

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Витебский технологический институт
легкой промышленности

КЛИМЕНКОВ С.С.

Учебно-методическое пособие по дисциплине

ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ФОРМОБРАЗОВАНИЯ

Витебск
1994

621.98

УДК 621.865.8

Составитель проф. Клименков С.С.

Учебно-методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине: "Основы высокоэффективных технологий формообразования"
Витебск: Минобраз РБ, ВТИП, 1994.

В пособии содержится справочный материал и методические указания, необходимые для выполнения практических занятий и курсового проекта.

Предназначено пособие для студентов специальности Т.03.02.00 "Технология и оборудование высокоэффективных процессов обработки материалов".

Одобрено кафедрой машины и технологии высокоэффективных процессов обработки
" 10 " марта 1994 г., протокол N 4.

Рецензенты:

Витебский станкостроительный завод им. С.М. Кирова

Главный инженер Гавришкин А.В.

Витебский технологический институт легкой промышленности

Кафедра начертательной геометрии и черчении

Зав. кафедрой доцент Скоков П.И.

Рекомендовано к опубликованию научно-методическим центром учебной книги и средств обучения Министерства образования Республики Беларусь

Ответственный за выпуск
Гуль А.А.

Витебский технологический институт легкой промышленности

Подписано к печати	12.09.94	заказ N	22
Тираж	24 экз.	Объем	86
		печ. л.	Формат
			1/16

Отпечатано на ризографе Витебского технологического института легкой промышленности

Витебск, Московский пр-т, 72.

БЛІЯТЭ

312462

О Г Л А В Л Е Н И Е.

ГЛАВА 1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ	
ШТАМПОВ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ.....	3
1.1. Общие положения.....	3
1.2. Раскрой полосового материала.....	6
1.3. Порядок и этапы проектирования штампов.....	10
1.4. Типовые конструкции штампов.....	17
1.5. Типовые детали и узлы штампов.....	23
ГЛАВА 2. ХОЛОДНОЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ.....	35
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ПОКОВКИ.....	50
3.1. Общие требования	50
3.2. Степень сложности поковки.....	52
3.3. Определение исходного индекса.....	54
3.4. Припуски на механическую обработку.....	54
3.5. Допуски.....	56
3.6. Примеры расчета (назначения) допусков отклонений и припусков на поковки.....	57
ГЛАВА 4. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ШТАМПОВ ДЛЯ БЕЗОБЛОЙНОЙ ЗАКРЫ-	
ТОЙ ШТАМПОВКИ.....	72
4.1. Классификация схем штамповки пакетов с разъемными матрицами.....	72
4.2. Рычажный штамповый пакет с вертикальным разъемом матриц и одним деформирующим пуансоном.....	75
4.3. Штамповый пакет с горизонтальным разъемом матриц и двумя горизонтальными деформирующими пуансонами.....	82
4.4. Штамповый пакет с горизонтальным разъемом матриц и деформирующими пуансонами, движущимися перпендикулярно плоскости разъема матриц.....	90
ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРЯЧЕЙ БЕЗОБЛОЙНОЙ ШТАМПОВКИ	
ПОКОВКИ.....	98
5.1. Штамповка поковок типа угольников, тройников и крестовин.....	98
5.2. Многопереходная безоблойная штамповка шестерен в штампах с горизонтальным разъемом матриц.....	104
5.3. Закрытая штамповка поковок типа шестерен.....	107
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	116

ГЛАВА 1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ.

1.1. Общие положения.

Разработка технологических процессов листовой штамповки состоит из следующих этапов:

1) анализ технологичности формы или конструктивности элементов детали;

2) определение формы и размеров заготовки, а также расхода материала при минимальном его использовании;

3) установление наиболее рационального технологического процесса, обеспечивающего изготовление требуемых деталей;

4) установление типа, мощности и габаритов требуемого оборудования;

5) определение трудоемкости изготовления штампуемых деталей, а также количества и разряда производственных рабочих и расценки за одну деталь.

При разработке технологических процессов должны быть решены следующие вопросы: 1) определение наимыгоднейшего расхода материала и наименьших размеров заготовки; 2) установление характера, качества и последовательности операций; 3) выбор степени сложности (совмещенности) операции; 4) установление количества одновременно штампуемых деталей; 5) определение операционных размеров и установление операционных допусков.

Многообразие встречающихся на практике конфигураций и различных сочетаний конструктивных элементов вместе с разнообразными технологическими требованиями и экономическими предпосылками не позволяет установить типовое решение, применимое для любого случая. Поэтому могут быть даны лишь следующие общие принципы и технологические рекомендации.

1. Как правило, необходимо стремиться к наименьшему

количеству операций и увеличению их производительности. Исключением может быть штамповка в мелкосерийном производстве в том случае, если уменьшение количества операций приводит к необходимости изготовления сложных дорогостоящих штампов.

2. При штамповке плоских деталей с большим количеством близко расположенных отверстий целесообразно производить пробивку отверстий рядами; пробивку большого числа боковых отверстий на вытянутых изделиях группами с автоматическим поворотом изделия - за несколько ходов прессы, но с применением простых и стойких штампов; пробивку ряда боковых отверстий в крупных деталях - за одну операцию клиновым штампом.

3. В ряде случаев последовательность операций зависит от требуемой точности отдельных элементов изделия. Так, например, при изготовлении изогнутой детали с отверстиями в случае невысокой точности положения отверстий относительно базы пробивку их следует производить в плоской заготовке, в случае же высокой точности, превышающей погрешности при гибке, пробивку отверстий, как правило, следует производить после гибки.

4. При изготовлении сложно изогнутых деталей замкнутой или полузамкнутой конфигурации количество операций гибки и их совмещенность зависят от конфигурации детали, требуемой точности и экономической целесообразности применения дорогих сложногогибочных (клиновых, шарнирных и т. п.) штампов.

5. Количество последовательных операций вытяжки зависит от относительной глубины детали и определяется общезвестными методами по оптимальной величине коэффициентов вытяжки.

6. В большинстве случаев после глубокой вытяжки необходимо производить обрубку края детали так же, как и после холодного выдавливания.

7. При повышенных требованиях к геометрической форме плоских деталей следует предусматривать их правку в штампах.

8. Для деталей, требующих повышенной чистоты поверхности среза, следует применять зачистку после вырубki или чистовую вырубку.

9. При изготовлении полых деталей с фланцем, но без дна следует отдать предпочтение операции отбортовки перед вытяжкой. В случае высокой стенки борта желательно применить неглубокую вытяжку с последующей пробивкой и отбортовкой дна или отбортовку с утонением стенок.

10. При изготовлении полых или гнутых деталей с острым углом вместо закругления необходимо после вытяжки или гибки применить операцию калибровки.

Наиболее сложным вопросом при разработке технологических процессов холодной штамповки является вопрос о степени совмещенности операций, т. е. о том, применять ли сложные и дорогие комбинированные штампы, выполняющие сразу несколько операций, или применять раздельную пооперационную штамповку простыми и более дешевыми штампами.

Оба типа штампов, как и сами способы штамповки, имеют достоинства и недостатки, непосредственно отражающиеся на качестве, стоимости и точности. Каждый из этих способов штамповки имеет свою область применения и определенные ограничения как технологического, так и экономического характера. В таблице 1.1. приведены характеристики штампов совмещенного и последовательного типов.

Таблица 1.1.

Показатель	Характеристика штампов	
	совмещенного типа	последовательного типа
Точность штамповки	Повышенная и средняя точность ()	Средняя и пониженная точность ()
Качество вырубленных деталей	Отсутствие погнутости, лучший срез благодаря прижиму материала. Одновременная правка.	Погнутость (выворачивание) небольших деталей, требующая применения операции правки

Продолжение таблицы 1.1.

Наибольшие размеры деталей и средний диапазон толщин	Свыше 3000 мм при толщине до 5 мм (диапазон толщин от 0,005 до 6-8 мм)	Вытяжные до 250 мм с диапазоном толщин от 0,2 до 3 мм; разделительные гибочные - до 500 мм, толщиной до 10 мм
Производительность штамповки	Меньшая производительность вследствие выбрасывания деталей на поверхность штампа и необходимости их удаления (ручного или механического)	Повышенная производительность благодаря автоматической передаче заготовки с операции на операцию и автоматическому удалению деталей
Работа на быстроходных прессах-автоматах	Не рекомендуется вследствие возможности расстройств пружинно-буферной системы	Возможна работа на быстроходных прессах с числом ходов 400 в мин и выше
Безопасность работы	Небезопасна ввиду введения рук в рабочую зону штампа; требует принятия мер по технике безопасности	Более безопасна, так как исключено введение рук в рабочую зону штампа
Применение многогорядного способа штамповки	Применяется сравнительно редко для изготовления плоских, гнутых и полых деталей	Широко применяется для изготовления плоских, гнутых и полых деталей небольших размеров
Трудоемкость изготовления штампов	Для вырубki деталей сложной конфигурации меньше, чем стоимость последовательных штампов	Для вырубki деталей простой конфигурации меньше, чем стоимость совмещенных штампов

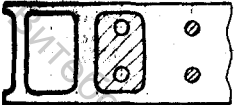
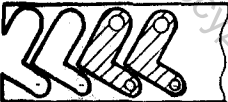
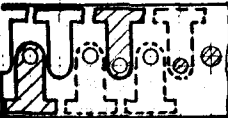
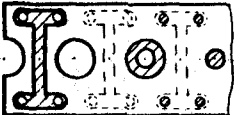
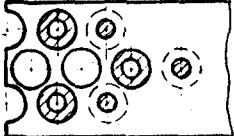
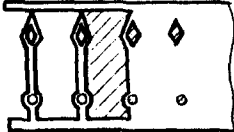
1.2. Раскрой полосового материала.

Различные способы раскрой полосового материала по экономичности и величине технологических отходов могут быть разделены на три вида:

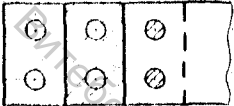
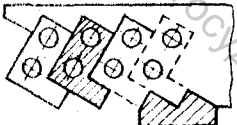
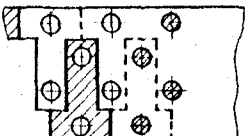
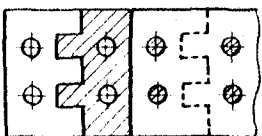
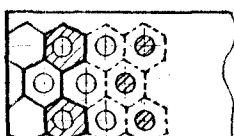
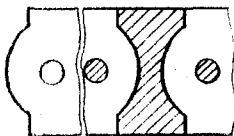
- раскрой с отходами, когда вырезка происходит по всему контуру детали, а перемычка имеет замкнутую форму;
- малоотходный раскрой, когда вырезается или отрезается только часть контура детали, а в отход идет или перемычка между

Основные типы раскроя с отходами.

Таблица I.2

Тип раскроя и эскиз	Применение раскроя	Способ подачи материала
Прямой 	Для деталей простой геометрической формы (прямоугольной, круглой, квадратной)	
Наклонный 	Для деталей Г-образной или другой сложной конфигурации, которые при прямом расположении дадут большие отходы металла	Ручная или автоматическая
Встречный 	Для деталей Т-, П-, Ш-образной конфигурации, которые при прямом и наклонном расположении дадут большие отходы	
Комбинированный 	Для двух различных деталей одинаковых по толщине и марке металла, в крупносерийном и массовом производствах	Автоматическая подача
Многоярусный 	Для деталей небольших размеров в крупносерийном и массовом производствах	
С вырубкой перемычек 	Для мелких и узких деталей (часовые стрелки и подобные детали) или для последовательной вытяжки в ленте при крупносерийном и массовом производствах	Ручная, чаще автоматическая подача

Продолжение таблицы 1.2

Тип раскроя и эскиз	Применение раскроя	Способ подачи материала
Прямой 	Для деталей прямоугольной или трапециевидальной конфигурации	Ручная подача до упора (соемочно по 2 шт. за один ход пресса)
Наклонный 	Для деталей Г-образной или другой конфигурации, допускающих небольшие дефекты контура	
Встречный 	Для деталей Т-, П-, Ш-образной конфигурации, допускающих небольшие дефекты контура	Ручная или автоматическая подача (по 2 шт. за один ход пресса)
Комбинированный 	Для двух различных деталей, взаимовписывающихся по конфигурации	
Многогранный 	Для деталей прямоугольной, квадратной или шестигранной конфигурации небольших размеров в крупносерийном и массовом производствах	Ручная или автоматическая подача (по несколько штук за один ход пресса)
С вырезкой перемычек 	Для деталей удлиненной формы, изготавливаемых из листовой полосы или ленты, без обрезки вдоль длинных сторон	Ручная подача до упора

двумя вырезами, или только боковая перемычка;

- безотходный раскрой, когда вырезаемая деталь получается путем прямолинейной или криволинейной отрезки без образования перемычек.

Схемы раскроя приведены в таблице 1.2.

Экономичность раскроя в значительной степени определяет величина перемычек, которая зависит от следующих факторов:

1) толщины и твердости материала; 2) размеров и конфигурации деталей; 3) типа раскроя (прямой, встречный и т. п.); 4) способа подачи полосы (с боковым прижимом или без него); 5) типа упора (неподвижный, подвижный, шаговый нож, ловители).

В таблице 1.3. приведены проверенные в массовом производстве величины перемычек для основных случаев вырубки.

Таблица 1.3.

Толщина материала в мм	Перемычка в мм	
	a и b	a1 и b1
0,3	1,4	2,3
0,5	1,0	1,8
1,0	1,2	2,0
1,5	1,4	2,2
2,0	1,6	2,5
2,5	1,8	2,8
3,0	2,0	3,0
3,5	2,2	3,2
4,0	2,5	3,5
5,0	3,0	4,0
6,0	3,5	4,5
7,0	4,0	5,0
8,0	4,5	5,5
9,0	5,0	6,0
10,0	5,5	6,5

Обозначения: a - перемычка между вырезами для небольших деталей простой конфигурации;

a1 - перемычка между вырезами для больших деталей или деталей сложной конфигурации;

b - боковая перемычка при работе с боковым прижимом полосы;

b1 - то же при работе без бокового прижима.

1.3. Порядок и этапы проектирования штампов.

Конструкция штампа должна полностью отвечать требованиям технологического процесса в отношении получения требуемой формы и точности штампуемой детали, должна обеспечивать необходимую производительность и безопасность работы, а также должна быть технологичной в изготовлении и экономически эффективной для данного масштаба производства.

Проектирование штампа состоит из следующих этапов:

- 1) выбор типа штампа и его узлов (подача, удаление и пр.) в соответствии с намеченной технологией изготовления;
- 2) выполнение необходимых технологических и конструктивных расчетов;
- 3) конструирование общего вида (план, разрез) штампа и составление спецификации;
- 4) разработка рабочих чертежей отдельных ненормализованных деталей штампа.

Общий вид штампа (разрез) обычно выполняется в рабочем положении, предпочтительно в натуральную величину (М1:1). Это обеспечивает наилучшую увязку всех элементов конструкции. На общем виде должна быть вычерчена штампуемая деталь со всеми размерами и технологическими указаниями, а также раскрой полосы.

Основное требование к конструкции штампа - полное соответствие технологическому процессу - может быть выполнено различными конструктивными решениями путем создания конструкций штампов различной степени сложности.

В крупносерийном производстве от конструкций штампов требуется повышенная надежность в работе и высокая стойкость (длительность службы). В серийном производстве эти требования значительно снижены, а в мелкосерийном - практически невелики. Это кардинально меняет конструкцию штампа. В крупносерийном производстве оправданы массивные штампы повышенной металлоемкости,

что обеспечивает надежность и длительность работы. В серийном, а тем более в мелкосерийном производстве требуется максимальное снижение металлоемкости и веса штампов, следовательно, должны быть применены другие конструктивные решения.

Вопросы взаимного соединения и крепления деталей штампов также решаются по-разному. В крупносерийном производстве довольно распространена врезка рабочих или держащих деталей в плиты, установка врезных шпонок и пр. В штампах серийного и мелкосерийного производства это нецелесообразно. Вместо врезки или установки врезных шпонок рекомендуется крепление установочными штифтами. Если обычные установочные штифты не обеспечивают достаточной прочности рекомендуется применять штифты большего размера.

Различные требования к стойкости штампов вынуждают применять различные марки материалов для рабочих и вспомогательных деталей штампов. Так, например, в крупносерийном производстве для рабочих частей вырубных штампов применяют износостойкие легированные и инструментальные стали, а в мелкосерийном производстве вполне оправдано применение стали 45 с термической обработкой или неакализованных марок стали.

