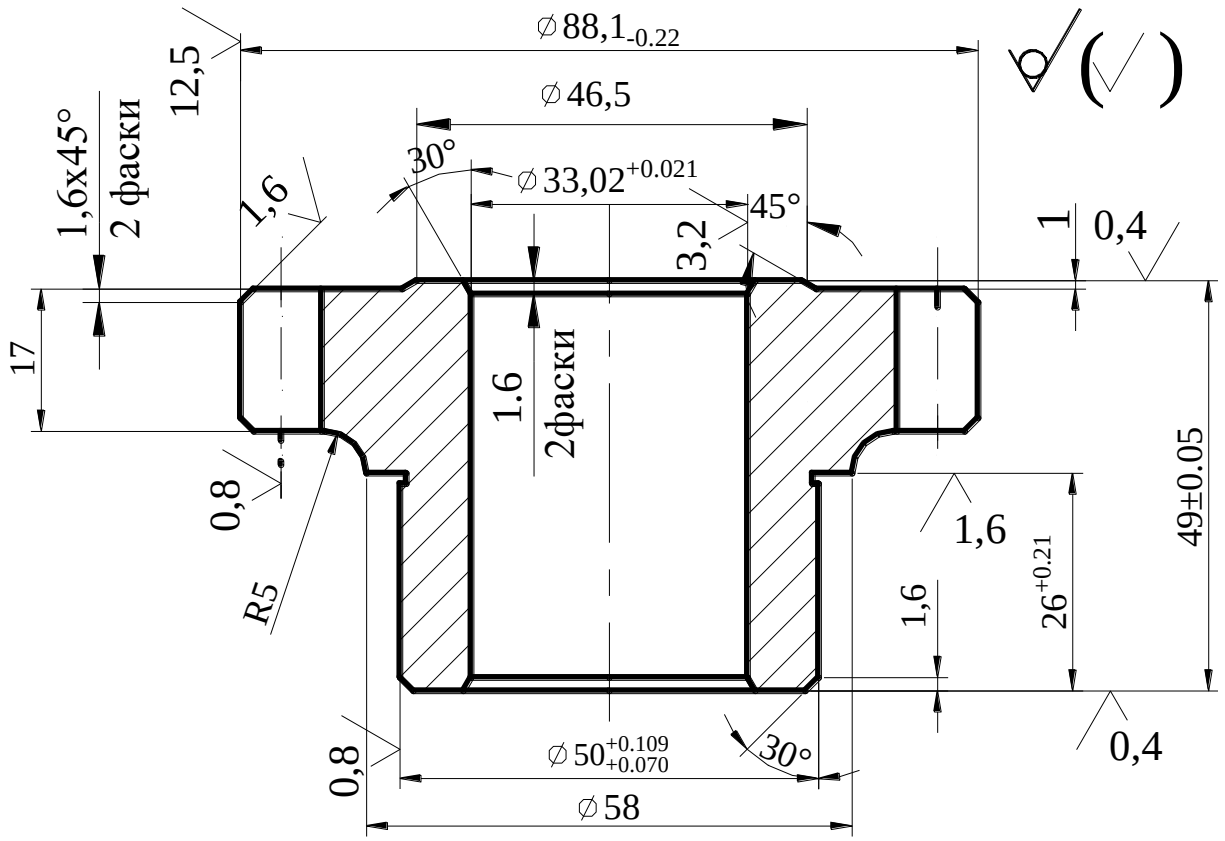
1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 15 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 25 ХГМ, Масса (М) = 1,6кг |
| Рис. П1.15. Шестерня блока шестерен заднего хода, ведомая | |

1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 16 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 25 ХГТ, Масса (М) = 1,93кг |
| Рис. П1.16. Шестерня 3-й передачи промежуточного вала коробки передач | |

1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.

| Вариант 17 | Исходные данные |
|---|---|
|  | Сталь 25ХГМ,<br>Масса (М) = 0,62кг |
| Рис. П1.17. Шестерня ведомая привода отбора мощности | |

1. Расчёт поковки вести в соответствии с ГОСТ 7505-89.
2. По имеющемуся чертежу детали составить чертеж поковки.
3. Выбрать оборудование для штамповки.
4. Разработать конструкцию штампа.
5. Провести математическое моделирование разработанного технологического процесса.