Рабочие детали штампов (пуансоны и матрицы) подвергаются ударной нагрузке с сильной концентрацией напряжений на рабочих кромках или на рабочей поверхности. Поэтому к материалу пуансонов и матриц предъявляются требования высокой или повышенной твердости и износостойкости при наличии достаточной вязкости. В таблице 1.4, 1.5 приведены марки материалов, применяемые для изготовления деталей штампов.

Для правильной уравновешенной работы штампа необходимо расположить вырезаемый контур на матрице таким образом, чтобы центр давления совпадал с осью хвостовика. В противном случае в штампе возникают перекосы, несимметричность

Материалы, применяемые для изготовления пуансонов и матриц.

Таблица 1.4.

Детали штампов	Марки сталей и материалов	
	Рекомендуемые	Допускаемые заменители
Пуансоны и матрицы вырубные и пробив- ные: простой формы сложной формы	У10, У10А Х12М, Х12Ф1, Х6ВФ	ШХ15 5ХВ2С, 7ХГ2ВФМ
Пуансоны и матрицы гибочные: простой формы сложной формы	У8А У10А, Х6ВФ	У8, модифицированный чугун МСЧ 32-52 Х12Ф, ШХ15
Пуансоны и матрицы вытяжные и формо- вочные: простой формы сложной формы	У10А, Х12, ВК8, моди- фицированный чугу- н МСЧ 32-52 Х6ВФ, специальный тер- мообработанный чугун, пластмасса	Х12Ф, ВК15, графитизи- рованная сталь ЗИ293 или ЗИ366 ХВ5, Х12Ф1, графитизи- рованная сталь ЗИ293 или ЗИ366
Пуансоны и матрицы чеканочные: простой формы сложной формы	Х12Ф Х12М	Х12Ф1 9ХС, ХВГ, 9ХВГ
Пуансоны для хо- лодного выдавли- вания: алюминия меди и латуни	У10А, Х12М Р18	Х12Ф1, 7ХГ2ВФМ 7ХГ2ВФМ
Матрицы для хо- лодного выдавли- вания: алюминия меди и латуни	Х12М, Х12Ф1 Х12М, Р18	ШХ15, 9ХС, Х6ВФ 7Х12ВФМ, Х12Ф1
Пуансоны для хо- лодного выдавли- вания стали	Р18, Х12М	ХГЗСВФМ
Матрицы для хо- лодного выдавли- вания стали	Р18, Х12М	ХГЗСВФМ

Марки материалов и сталей, применяемые для изготовления различных деталей штампов.

Таблица 1.5.

Деталь штампа	Марка материала		Термообработка
	Основной	Заменитель	
Плиты штампов литые	Чугун СЧ 21-40 или СЧ 22-44	Стальное литье ЗЛ, 40Л	-
Плиты штампов стальные	Стали 40, 50	Ст. 5	-
Квадратики	Стали 35, 40	Ст. 4 и Ст. 5	-
Колонки направляющие	1. Сталь 20 2. Стали 45, 50	Ст. 2 -	1. Цементировать на глубину 0,5-1,0 мм, калить до HRC 58-62. 2. Калить до HRC 45-50.
Втулки направляющие	1. Сталь 20 2. Сталь 45, 50	Ст. 2 -	1. Цементировать на глубину 0,5-1,0 мм, калить до HRC 58-62. 2. Калить до HRC 45-50.
Втулки для шариковых направляющих	ШХ15	-	Калить до HRC 58-62
Пуансонодержатели	Стали 35, 45	Ст. 3	-
Подкладки под пуансон	Сталь 45	Ст. 5	Калить до HRC 40-45
Съемники	Ст. 3	Сталь 25	-
Прижимы, направляющие планки, выталкиватели	Ст. 3, Стали 40, 45	Ст. 5	Калить до HRC 50-54
Упоры	Сталь 45	-	Калить до HRC 40-45
Ловители	У8А	У7А	Калить до HRC 50-54
Штифты	У8А	Ст. 6	Калить до HRC 45-50
Винты	Сталь 45	-	Калить головку до HRC 40-45
Пружины	65Г, 65С2	Стальная проволока 2-го класса	Калить до HRC 40-48

зазора, износ направляющих, быстрое притупление режущих кромок, а затем и поломка штампа.

Аналитический способ нахождения центра давления основан на равенстве моментов равнодействующей нескольких сил сумме моментов этих сил относительно одной и той же оси. Направление осей XU берем по сторонам пуансонодержателя, от которых производится его разрезка (см. рис. 1.1). Ввиду не симметричности расположения пуансонов (на рисунке заштрихованы) составляем уравнение равенства моментов относительно обеих осей.

Уравнение моментов относительно оси Y :

$$x = \frac{P_1a + P_2b + P_3b + P_4c + P_5d + P_6e}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6};$$

уравнение моментов относительно оси X :

$$y = \frac{P'_1c' + P'_2e' + P'_3b' + P'_4g' + P'_5d' + P'_6a'}{P'_1 + P'_2 + P'_3 + P'_4 + P'_5 + P'_6},$$

где x — искомое расстояние от оси OY до центра тяжести;

y — искомое расстояние от оси OX до центра тяжести;

a, b, c, d, e — расстояние от центра тяжести фигуры (пуансона) до оси OY ;

a', b', c', d', e', g' — то же, до оси OX ;

P_1, P_2 , и т.д. — усилия вырубки.

При расчете вместо усилий вырубки (P_1, P_2 и т.д.) можно подставлять длину соответствующего контура.

Штамп проектируется обычно в его нижнем положении. В этом положении наилучшим образом увязывается взаимодействие рабочих, прижимающих и удаляющих деталей штампа. При этом, почти исключается возможность конструктивных ошибок по несогласованности верхней и нижней частей штампа, как, например, длинные направляющие колонки и короткие пуансоны, вследствие чего штамп не сможет работать, так как колонки будут выходить за пределы

верхней плиты и упираться в торец ползуна и т.п.

Высота штампа в нижнем рабочем положении называется закрытой высотой штампа; она должна быть меньше с закрытой высотой пресса. Закрытой высотой пресса является расстояние от плиты до ползуна пресса в его нижнем положении при максимальном ходе и укороченной длине шатуна. Закрытая высота пресса указывает на предельную высоту штампа, который может быть установлен на данном прессе. Штамп, имеющий закрытую высоту большую, чем закрытая высота пресса, не может быть установлен на этот пресс, а если он и будет установлен в верхнем положении ползуна, то при пуске пресса может произойти его поломка.

Для прессов с регулируемым ходом закрытая высота принимается для случая работы при наибольшей величине хода пресса. При уменьшении величины хода закрытая высота пресса увеличивается пропорционально отношению $\frac{h_{\max} - h}{2}$, где $h_{\max}$ - наибольшая величина хода пресса.

Основное правило при проектировании штампов: штампы должны проектироваться на конкретные прессы в соответствии с их технической характеристикой или на группу прессов, близких по мощности и аналогичных по технической характеристике.

На рис. 1.2 показаны основные размеры рабочего пространства кривошипного пресса и устанавливаемого на нем штампа, необходимые конструктору при проектировании штампов.

Обозначения принятые на рисунке:

h - ход ползуна; M - величина регулировки длины шатуна; H - наибольшая закрытая высота пресса (расстояние от плиты до ползуна в его нижнем положении при максимальном ходе и наименьшей длине шатуна); L - расстояние от стола до направляющих; R - вылет от оси ползуна до станины; $A \times B_1$ - размеры стола (не показан); $a \times b$ - размеры отверстия в столе; $A \times B$ - размеры подкладной плиты; H_1 - толщина подкладной плиты; D - диаметр отверстия в подкладной плите;

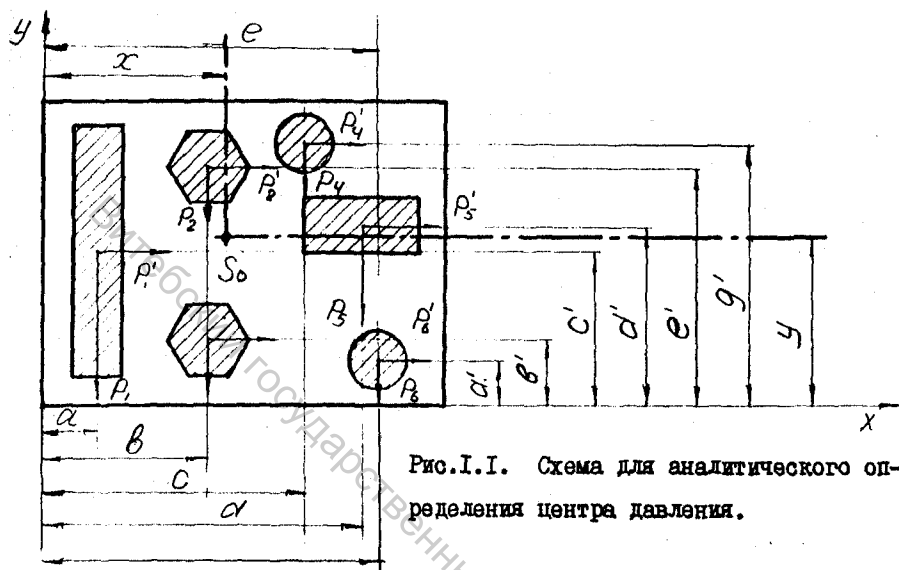


Рис. I.1. Схема для аналитического определения центра давления.

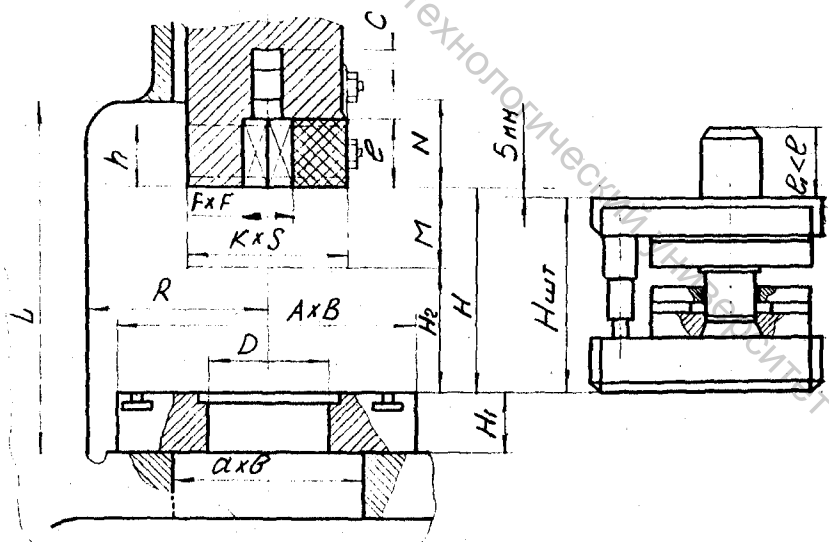


Рис. I.2. Рабочее пространство кривошипного прессы и его размерные характеристики.

$K \times B$ - размеры нижней площади ползуна; $F \times F$ - размеры квадратного отверстия в ползуне; l - глубина квадратного отверстия в ползуне; N - расстояние от выталкивателя до нижней поверхности ползуна; c - ход выталкивателя; H_2 - наименьшая закрытая высота пресса ($H - M$); $H_{шт}$ - закрытая высота штампа.

Размер закрытой высоты штампа $H_{шт}$ (в нижнем рабочем положении) должен находиться в пределах между наибольшей H и наименьшей $H_2 = H - M$ закрытой высотой пресса. Обычно берут:

$$H - 5 \text{ мм} > H_{шт} > H_2 + 10 \text{ мм}.$$

Как правило, штампы проектируются ближе к наибольшей закрытой высоте пресса, учитывая возможность работы при укороченном (свинченном) шатуне, а так же уменьшение высоты штампа вследствие последующих перешлифовок. В случае, если закрытая высота штампа $H_{шт}$ будет меньше H_2 , необходимо применять промежуточные подкладные плиты или специальные обработанные бруски.

1.4. Типовые конструкции штампов.

В листоштамповочных цехах применяется огромное количество штампов самых разнообразных типов и конструкций. Свести все многообразие конструкций штампов к огромному количеству типовых представителей весьма затруднительно. Поэтому ниже приведены основные типы штампов, предназначенные в основном для крупносерийного производства.

На рис. 1.3. изображен типовой вырубной штамп для штамповки деталей различной конфигурации. Основной конструкцией штампа является стандартный блок с направляющими колонками. Конструкция штампа предельно проста. Рабочие детали штампа - пуансон 1 и матрица 3 - непосредственно прикрепляются к верхней и нижней плите. Вырубка происходит с провалом детали через отверстие в матрице и нижней плите. Для съема отхода с пуансона на матрице установлен жесткий съемник 2. Пластина 4 служит для поддержания

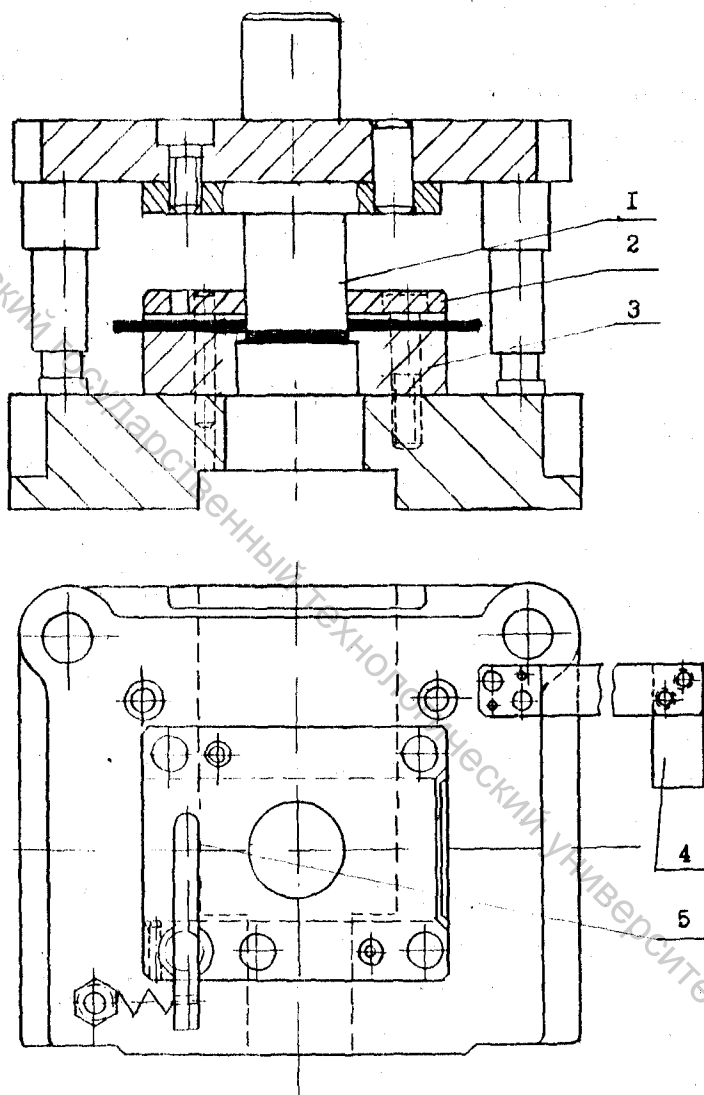


Рис. 1.3. Типовой вырубной штамп.

Библиотека

Витебский государственный университет
 Инв. № 312762

подаваемой полосы. С целью увеличения производительности процесса, штамп снабжен автоматическим качающимся упором 5.

На рис. 1.4. приведен штамп последовательного действия для изготовления пластин с отверстиями, за каждый рабочий ход изготавливается по две пластины. Одна из них проваливается в отверстие матрицы, а вторая отрывается и по скосу скользит в соседнее правильное отверстие. Штамп предназначен для штамповки из ленты на прессе-автомате, снабженном механизмом для автоматической подачи материала. Детали и отходы удаляются "на провал", но направляются в различную тару.

На рис. 1.5. приведена типовая конструкция штампа совмещенного действия для вырубки крупных шайб, дисков с отверстиями и т.п. Для штампа использован стандартный блок с направляющими колонками. В верхней части штампа в пуансонодержателе 1 закреплен центральный пуансон 2. К пуансонодержателю прикреплена также вырубная матрица 3 посредством обоймы 4, жестко соединенной с верхней плитой штампа. К нижней плите прикреплена пуансон-матрица 5. Отход полосы снимается с пуансон-матрицы подпружиненным съемником 6, а отштампованная деталь выталкивается из верхней матрицы выталкивателем, действующим в верхнем положении штампа от поперечника ползуна пресса.

На рис. 1.6. показан комбинированный штамп для одновременной вырубки заготовки и вытяжки кожуха с фланцем. Штамп предназначен для кривошипного пресса простого действия. Вырубная матрица 1 и вытяжной пуансон 3 прикреплены к нижней плите штампа. Матрица-пуансон 4, служащая вырубным пуансоном и вытяжной матрицей, прикреплена к верхней плите. Необходимый для вытяжки прижим создается прижимным кольцом 2, действующим от нижнего буфера. Снятие отхода с пуансон-матрицы производится пружинным съемником. Выталкивание детали осуществляется выталкивателем 5,

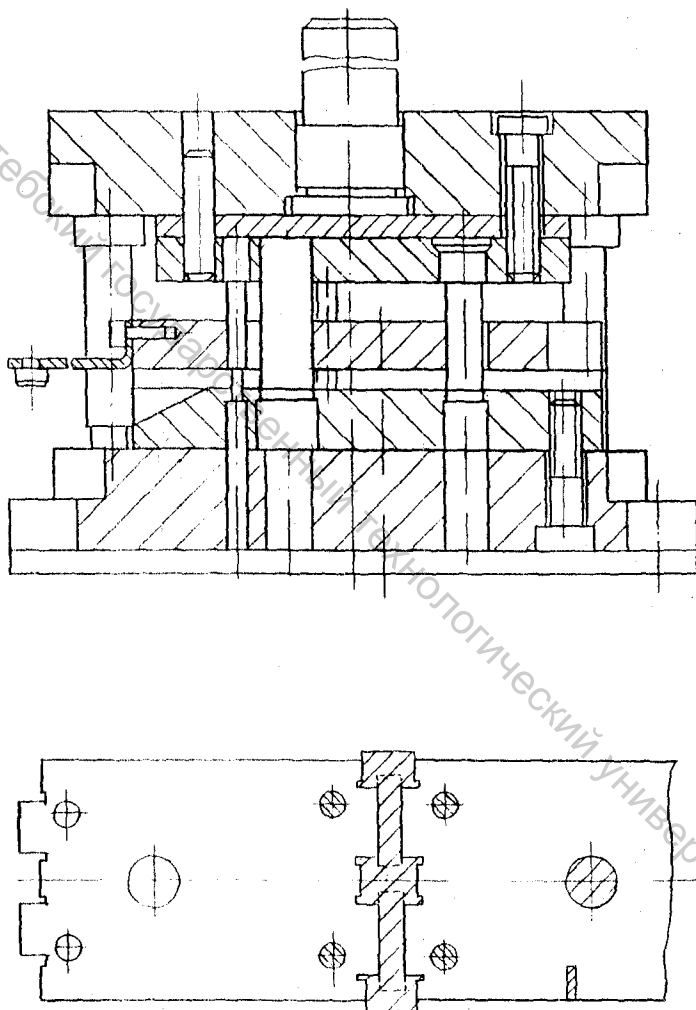


Рис. 1.4. Последовательно - отрезной штамп.

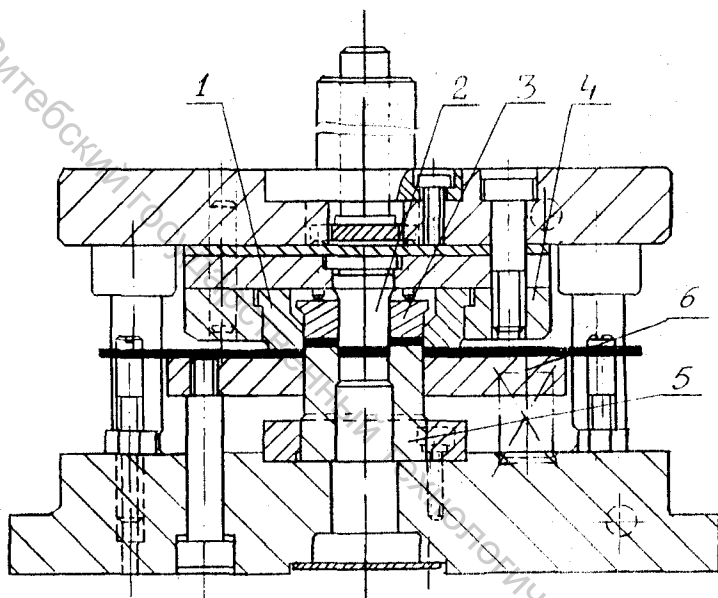


Рис. 1.5. Типовая конструкция штампа совмещенного действия.

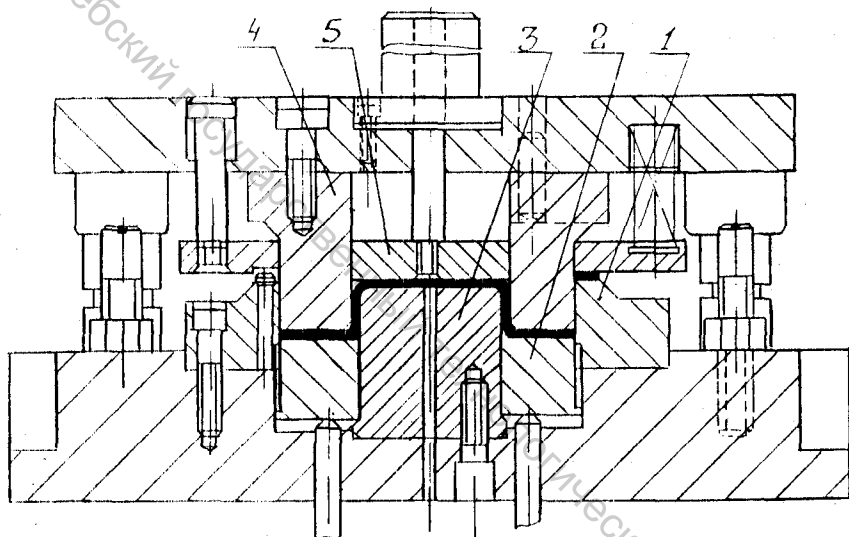


Рис. I.6. Комбинированный штамп для одновременной вырубки и вытяжки.

действующим от планки пресса.

1.5. Типовые детали и узлы штампов.

Все детали штампов могут быть разбиты на две основные группы:

1) детали технологического назначения, непосредственно участвующие в выполнении производимой операции и находящиеся во взаимодействии с материалом или изделием;

2) детали конструктивного характера, имеющие монтажно-сборочное назначение в конструкции штампов.

Технологические детали штампов разделяются на следующие группы:

а) рабочие детали, непосредственно выполняющие требуемую деформацию;

б) фиксирующие детали, служащие для правильной установки материала или заготовки во время операции;

в) прижимающие и удаляющие детали, выполняющие функции удержания заготовки во время операции или съема и удаления изделия после операции.

Конструктивные детали штампов разделяются на следующие группы:

а) опорные и держащие детали, служащие для монтажа технологических деталей и передачи рабочего давления;

б) направляющие детали, служащие для направления движения верхнего штампа или пуансона во время работы;

в) крепежные и прочие детали, служащие для крепления отдельных деталей штампа между собой или закрепления штампа на станине пресса.

Основными узлами штампов являются комплекты верхних и нижних оснований с направляющими устройствами, так называемые блоки и пакеты. Блоки - это комплекты верхних и нижних оснований штампов, связанных направляющими устройствами (колонки, планки, цилиндры).

Блоки подразделяются на индивидуальные, предназначенные для отдельных штампов и универсальные или групповые, предназначенные для установки различных сменных пакетных штампов.

Блок с задним расположением колонок (рис. 1.7.) предназначен для обычной штамповки деталей средней сложности и точности из полосовых и штучных заготовок (вырубные, пробивные, гибочные, вытяжные и комбинированные штампы).

Блок с диагональным расположением направляющих колонок (рис. 1.8.) предназначен для штамповки более точных деталей при работе из полосы на быстроходных прессах (вырубные и последовательные штампы).

Блок с осевым расположением направляющих колонок (рис. 1.9.) предназначен для штамповки точных деталей, главным образом из штучных заготовок (пробивные, гибочные, зачистные, вытяжные и комбинированные штампы).

Блок с угловым расположением четырех направляющих колонок (рис. 1.10.) предназначен для штамповки крупных штучных заготовок, а также для многопозиционных последовательных штампов.

Круглый блок с осевым расположением направляющих колонок (рис. 1.11.) предназначен для штамповки круглых деталей повышенной точности из штучных или полосовых заготовок (совмещенные штампы в электромашиностроении).

Прецизионный блок с осевым расположением направляющих (рис. 1.12.) предназначен для штамповки мелких точных деталей преимущественно в часовой и радиоэлектронной промышленности. Применяются блоки с шариковыми направляющими.

Пакеты - это верхние и нижние комплекты штампов с пуансонодержателями, заготовками матриц и съемниками обычно без специальных направляющих устройств или с направлением пуансона по плите съемника. Пакеты применяются для установки на стандартных блоках с направляющими колонками, а также в качестве сменных

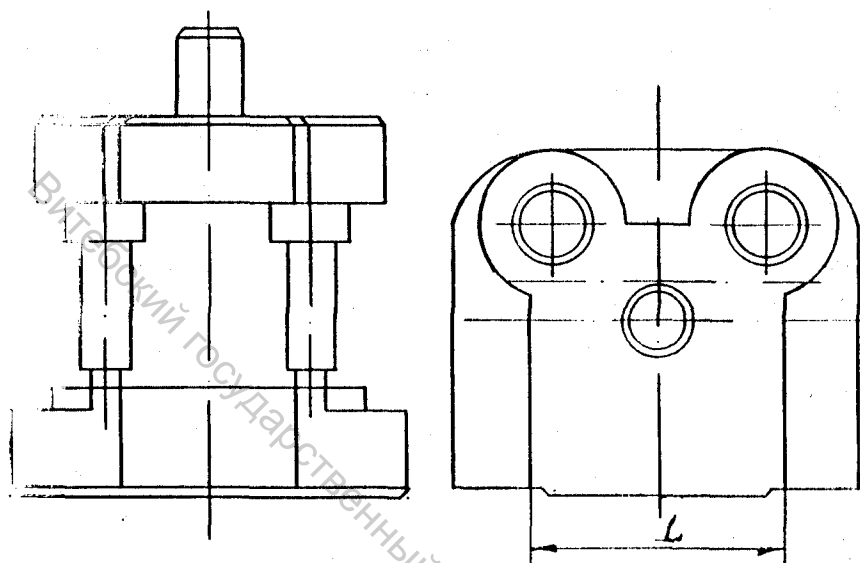


Рис. 1.7. Стандартный блок с задним расположением направляющих колонок.

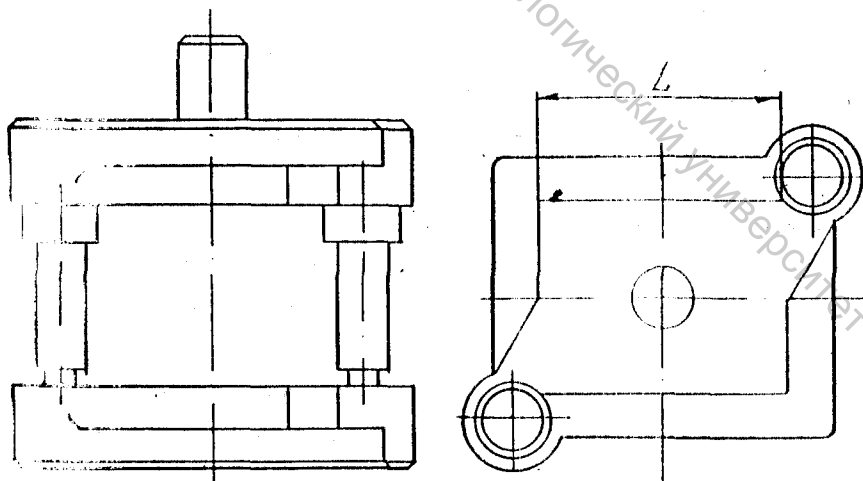


Рис. 1.8. Стандартный блок с диагональным расположением направляющих колонок.

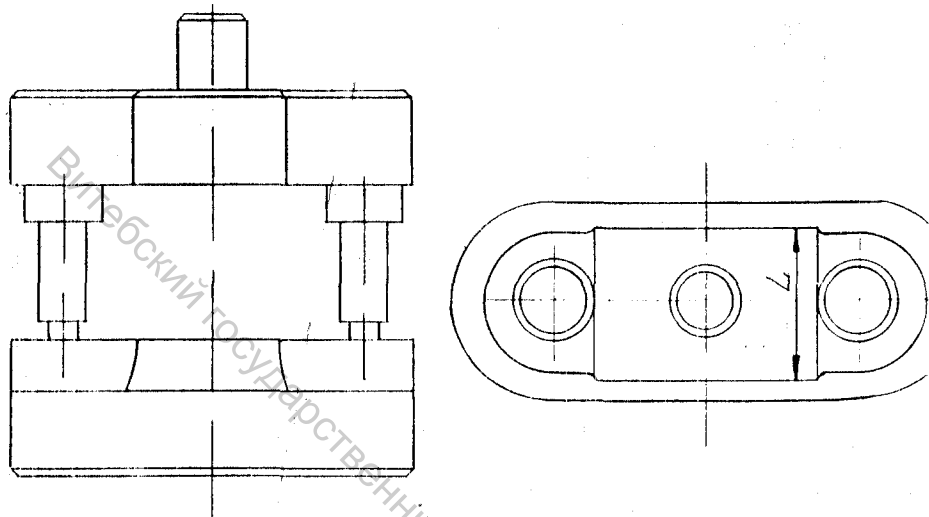


Рис. 1.9. Стандартный блок с осевым (симметричным) расположением направляющих колонок.

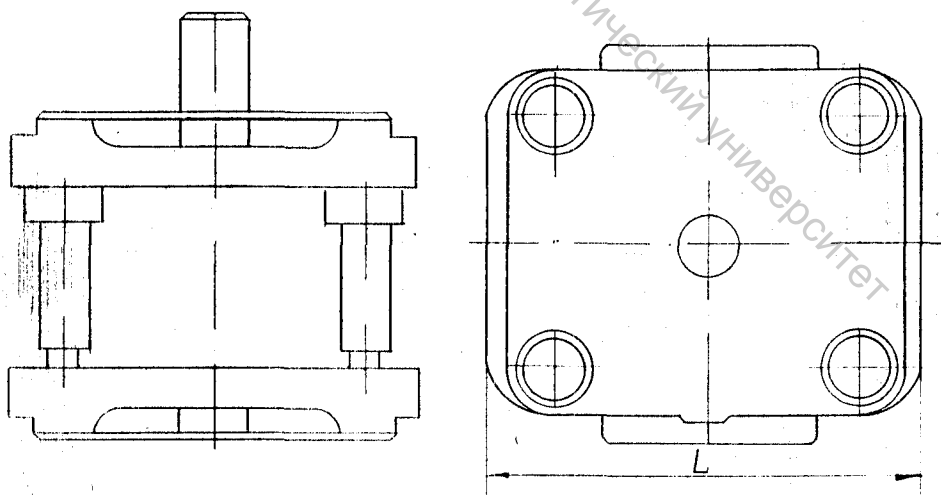


Рис. 1.10. Стандартный блок с угловым расположением четырех направляющих колонок.

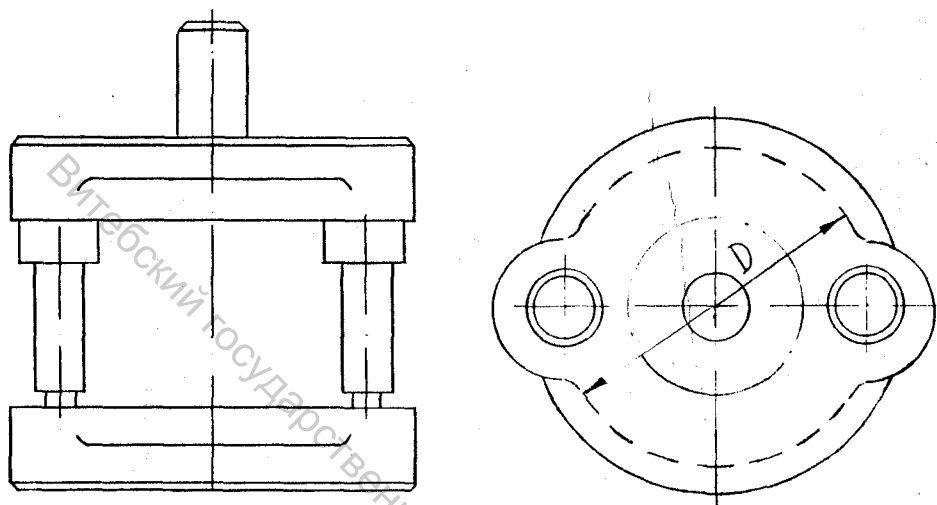


Рис. I.II. Круглый стандартный блок с осевым расположением направляющих колонок.

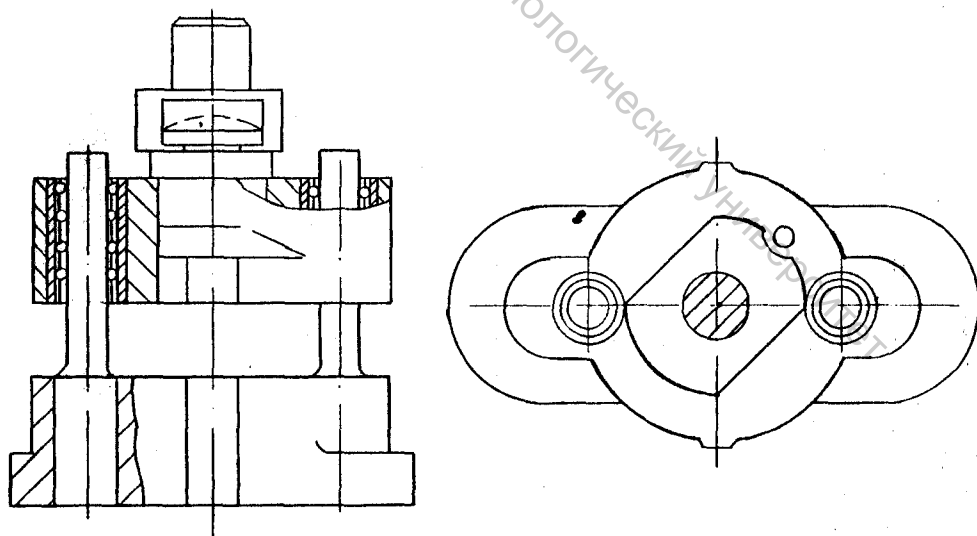


Рис. I.I2. Прецизионный стандартный блок с осевым расположением направляющих колонок.

пакетных штампов на групповых универсальных блоках.

На рис. 1.13. представлен пакет с неподвижным съёмником. Применяется на вырубных и последовательных штампах с использованием нормализованных блоков и направляющих колонок.

На рис. 1.14. представлен сменный пакет с верхним прижимом. Предназначен для вырубных и последовательных штампов, используемых при штамповке тонкого листового материала.

На рис. 1.15. представлен сменный пакет с верхним расположением матрицы. Предназначен для совмещенного штампа с применением универсального блока.

На рис. 1.16. представлены пакеты без прижима для первой вытяжки (а), второй и последующих (б). Вытяжка производится на провал.

На рис. 1.17. представлен вытяжной пакет с прижимом для первой вытяжки (а), второй и последующих (б).

На рис. 1.18. представлен пакет для совмещенной вырубки и вытяжки, а на рис. 1.19. пакет для второй и последующих операций вытяжки коробчатых деталей.

Размеры отдельных деталей, блоков и пакетов содержатся в таблицах 1...5 приложения.

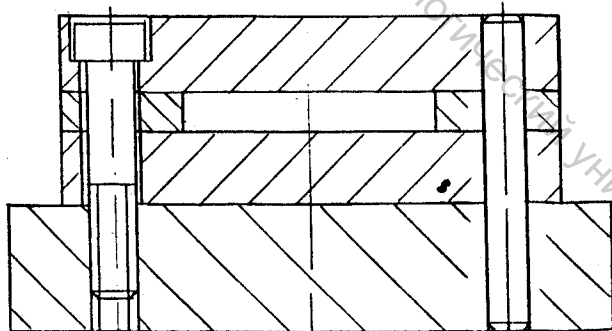
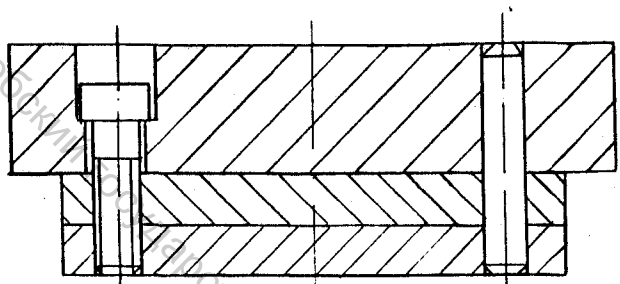


Рис. 1.13. Пакет с неподвижным съемником.

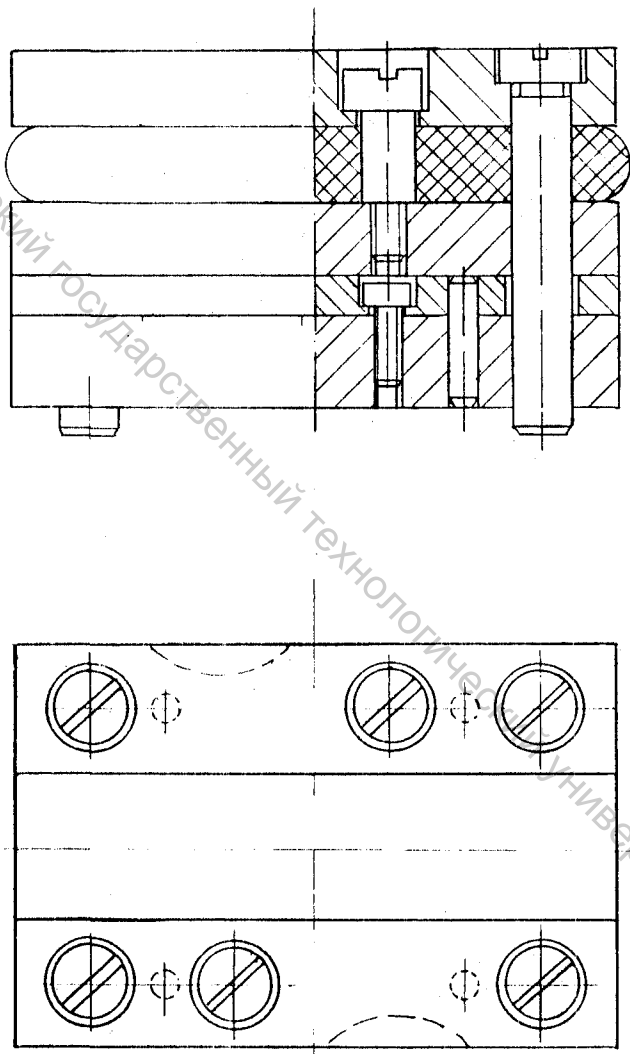


Рис. 1.14. Сменный пакет с верхним прижимом.

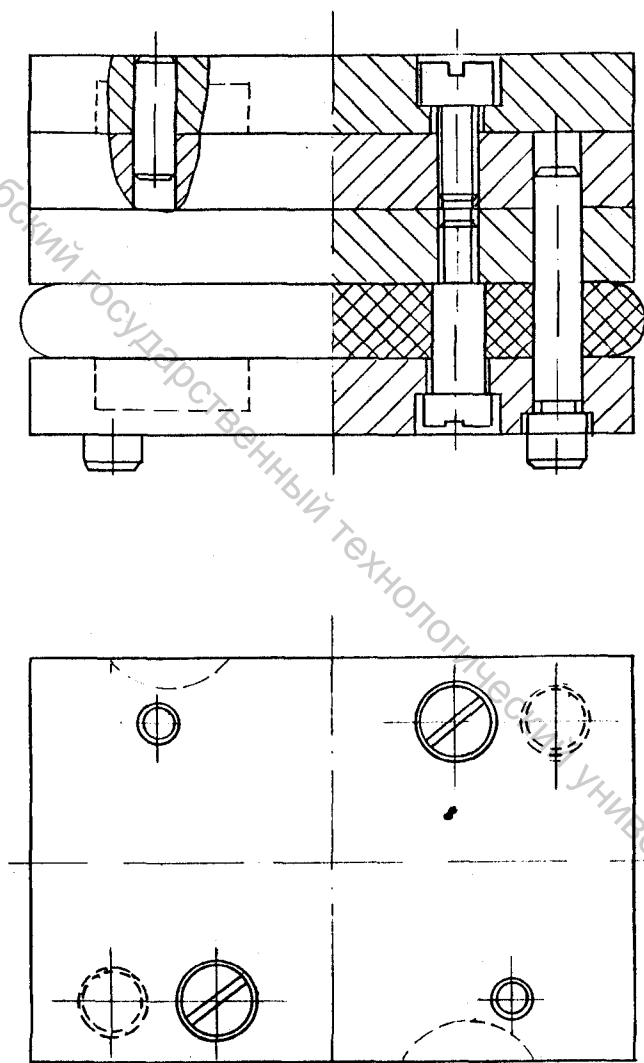


Рис. I.I5. Сменный пакет с верхним расположением матрицы.

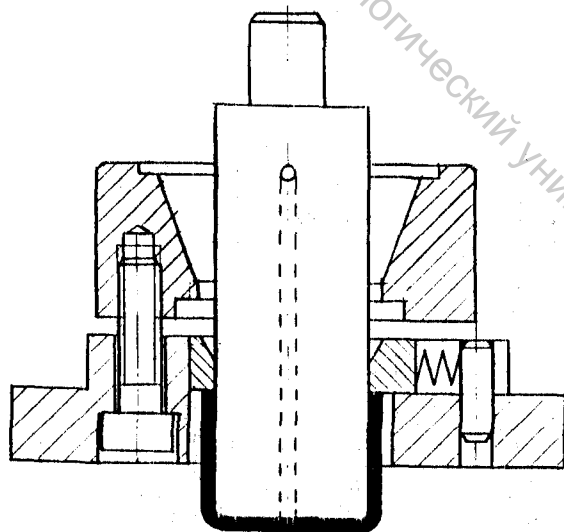
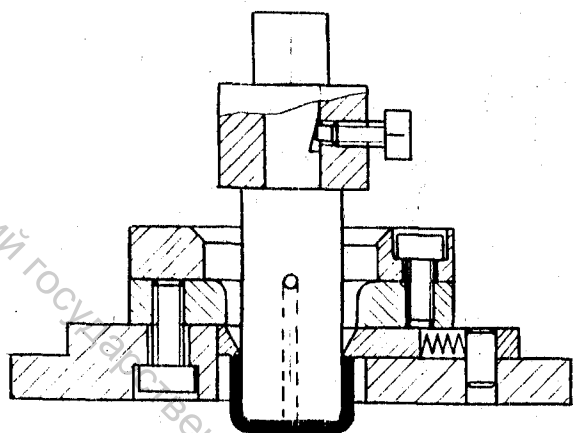


Рис. I.16. Пакеты штампов для вытяжки без прижима (на провал).

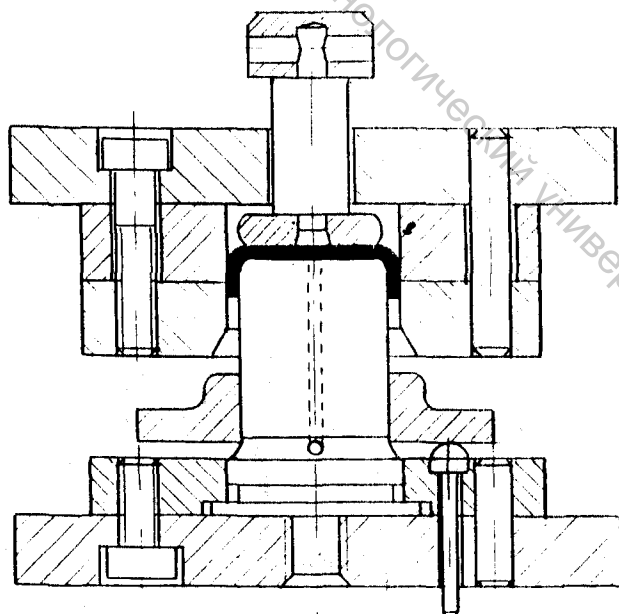
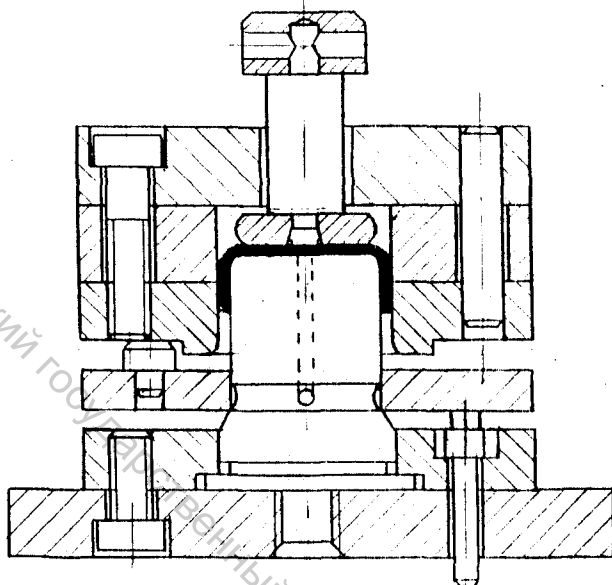


Рис. I.17. Пакеты вытяжного штампа с прижимом.

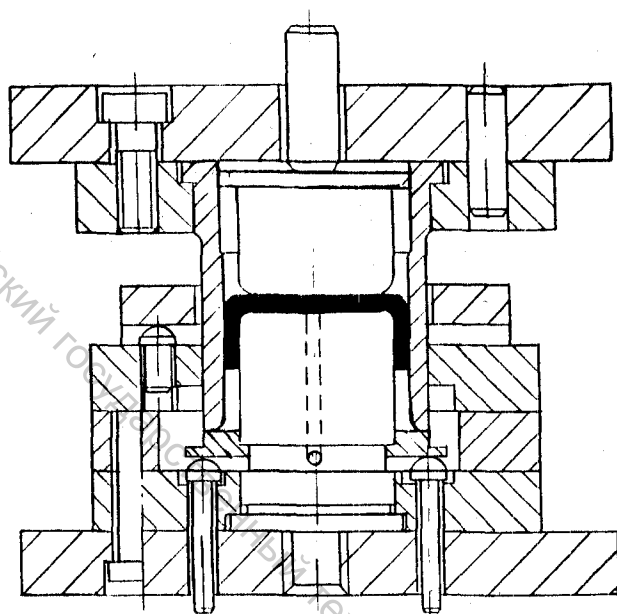


Рис. I.18. Пакет штампа для совмещенной вырубки и вытяжки.

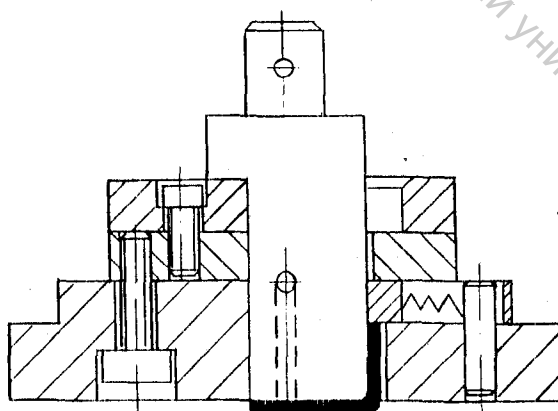


Рис. I.19. Пакет штампа для второй и последующих операций вытяжки коробчатых деталей без прижима.

Г Л А В А 2. ХОЛОДНОЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ.

Процесс холодного выдавливания (прессования) заключается в следующем: заготовка объем которой равен объему детали с припуском на обрешку, помещается в гнездо матрицы; давлением пуансона металл приводится в весьма пластичное состояние и выдавливается в нижнее отверстие матрицы или кольцевой зазор между пуансоном и матрицей.

Применение холодного выдавливания в массовом производстве в сравнении с вытяжкой (ближайший аналог выдавливания) позволяет снизить трудоемкость в 5 - 10 раз и уменьшить стоимость инструмента в три раза. Холодным выдавливанием изготавливают детали из алюминия, меди, латуни, цинка, малоуглеродистой стали.

Существует три основных способа холодного выдавливания (рис. 2.1.):

- а) прямой способ, когда течение металла совпадает с направлением движения пуансона;
- б) обратный способ, когда течение металла противоположно движению пуансона;
- в) комбинированный способ, представляющий сочетание прямого и обратного способов.

Прямым способом обычно изготавливают гильзы и трубы небольшого диаметра. Для изготовления гильзы с донным концом прямым способом заготовка должна быть в виде диска или лучше в виде толстостенного колпачка. Прямой способ холодного выдавливания требует небольшого усилия пресса, так как обычно осуществляется при меньшей степени деформации, что позволяет работать с большим числом ходов пресса (90 - 120 мм). Отношение толщины стенок готовой детали к толщине заготовки составляет от 1:4 до 1:25. В таблице 2.1 приведены основные характеристики деталей, изготавливаемых прямым способом холодного выдавливания:

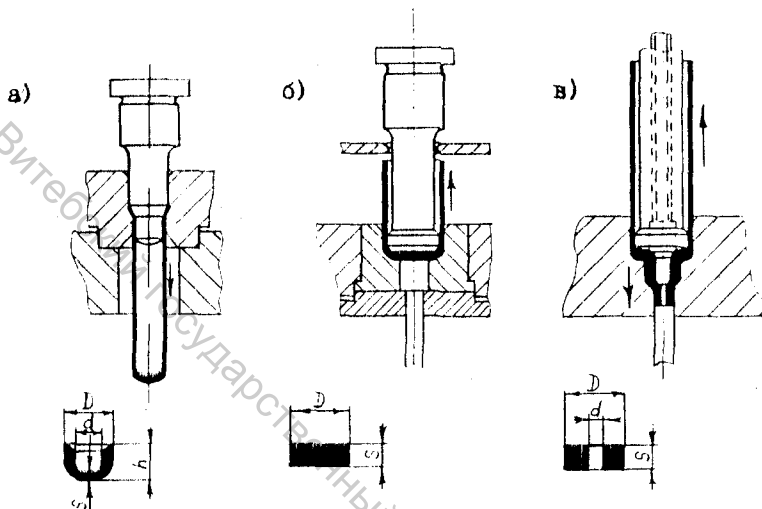


Рис. 2.1. Способы холодного выдавливания:

а - прямой, б - обратный, в - комбинированный.

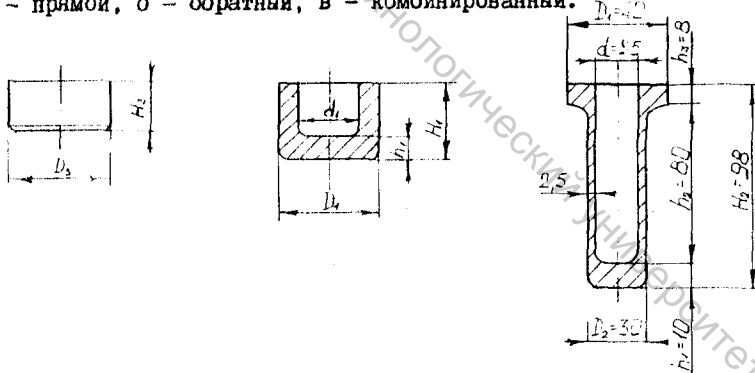


Рис. 2.2. Последовательность переходов выдавливания

гильзы.

Таблица 2.1. Размеры деталей, изготовляемых прямым способом холодного выдавливания.

Элементы деталей	Размеры в зависимости от материала детали в мм		Отклонение в мм ($\pm$)
	Свинец, олово, цинк, алюминий	Дюралюмин, медь, латунь	
Диаметр (цилиндрические детали)	От 3 до 100	От 5 до 100	От 0,03 до 0,5
Сечение (прямоугольные детали)	От 2 x 4 до 100 x 80	От 3 x 5 до 70 x 80	От 0,03 до 0,05
Толщина стенок	От 0,05 до 0,1 и больше	От 0,3 до 1,0 (медь)	От 0,03 до 0,075
Длина детали	От 5d до 60d	От 3d до 40d	От 1 до 5
Толщина фланца	От 0,2-0,3 до 0,5	Равна толщине стенки и больше	От 0,1 до 1,0

Обратный способ холодного выдавливания применяется для изготовления цилиндрических и призматических полых изделий диаметром до 120 мм, с толщиной стенок от 1,5 до 0,08 мм и высотой до 300 мм при отношении высоты к диаметру до 8:1. В таблице 2.2 приведены размеры и точность деталей, изготовляемых обратным способом холодного выдавливания.

Таблица 2.2. Размеры деталей, изготовляемых обратным способом холодного выдавливания.

Элементы деталей	Размеры в зависимости от материала детали в мм		Отклонение в мм ($\pm$)
	Свинец, олово, цинк, алюминий	Дюралюмин, медь, латунь	
Диаметр (цилиндрические детали)	От 8 до 100 - 150	От 10 до 50 - 70	От 0,03 до 0,05
Сечение (прямоугольные детали)	От 5 x 7 до 70 x 80	От 6 x 9 до 20 x 40	От 0,03 до 0,05
Толщина стенок	От 0,08 до 0,23 и больше	От 0,5 до 1,0 (медь) От 1,0 и больше (латунь)	От 0,03 до 0,075
Толщина основания	От 0,25 - 0,3 до 0,5 и больше	Равна толщине стенок и больше	От 0,10 до 0,2
Отношение длины детали к диаметру	От 3:1 до 10:1 (свинец), 8:1 (алюминий)	От 3:1 до 5:1	От 1 до 3

Комбинированный способ холодного выдавливания применяется для изготовления деталей более сложной формы с фигурным дном, имеющих

отростки, выступы и шипы, а также с дном, расположенным внутри гильзы. В таблице 2.3 приведена допустимая степень деформации при холодном выдавливании стальных деталей.

Таблица 2.3. Допустимая степень деформации при холодном выдавливании стальных деталей.

Допустимые деформации	Способы выдавливания			
	Обратный		Прямой	
	Значение показателя	Численная величина в %	Значение показателя	Численная величина в %
Степень деформации поперечного сечения	—	40-70	—	50-90
Относительное уменьшение толщины стенки полой заготовки	—	—	—	50-75
Относительное уменьшение диаметра полой заготовки	—	—	—	10-28

* Диаметр заготовки равен наружному диаметру детали D.

В соответствии с размерами деталей допустимы деформации ниже приведенных в таблице.

На практике требуемое давление прессования подсчитывают по упрощенной формуле:

$$P = q F$$

где q - приближенная величина давления; F - площадь поперечного сечения заготовки.

Таблица 2.4. Приближенное значение давления в МПа для холодного выдавливания.

Материал	Способы холодного выдавливания	
	Прямой	Обратный
Алюминий	400 - 700	800 - 1200
Медь	600 - 1000	1500 - 2000
Латунь	800 - 1500	1800 - 2500
Сталь	1000 - 1800	2000 - 3000

Экономическая эффективность процессов холодного выдавливания зависит от серийности производства. Экономически эффективно применять холодное выдавливание при следующей величине партии деталей:

Вес деталей, кг	До 0,02	от 0,02 до 0,5	от 0,5 до 10	от 10 до 35
Наименьшая величина партии, шт.	10000	5000	3000	1000

Пример. Определить количество операций и размеры переходов для холодного выдавливания полой гильзы из малоуглеродистой стали (рис. 2.2).

Проверим возможность выдавливания гильзы за одну операцию.

Находим степень деформации:

$$E = \frac{F - F_k}{F} = \frac{D_3^2 - (D_2^2 + d^2)}{D_3^2} = \frac{40^2 - 30^2 + 25^2}{40^2} = 0,83 = 83\%$$

Такая степень деформации выше допустимой (таблица 2.3).

Поэтому необходимо принять двухоперационный процесс: первая операция - обратное выдавливание стакана с утолщенными стенками, а вторая - прямое выдавливание при уменьшении толщины стенок до 2,5 мм. Наружный диаметр стакана примерно равен диаметру заготовки $D_1 = D_3 = 40$ мм. Степень деформации при обратном выдавливании стакана

$$E_1 = \frac{d_1^2}{D_1^2} = \frac{25^2}{40^2} = 0,39 = 39\%$$

что вполне допустимо (таблица 2.3).

Степень деформации при прямом выдавливании гильзы:

$$E_2 = \frac{F_0 - F_k}{F_0} = \frac{(40^2 - 25^2) - (30^2 - 25^2)}{40^2 - 25^2} = 0,72 = 72\%$$

Деформация относительного уменьшения толщины стенки:

$$\varepsilon_s = \frac{S_0 - S}{S_0} = \frac{7,5 - 2,5}{7,5} = 0,66 = 66\%$$

Относительное уменьшение диаметра полый заготовки:

$$\epsilon_d = \frac{D_1 - D_2}{D_1} = \frac{40 - 30}{40} = 0,25 = 25\%.$$

Все деформации находятся в допустимых пределах (таблица 2.3).

Высоту заготовки и полого стаканчика определим по равенству объема металла по операциям.

Подсчитаем объем готовой гильзы:

$$V = \frac{\pi}{4} [D_2^2 h_1 + (D_2^2 - d^2) h_2 + (D_1^2 - d^2) h_3] =$$

$$= 0,785 (9000 + 22000 + 7800) = 30460 \text{ мм}^3$$

Высота заготовки:

$$H_3 = \frac{V}{F_3} = 24,3 \approx 25 \text{ мм}$$

Высоту полого стаканчика (при $h_1 = 10$ мм) найдем из равенства:

$$V = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d_1^2) H_1 + \frac{\pi}{4} d_1^2 h_1$$

Откуда:

$$H_1 = (V - \frac{\pi}{4} d_1^2 h_1) : \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d_1^2) = 33,4 \approx 34 \text{ мм}$$

На рис. 2.3 изображен штамп для холодного выдавливания небольших стальных деталей прямым способом. При этом способе выдавливания применяется направляющая втулка для выдавливания детали.

На рис. 2.4 представлен штамп для обратного выдавливания.

На рис. 2.5 приведена конструкция пуансона и матрицы для прямого выдавливания стальных деталей. Направляющий пуансон 2 подвижно расположен в выдавливающем трубчатом пуансоне 1. Посадка с минимальным зазором. Подвижность пуансона позволяет ему перемещаться вместе с выдавливаемым металлом. Длина пуансона берется по глубине стаканчика - заготовки или по высоте заготовки с отверстием с увеличением на 2 - 3 мм. Рабочая глубина матрицы 3 определяется по высоте заготовки с добавлением 10 мм на заход и направление выдавливающего пуансона.

На рис. 2.6 приведена конструкция пуансона и матрицы для обратного выдавливания стальных деталей. Рабочая длина пуансона берется равной 2,5D. Глубина матрицы h берется по высоте заготовки

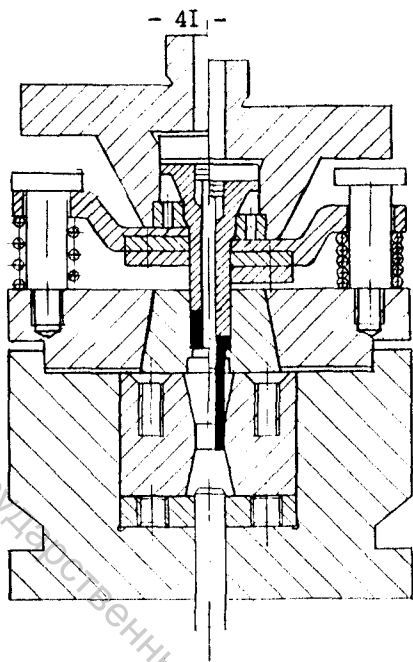


Рис. 2.3. Штамп для холодного выдавливания прямым способом.

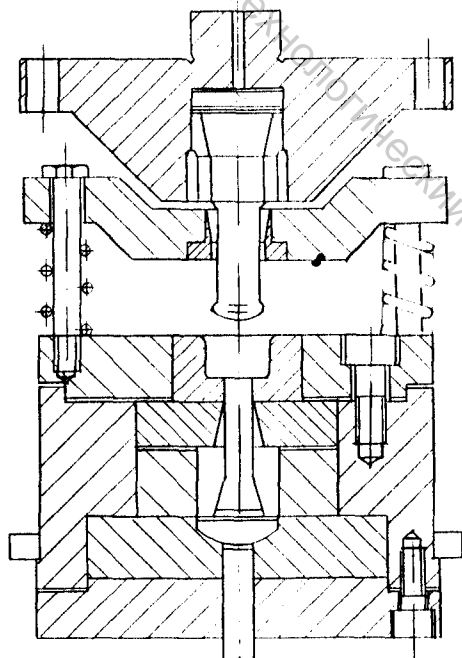


Рис. 2.4. Штамп для холодного выдавливания обратным способом.

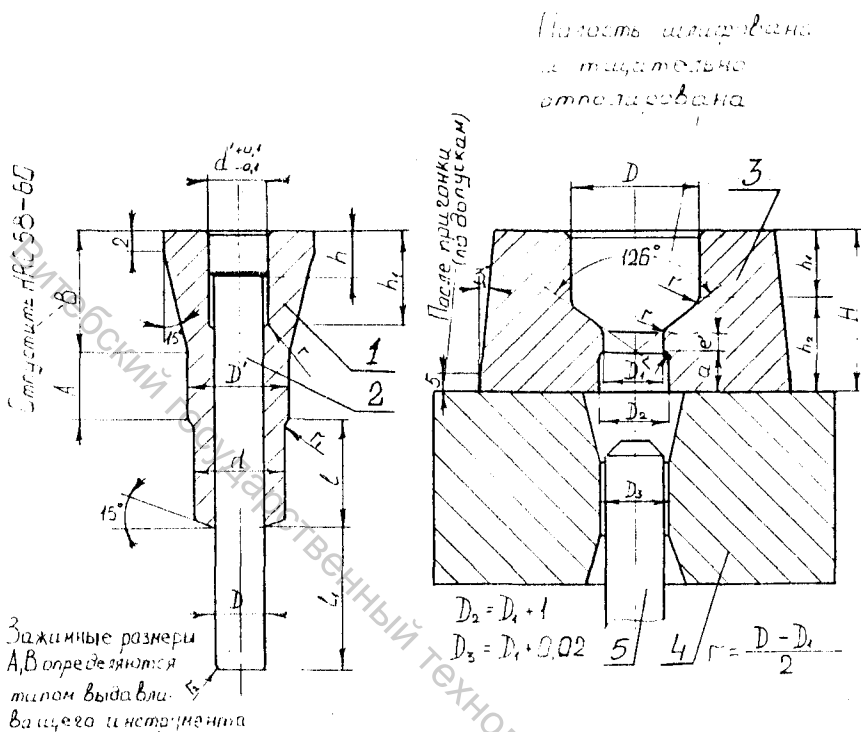


Рис. 2.5. Конструкция пуансона и матрицы для прямого выдавливания.

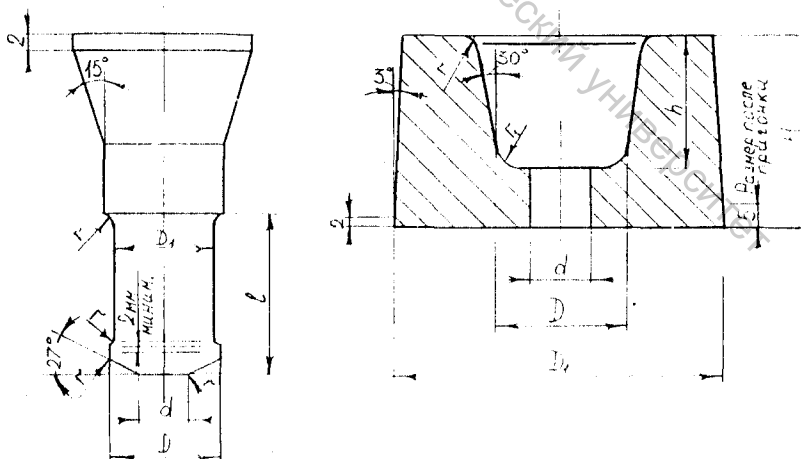


Рис. 2.6. Конструкция пуансона и матрицы для обратного выдавливания.

и увеличивается на 4 мм.

Для холодного выдавливания стальных деталей применяют нормальные штампы и универсальные блоки со сменными рабочими узлами.

На рис. 2.7, 2.8, 2.9 представлены круглые универсальные блоки без направляющих колонок соответственно для прямого, обратного и комбинированного выдавливания.

На рис. 2.10, 2.11, 2.12 представлены прямоугольные универсальные блоки с направляющими колонками соответственно для прямого, обратного и комбинированного выдавливания тонкостенных деталей.

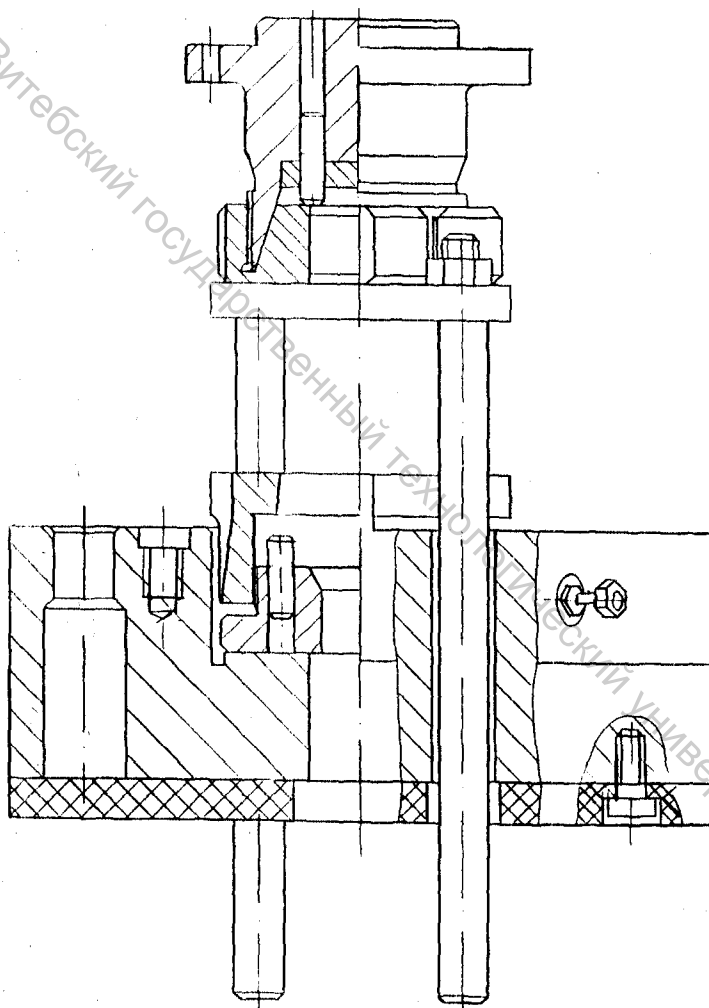


Рис. 2.7. Круглый универсальный блок для прямого выдавливания.

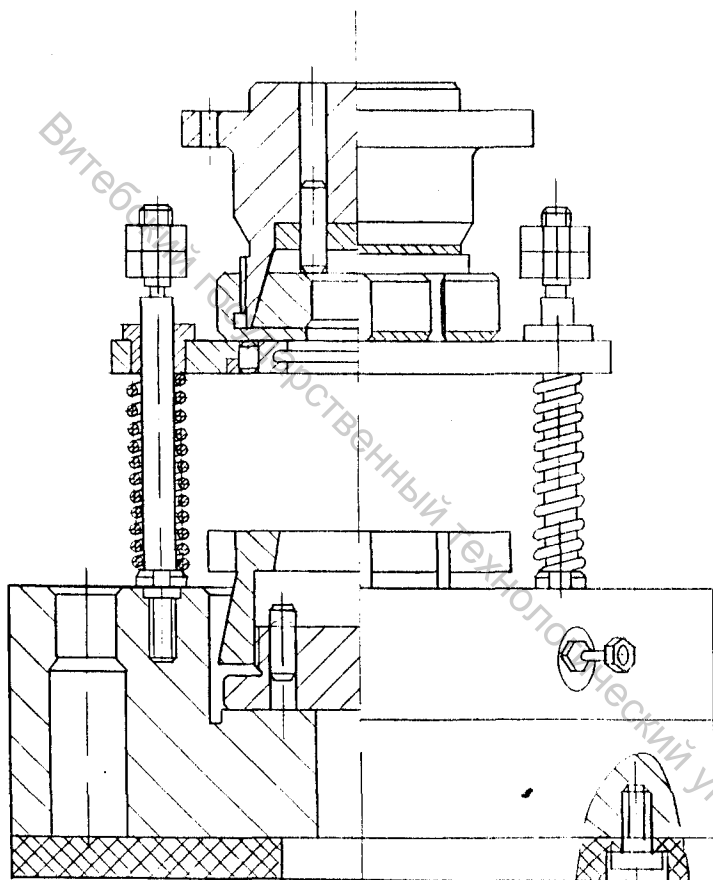


Рис. 2.8. Круглый универсальный блок для обратного выдавливания.

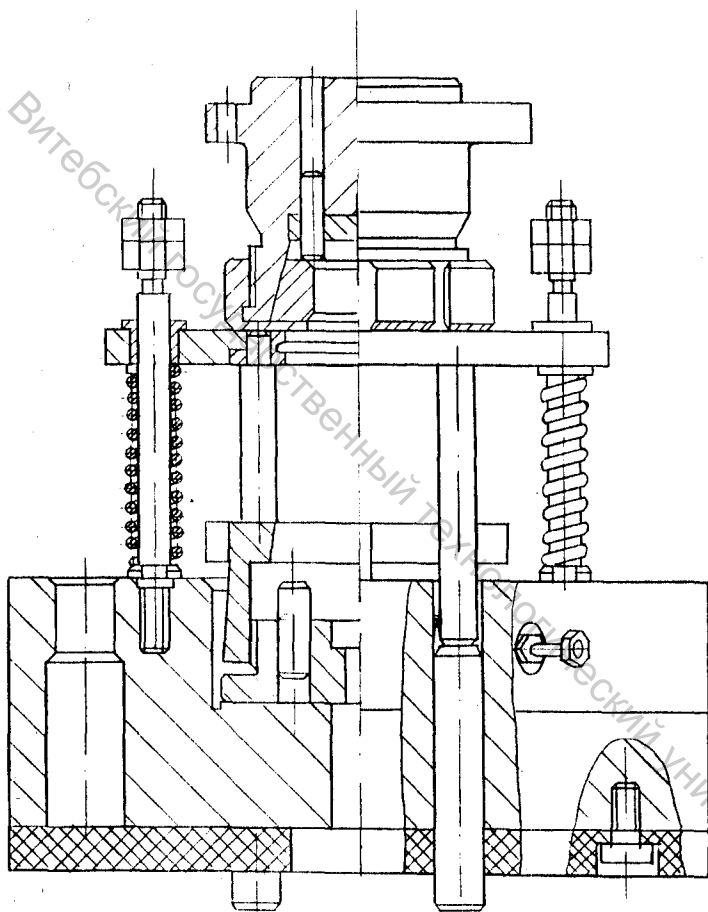


Рис. 2.9. Круглый универсальный блок для комбинированного выдавливания.

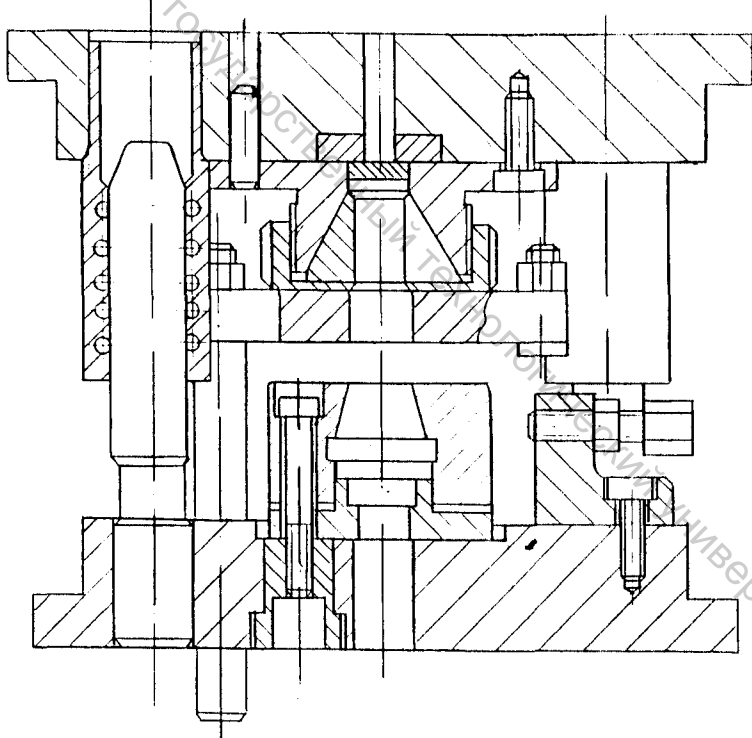


Рис. 2.10. Универсальный блок с направляющими колонками для прямого выдавливания тонкостенных деталей.

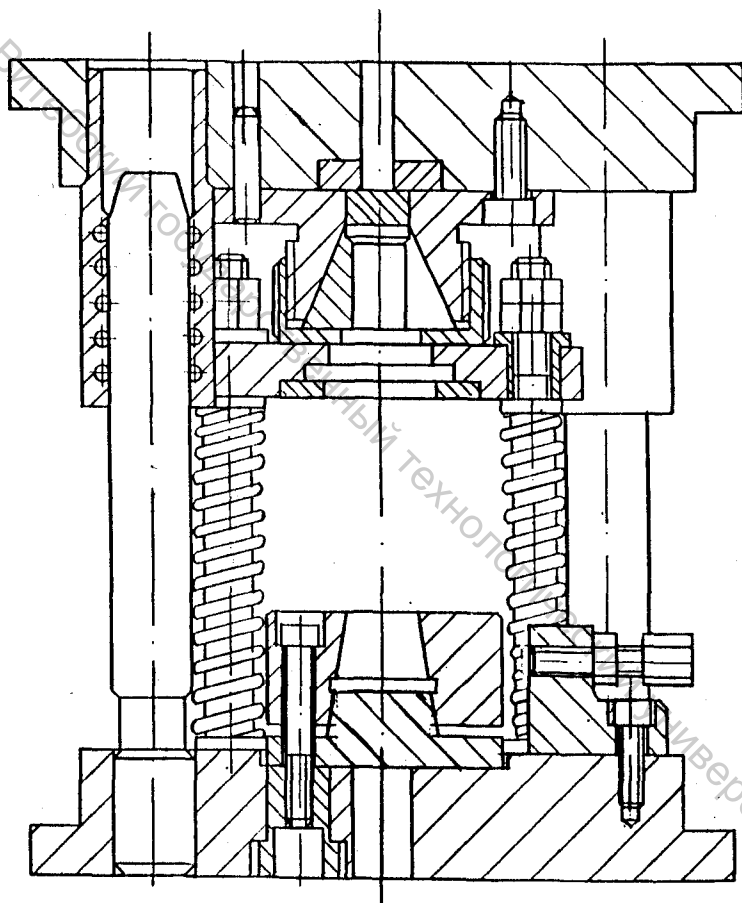


Рис. 2.11. Универсальный блок с направляющими колонками для обратного выдавливания тонкостенных деталей.

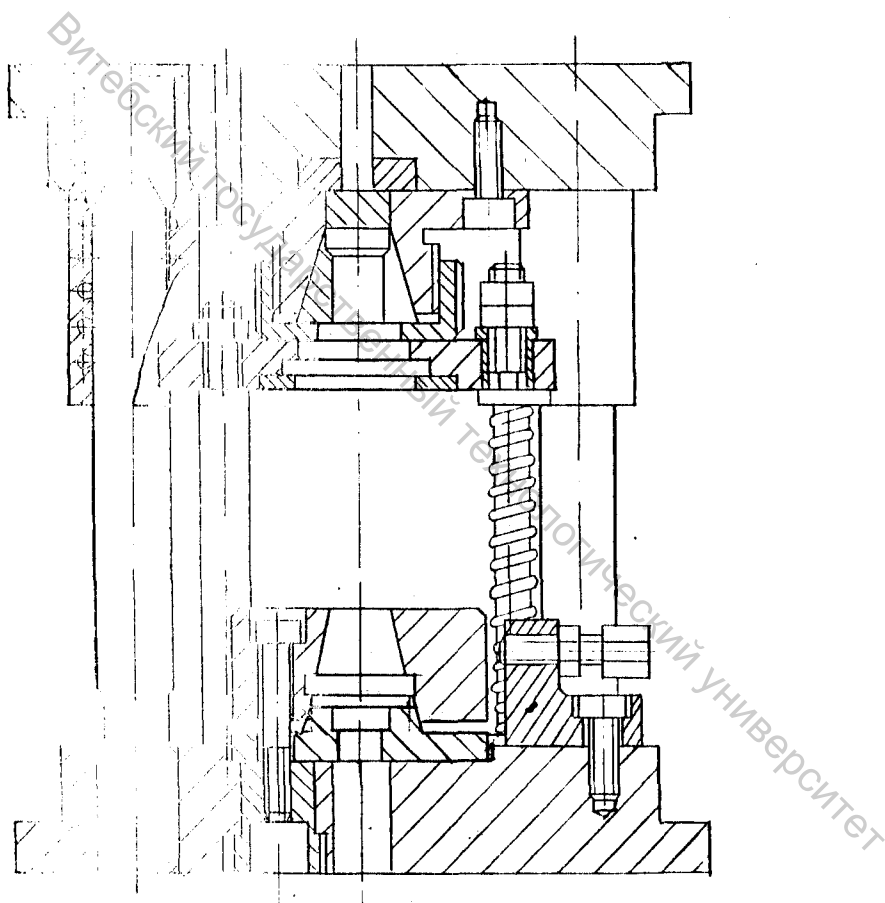


Рис. 2.12. Универсальный блок с направляющими колонками для
комбинированного выдавливания тонкостенных деталей.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ПОКОВКИ.

3.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

Линейные размеры на чертеже поковки должны быть проставлены от указанных исходных баз механической обработки.

Допуски распространяются на все номинальные размеры поковки, а припуски только на обрабатываемые поверхности поковки. Допуски, припуски и куленческие напуски устанавливаются в зависимости от конструктивных характеристик поковки (табл. 3.1) и определяются исходя из шероховатости обработанной поверхности детали, изготовленной из поковки, а также в зависимости от величины размеров и массы поковки.

Для 1-го класса точности T1 допуски устанавливаются на те функциональные поверхности, которые не подвергаются окончательной обработке.

Таблица 3.1.

Конструктивная хар-ка поковки	Обозначение и определение конструктивных характеристик	Примечание
1. Класс точности	T1 - 1-й класс T2 - 2-й -" T3 - 3-й -" T4 - 4-й -" T5 - 5-й -"	Определяется по приложению (табл. 7)
2. Группа стали	M1 - сталь с массовой долей углерода до 0,35 % включ. и суммарной массовой долей легирующих элементов до 2,0 % включит.; M2 - сталь с массовой долей углерода свыше 0,35 до 0,65 % включ. или суммарной массовой долей легирующих элементов свыше 2,0 до 5,0 % включ. M3 - сталь с массовой долей углерода свыше 0,65 % или суммарной массовой долей легирующих элементов свыше 5,0 %	При назначении группы стали определяется среднее массовое содержание углерода и легирующих элементов (Si, Mn, Cr, Ni, Mo, W, V)

Продолжение таблицы 3.1.

Конструктивная хар-ка поковки	Обозначение и определение конструктивных характеристик	Примечание
3. Степень сложности	С1 - 1-я степень С2 - 2-я "- С3 - 3-я "- С4 - 4-я "-	Устанавливается по п. 2
4. Конфигурация поверхности расеена штампа	П - плоская; Ис - симметрично изогнутая; Ин - несимметрично изогнутая;	

Расчетная масса поковки определяется как масса подвергаемых деформации поковки (поковок) или ее частей. В массу поковки 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, захваченного штампами.

Расчетная масса поковки определяется исходя из ее номинальных размеров. Ориентировочную величину расчетной массы поковки допускается вычислять по формуле:

$$M_{п.р.} = M_d \cdot K_p,$$

где $M_{п.р.}$ - расчетная масса поковки, кг;

M_d - масса детали, кг;

K_p - расчетный коэффициент, устанавливаемый в соответствии с приложением (табл. 6).

Класс точности поковки устанавливается в зависимости от технологического процесса и оборудования для ее изготовления (приложение , табл. 7), 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.

3.2. СТЕПЕНЬ СЛОЖНОСТИ ПОКОВОК.

Степень сложности является одной из конструктивных характеристик формы поковок, качественно оценивающей ее и используется при назначении припусков и допусков. Степень сложности определяется путем вычисления отношения массы (объема) поковки $\theta_{п}$ к массе (объему) $\theta_{ф}$ геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки. Геометрическая фигура может быть шаром, параллелепипедом, цилиндром или прямой правильной призмой (рис. 3.1).

При вычислении отношения $\theta_{п}/\theta_{ф}$ принимается та из геометрических фигур, масса (объем) которой наименьший. При определении размеров описывающей поковку геометрической фигуры допускается исходить из увеличения в 1,25 раза габаритных линейных размеров детали, определяющих положение ее обработанных поверхностей.

Степень сложности поковок соответствует следующие численные значения отношения $\theta_{п}/\theta_{ф}$:

C1 - св. 0,63

C2 - св. 0,32 до 0,63 включ.

C3 - св. 0,16 до 0,32 включ.

C4 - до 0,16.

Степень сложности C4 устанавливается для поковок с тонкими элементами, например, в виде диска, фланца, кольца. Для поковок, полученных на горизонтально-ковочных машинах, допускается определять степень сложности формы в зависимости от числа переходов:

C1 - не более чем при двух переходах;

C2 - при трех переходах;

C3 - при четырех переходах;

C4 - более чем при четырех переходах или при изготовлении на двух ковочных машинах.

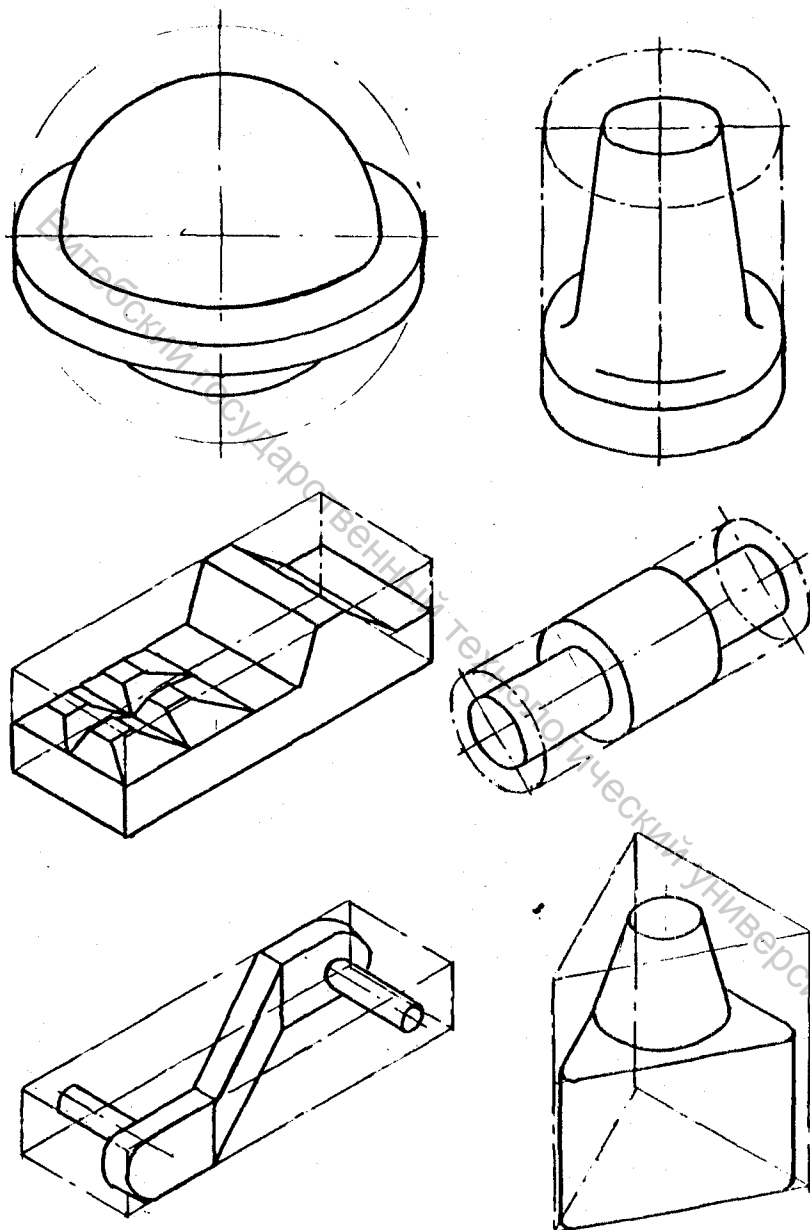


Рис. 3. I. Геометрические фигуры для определения степени сложности покровов.

3.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНОГО ИНДЕКСА.

Исходный индекс для последующего назначения припусков и допусков определяется в зависимости от массы, марки стали, степени сложности и класса точности поковки (табл. 3.2). Для определения исходного индекса по табл. 2 в графе "Масса поковки" находят соответствующую данной массе строку и, сдвигаясь 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.

Примеры.

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.

3.4. ПРИПУСКИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ.

Припуск на механическую обработку включает основной, а также дополнительный, учитывающий отклонения формы поковки. Основной припуск на механическую обработку определяется в зависимости от исходного индекса, линейных размеров и шероховатости поверхности (приложение, табл. 8).

Дополнительные припуски, учитывающие смещение поковки, изогнутость, отклонения от плоскостности, прямолинейности, междоосевого и междоосевого расстояний, определяются исходя из формы поковки и технологии ее изготовления.

Разрешается округлять линейные размеры поковки с точностью до 0,5 мм. При назначении величины припуска на поверхности, положение которой определяется двумя и более размерами поковки, устанавливается наибольшее значение припуска для данной поверхности.

Таблица 3.2.

Определение исходного индекса

Масса поковки, кг	группа стали			Степень сложности поковки				Класс точности поковки					Исходный индекс
	M1	M2	M3	C1	C2	C3	C4	T1	T2	T3	T4	T5	
До 0,5 включ.	/			/				/					1
св. 0,5 до 1,0 "													2
" 1,0 " 1,8 "	/			/				/					3
" 1,8 " 3,2 "													4
" 3,2 " 5,6 "	/			/				/					5
" 5,6 " 10,0 "													6
" 10,0 " 20,0 "	/			/				/					7
" 20,0 " 50,0 "													8
" 50,0 " 125,0 "	/			/				/					9
" 125,0 " 250,0 "													10
	/			/				/					11
													12
	/			/				/					13
													14
	/			/				/					15
													16
	/			/				/					17
													18
	/			/				/					19
													20
	/			/				/					21
													22
	/			/				/					23

Минимальная величина радиусов закруглений наружных углов поковок в зависимости от глубины полости ручья штампа устанавливается по таблице 3.3.

Таблица 3.3.

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

3.5. допуски.

Допуски и отклонения линейных размеров назначаются в зависимости от исходного индекса и размеров поковок (приложение, таблица 9).

Отклонения внутренних размеров поковок должны устанавливаться с обратными знаками. Допуск размеров, не указанный на чертеже поковки, принимается равным 1,5 допуска соответствующего размера поковки с равными допускаемыми отклонениями (см. приложение, табл. 9).

Допускаемые величины смещения по поверхности развѐна, остаточного облоя, заусенца, а также наибольшие отклонения от концентричности и изогнутости приведены в таблицах 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, приложения.

Для поковок, у которых стержень выходит за пределы штампа и не подвергается деформации, допуск длины стержня принимает, мм:

до 2	- для поковок 1-го класса точности
" 3	" " 2-го " "
" 4	" " 3-го " "
" 5	" " 4-го " "
" 6	" " 5-го " "

3.6. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА (НАЗНАЧЕНИЯ) ДОПУСКОВ

ОТКЛОНЕНИЯ И ПРИПУСКОВ НА ПОКОВКИ.

П Р И М Е Р 1.

Шестерня привода. (рис. 3.2.).

Штамповочное оборудование - горячештамповочный автомат.

Нагрев заготовок - индукционный.

1. Исходные данные по детали.

1.1. Материал - сталь 30ХМА (по ГОСТ 4543): 0,17 - 0,37 % Si;
0,26 - 0,33 % С; 0,4 - 0,7 % Mn; 0,8 - 1,1 % Cr; 0,15 - 0,25 % Mo.

1.2. Масса детали - 0,390 кг.

2. Исходные данные для расчета.

2.1. Масса поковки (расчетная) - 0,620 кг;

расчетный коэффициент Кр (см. приложение, таб. 6) - 1,6;

$0,390 \times 1,6 = 0,620$ кг.

2.2. Класс точности - ТЗ (см. приложение, таб. 7).

2.3. Группа стали - М1 (см. табл. 3.1.).

Средняя массовая доля углерода в стали 30ХМА 0,3 % С, а суммарная массовая доля легирующих элементов - 1,9 % (0,27 % Si; 0,50 % Mn; 0,95 % Cr; 0,25 % Mo).

2.4. Степень сложности - С1 (см. п. 2).

Размеры описывающей поковку фигуры (цилиндр), мм:

диаметр - 63 (60 x 1,05);

длина - 32,5 (31 x 1,05) (где 1,05 - коэффициент).

Масса описывающей фигуры (расчетная) - 0,780 кг;

$G_{п}:G_{д} = 0,620:0,780 = 0,79$.

2.5. Конфигурация поверхности разреза штампа П (плоская) -
(см. табл. 3.1.)

2.6. Исходный индекс - 6 (см. табл. 3.2.).

3. Припуски и конечные напуски.

3.1. Основные припуски на размеры (см. приложение, таб. 8), мм:

1,0 - диаметр 60 мм и чистота поверхности 6,3;

1,0 - диаметр ступицы 34 мм и чистота поверхности 0,8;

1,0 - толщина 31 мм и чистота поверхности 6,3;

1,1 - толщина 31 мм и чистота поверхности 0,8;

0,9 - толщина 21 мм и чистота поверхности 6,3.

3.2. Дополнительный припуск, учитывающий отклонение от плоскостности - 0,2 мм (см. приложение, табл. 11).

4. Размеры поковки и их допускаемые отклонения (см. рис. 3.3).

4.1. Размеры поковки, мм:

диаметр $60 + 1,0 \times 2 = 62$ принимается 62;

диаметр $34 + 1,0 \times 2 = 36$ -" 36;

толщина $21 + (0,9 + 0,2) \times 2 = 23,2$ -" 23;

толщина $31 + 1,0 + 1,1 + 0,2 \times 2 = 33,5$ принимается 33,5.

4.2. Радиус закруглений наружных углов - 2,0 мм (минимальный) принимается 3,0 мм (см. приложение, таб. 13).

4.3. Допускаемые отклонения размеров (см. приложение, таб. 9), мм:

диаметр 62 $\begin{matrix} +0,6 \\ -0,3 \end{matrix}$;

диаметр ступицы 36 $\begin{matrix} +0,5 \\ -0,3 \end{matrix}$;

толщина 23 $\begin{matrix} +0,5 \\ -0,3 \end{matrix}$;

- " 33,5 $\begin{matrix} +0,5 \\ -0,3 \end{matrix}$.

4.4. Неуказанные предельные отклонения размеров принять равными 1,5 допуска соответствующего размера поковки с равными допускаемыми отклонениями.

63/ (✓)

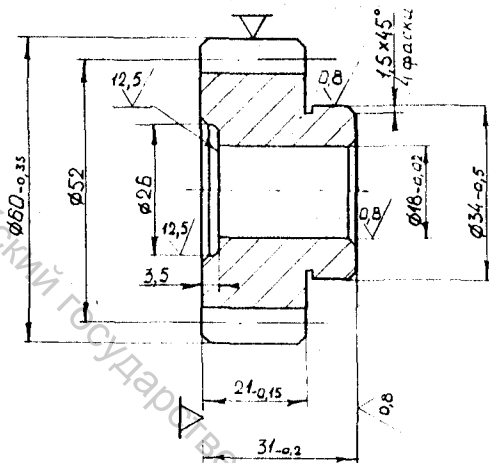


Рис. 3.2 Шестерня привода.

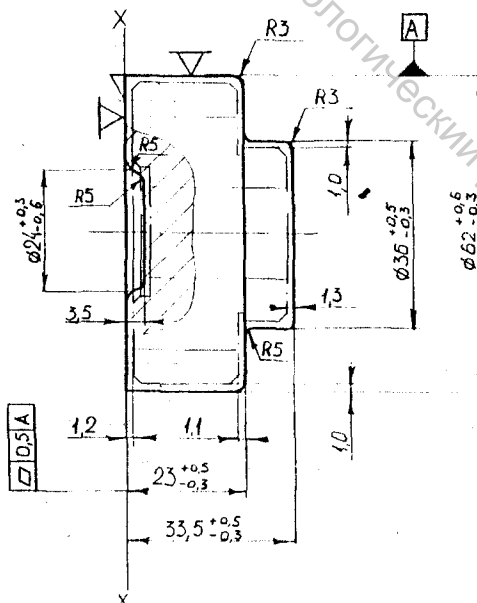


Рис. 3.3 Поковка шестерни привода.

4.5. Неуказанные допуски радиусов закруглений устанавливаются по таблице 20, приложения.

4.6. Допускаемая высота торцового валика - 3,0 мм (см. приложение, таб. 16).

4.7. Допускаемое отклонение от плоскостности - 0,5 мм (см. приложение, таб. 18).

П Р И М Е Р 2.

Ш е с т е р н я (рис. 3.4).

Штамповочное оборудование - КГШП.

Нагрев заготовок - индукционный.

1. И с х о д н ы е д а н н ы е п о д е т а л и.

1.1. Материал - сталь 45ХН2МФА (по ГОСТ 4543): 0,17-0,37% Si; 0,42 - 0,50 % С; 0,5 - 0,8 % Mn; 0,8 - 1,1 % Cr; 0,2 - 0,3 % Mo; 1,3 - 1,8 % Ni; 0,10 - 0,18 % V.

1.2. Масса детали - 1,83 кг.

2. И с х о д н ы е д а н н ы е д л я р а с ч е т а.

2.1. Масса поковки (расчетная) - 3,3 кг:

расчетный коэффициент Кр (см. приложение, таб. 6) - 1,8;

$1,83 \times 1,8 = 3,3$ кг.

2.2. Класс точности - Т3 (см. приложение, таб. 7).

2.3. Группа стали - М2 (см. табл. 3.1).

Средняя массовая доля углерода в стали 45ХН2МФА 0,46 % С, а суммарная массовая доля легирующих элементов - 3,81 % (0,27 % Si; 0,65 % Mn; 0,95 % Cr; 0,25 % Mo; 1,55 % Ni; 0,14 % V).

2.4. Степень сложности - С1 (см. п. 2).

Размеры описывающей поковку фигуры (цилиндр), мм:

диаметр - 134,2 (127,8 x 1,05);

высота - 41 (39 x 1,05) (где 1,05 - коэффициент).

Масса описывающей фигуры (расчетная) - 4,55 кг;

$0,16\phi = 3,3:4,56 = 0,72$.

2.5. Конфигурация поверхности равнена штампа П (плоская) -
(см. табл. 3.1.)

2.6. Исходный индекс - 10 (см. табл. 3.2).

3. Припуски и кузнечные напуски.

3.1. Основные припуски на размеры (см. приложение, таб. 8),
мм:

1,6 - диаметр 127,8 мм и чистота поверхности 6,3;

1,4 - диаметр 36 мм и чистота поверхности 6,3;

1,5 - толщина 39 мм и чистота поверхности 1,6;

1,5 - толщина 28 мм и чистота поверхности 6,3.

3.2. Дополнительные припуски, учитываемые:

отклонение от плоскостности - 0,3 мм (см. приложение,
табл. 11);

смещение по поверхности равнена штампа - 0,3 мм (см.
приложение, табл. 10).

3.3. Штамповочный уклон:

на наружной поверхности - не более 5 принимается 5 ;

на внутренней поверхности - не более 7 принимается 7 .

4. Размеры поковки и их допускаемые отклонения (см. рис. 3.5).

4.1. Размеры поковки, мм:

диаметр $127,8 + (1,6 + 0,3) \times 2 = 131,6$ принимается 132;

диаметр $36 - (1,4 + 0,3) \times 2 = 32,6$ " 32;

толщина $39 + (1,5 + 0,3) \times 2 = 42,6$ " 42,5;

толщина $28 + (1,5 + 0,3) \times 2 = 31,6$ принимается 31,5.

4.2. Радиус закруглений наружных углов - 2,0 мм (минимальный)
принимается 3,0 мм (см. приложение, таб. 13).

4.3. Допускаемые отклонения размеров (см. приложение,
таб. 9), мм

диаметр 132 $+1,3$;
 $-0,7$

		+0,5
диаметр	32	-0,9
		+1,1
толщина	42,5	-0,5
		+1,1
толщина	31,5	-0,5

4.4. Неуказанные предельные отклонения размеров (например, диаметр $86,5 \pm 1,1$) принять равными 1,5 допуска соответствующего размера поковки с равными допускаемыми отклонениями.

4.5. Неуказанные допуски радиусов закруглений устанавливаются по таблице 20, приложения.

4.6. Допускаемая величина остаточного облоя - 0,7 мм (см. приложение, таб. 15).

4.7. Допускаемое отклонение от плоскостности - 0,6 мм (см. приложение, таб. 11).

4.8. Допускаемое отклонение от концентричности пробитого отверстия относительно внешнего контура поковки 0,8 мм (см. приложение, табл. 17).

4.9. Допускаемое смещение по поверхности развеса штампа 0,6 мм (см. приложение, табл. 14).

4.10. Допустимая величина высоты заусенца - 3,0 мм. Определяется исходя из следующих соображений. Допускаемая величина заусенца на поковке по контуру обрезки облоя не должна превышать:

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

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

П Р И М Е Р 3.

З в е з д о ч к а п р и в о д а (рис. 3.6).

Штамповочное оборудование - КГШП.

Нагрев заготовок - индукционный.

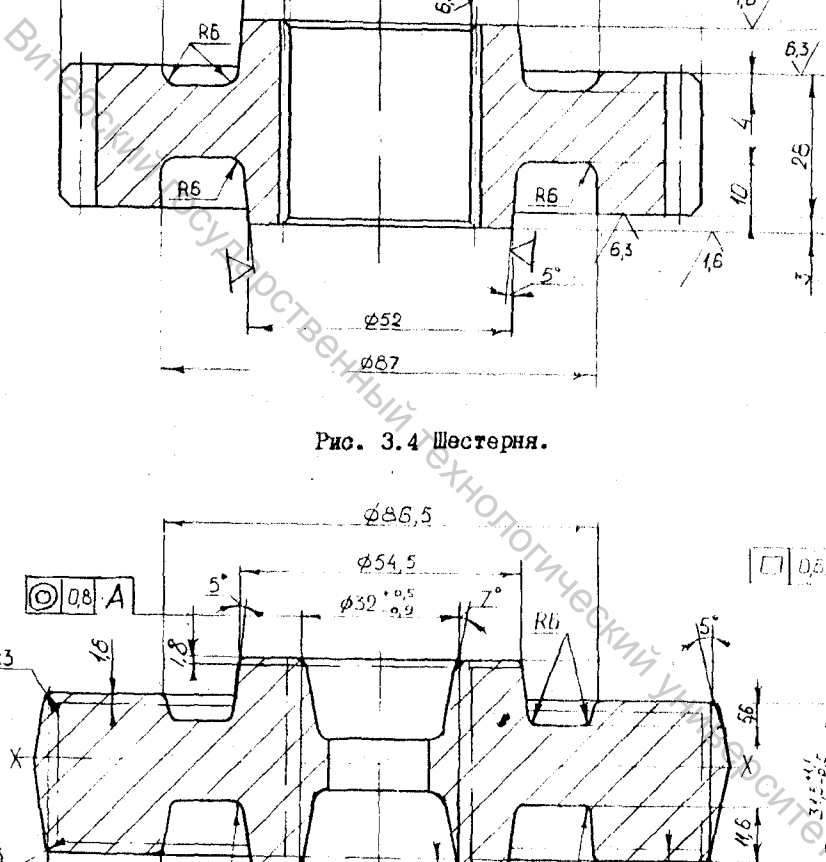


Рис. 3.4 Шестерня.

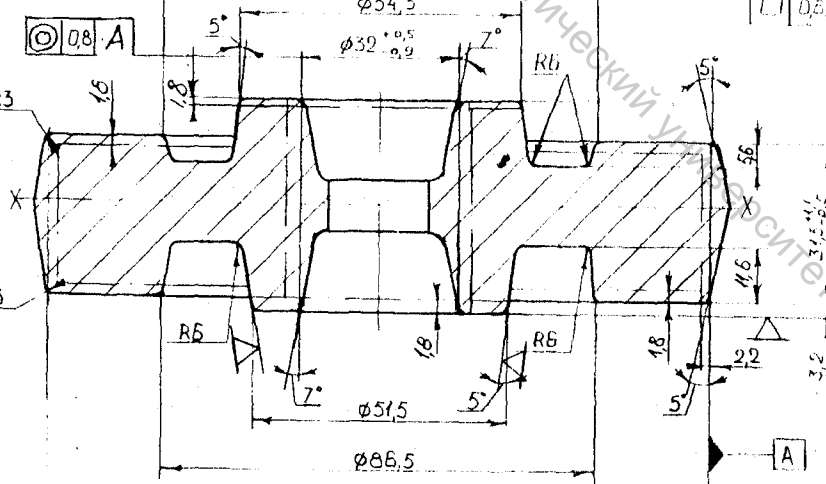


Рис. 3.5. Поковка шестерни.

1. Исходные данные по детали.

1.1. Материал - сталь 35 (по ГОСТ 1050): 0,17-0,37% Si;

0,32 - 0,40 % С; 0,5 - 0,8 % Mn; не более 0,25 % Cr.

1.2. Масса детали - 2,05 кг.

2. Исходные данные для расчета.

2.1. Масса поковки (расчетная) - 3,28 кг;

расчетный коэффициент Кр (см. приложение, таб. 6) - 1,8;

$2,05 \times 1,6 = 3,28$ кг.

2.2. Класс точности - Т4 (см. приложение, таб. 7).

2.3. Группа стали - М1 (см. табл. 3.1).

Средняя массовая доля углерода в стали 35 0,36 % С.

2.4. Степень сложности - С4 (см. п. 2).

Отношение толщины полотна к диаметральному размеру:

$$\frac{7}{143,2 - 42} = 0,07$$

2.5. Конфигурация поверхности разреза штампа П (плоская) - (см. табл. 3.1.)

2.6. Исходный индекс - 14 (см. табл. 3.2).

3. Припуски и кулачные напуски.

3.1. Основные припуски на размеры (см. приложение, таб. 8), мм:

2,0 - диаметр 179,25 мм и чистота поверхности 12,5;

2,2 - диаметр 42 мм и чистота поверхности 0,8;

1,7 - толщина 38 мм и чистота поверхности 12,5;

1,5 - толщина 8,8 мм и чистота поверхности 12,5.

3.2. Дополнительные припуски, учитывающие:

отклонение от плоскостности - 0,3 мм (см. приложение, табл. 11);

смещение по поверхности разъема штампа - 0,3 мм (см. приложение, табл. 10).

4. Размеры поковки и их допускаемые отклонения (см. рис. 3.7).

4.1. Размеры поковки, мм

диаметр $179,25 + (2,0 + 0,5 + 0,3) \times 2 = 184,5$ принимается 132;

диаметр $42 + (2,2 + 0,5 + 0,3) \times 2 = 48,0$ --- 48;

толщина $38 + (1,7 + 0,5) \times 2 = 42,4$ --- 42,5;

толщина $8,8 + (1,5 + 0,5) \times 2 = 12,8$ принимается 13,0.

4.2. Радиус закруглений наружных углов - 2,0 мм (минимальный) принимается 3,0 мм (см. приложение, таб. 13).

4.3. Допускаемые отклонения размеров (см. приложение, таб. 9), мм

	+2,4	
диаметр 185,0	-1,2	;
	+1,8	
диаметр 48	-1,0	;
	+1,8	
толщина 42,5	-1,0	;
	+1,8	
толщина 13,0	-1,0	

4.4. Неуказанные предельные отклонения размеров приняты равными 1,5 допуска соответствующего размера поковки с равными допускаемыми отклонениями.

4.5. Неуказанные допуски радиусов закруглений устанавливаются по таблице 20, приложения.

4.6. Допускаемая величина остаточного облоя - 1,0 мм (см. приложение, таб. 15).

4.7. Допускаемое отклонение от плоскостности и прямолинейности - 0,9 мм (см. приложение, таб. 11).

4.8. Допускаемое смещение по поверхности разъема штампа 0,7 мм (см. приложение, таб. 14).

4.9. Допустимая величина заусенца - 2,0 мм. Определяется исходя из следующих соображений. Допускаемая величина заусенца на поковке по контуру обрешки облоя не должна превышать:

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

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

П Р И М Е Р 4.

П е р в и ч н ы й в а л (рис. 3.8).

Штамповочное оборудование - горизонтально-ковочная машина.

Количество переходов - 4.

Нагрев заготовок - пламенный.

1. И с х о д н ы е д а н н ы е п о д е т а л и.

1.1. Материал - сталь 15ХГН2ТА (по ГОСТ 4543): 0,17-0,37% Si; 0,13 - 0,18 % С; 0,7 - 1,0 % Мн; 0,7 - 1,0 % Сг; 1,4 - 1,8 % N; 0,03 - 0,09 % Ti.

1.2. Масса детали - 6,6 кг.

Масса деформируемой и сдавливаемой частей - 5,2 кг.

2. И с х о д н ы е д а н н ы е д л я р а с ч е т а.

2.1. Масса поковки (расчетная) - 7,8 кг;
расчетный коэффициент Кр (см. приложение, таб. 6) - 1,5;
 $5,2 \times 1,5 = 7,8$ кг.

2.2. Класс точности - Т5 (см. приложение, таб. 7).

2.3. Группа стали - М2 (см. табл. 3.1).

Средняя массовая доля углерода в стали 15ХГН2ТА: 0,15 % С;
суммарная массовая доля легирующих элементов - 3,73 % (0,9 % Мн;
0,27 % Si; 0,9 % Сг; 1,6 % Ni; 0,06 % Ti).

2.4. Степень сложности - С3 (см. п. 2).

2.5. Конфигурация поверхности разреза штампа П (плоская) -
(см. табл. 3.1.)

2.6. Исходный индекс - 17 (см. табл. 3.2).

3. Припуски и конечные напуски.

3.1. Основные припуски на размеры (см. приложение, таб. 8), мм:

3,0 - диаметр 126 мм и чистота поверхности 6,3;

2,7 - диаметр 86 мм и чистота поверхности 6,3;

2,7 - диаметр 60 мм и чистота поверхности 1,6;

2,2 - диаметр 45 мм и чистота поверхности 12,5;

3,0 - толщина 52 мм и чистота поверхности 6,3;

3,3 - толщина 52 мм и чистота поверхности 0,8;

3,0 - толщина 50 мм и чистота поверхности 6,3;

2,4 - толщина 50 мм и чистота поверхности 12,5;

3,0 - глубина 40 мм и чистота поверхности 6,3;

2,0 - глубина 40 мм и чистота поверхности 12,5.

3.2. Дополнительные припуски, учитывающие:

изогнутость, отклонения от плоскостности и от прямолинейности (см. приложение, табл. 11), мм:

стержня - 0,8;

фланца - 0,5;

смещение по поверхности равна штампа 0,4 мм (см. приложение, табл. 10).

4. Размеры поковки и их допускаемые отклонения (см. рис. 3.9).

4.1. Размеры поковки, мм:

диаметр 126 + (3,0 + 0,4 + 0,5) × 2 = 133,8 принимается 134;

диаметр 86 - (2,7 + 0,4 + 0,5) × 2 = 78,8 -" 78,5;

диаметр 60 + (2,7 + 0,4 + 0,5) × 2 = 67,2 -" 67;

диаметр 45 + (2,2 + 0,8) × 2 = 51 -" 52.

(по ГОСТ 2590);

глубине $40 + (3,0 - 2,0 + 0,5) = 41,5$ принимается 41,5;

толщина $52 + (3,0 + 3,3 + 0,5 + 0,4) = 59,1$ — 42,5;

толщина $50 + (3,0 + 2,4 + 0,5 + 0,4) = 56,2$ принимается 56,0.

4.2. Радиус закруглений наружных углов — 4,0 мм (см. приложение, таб. 13).

4.3. Штамповочный уклон — 7 (см. приложение, таб. 21).

4.4. Допускаемые отклонения размеров (см. приложение, таб. 9) мм:

диаметр 134	+3,0	;
	-1,3	
	+1,3	
диаметр 78,3		;
	-2,7	
	+2,7	
диаметр 67		;
	-1,3	
	+0,4	
диаметр 52		(по ГОСТ 2590);
	-1,0	
	+1,2	
высота 41,5		;
	-2,4	
	+2,7	
толщина 59		;
	-1,3	
	+2,7	
толщина 56		.
	-1,3	

4.5 Допуски длины стержня 6,0 мм — см. п. 5.

4.6. Неуказанные предельные отклонения размеров принять равными 1,5 допуска соответствующего размера поковки с равными допускаемыми отклонениями.

4.7. Неуказанные допуски радиусов закруглений устанавливаются по таблице 20, приложения.

4.8. Допускаемая высота заусенца в плоскости равна матриц 2,4 мм — исходя из следующего: у поволоков изготовленных на горизонтально-ковочных машинах, допускаемая высота заусенца в плоскости равна матриц не должна превышать удвоенной величины остаточного облоя (см. приложение, таб. 13).

12.5/ (✓)

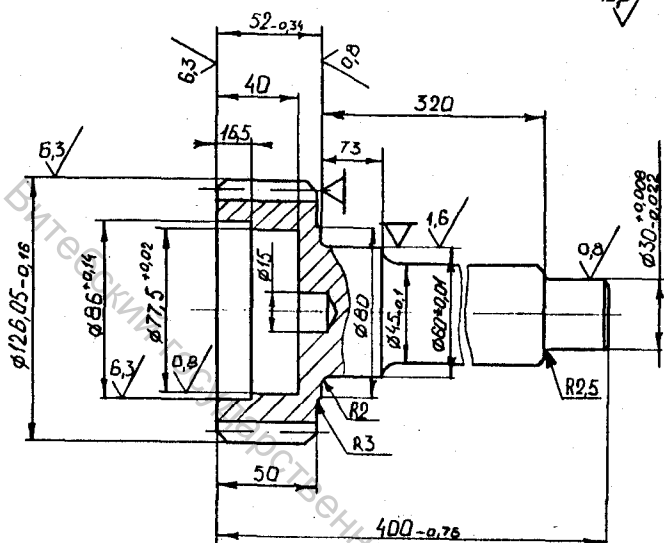


Рис. 3.8. Первичный вал.

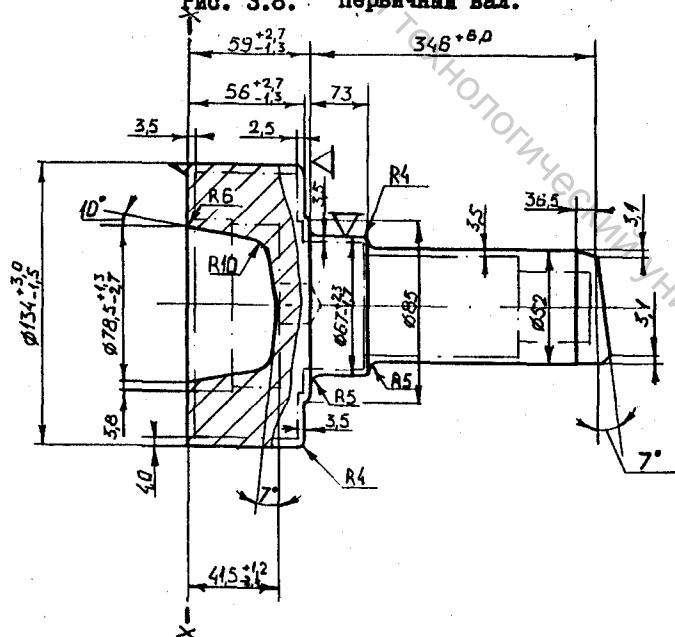


Рис. 3.9. Поковка первичного вала.

4.9. Допускается высота торцевого заусенца 7,0 мм (см. приложение, табл. 16).

4.10. Допускаемое отклонения:
от плоскостности и прямолинейности - 1,0 мм (см. приложение табл. 11);

от изогнутости 1,6 мм (см. приложение, табл. 18).

4.11. Допускаемое смещение по поверхности разреза штампа 1,0 мм (см. приложение, табл. 14).

4.12. Отклонение от соросности диаметра 78,5 (см. п. 5) - 0,4 мм.

4.13. Допускаемые отклонения штамповочных уклонов - $(7 \pm 1,7)$. Допускаемые отклонения штамповочных уклонов на поковках устанавливаются в пределах $\pm 0,25$ их номинальной величины.

4.14. Допускаемое увеличение диаметра стержня - до 53,4 мм на расстоянии 100 мм от головки поковки (см. п. 5).

4.15. Допускаемое отклонение торца стержня (см. прил., табл. 20), мм:

x - 3,1;

y - 36,5.

Наклон среза - 7°.

ГЛАВА 4. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ШТАМПОВ ДЛЯ БЕЗОВОЛЬНОЙ ЗАКРЫТОЙ ШТАМПОВКИ.

4.1. Классификация схем штамповки пакетов с разъемными матрицами.

Основными способами предварительного формообразования изделий являются объемная штамповка и литейное производство, поэтому именно в них в первую очередь нужно искать резервы экономного расхода материалов. В плане экономии большие возможности заключены в процессах безовальной штамповки, которые позволяют снизить на 5 - 30 % расход черного металлопроката, увеличить на 10 - 15 % производительность, уменьшить объем механической обработки и расход энергоресурсов на нагрев, повысить качество и точность заготовок.

Технологически схемы штамповых пакетов с разъемными матрицами можно разделить по следующим критериям:

- по расположению линии разъема полуматриц - с горизонтальной плоскостью, перпендикулярной движению ползуна прессы (рис.4.1а); с вертикальной плоскостью, параллельной движению ползуна (рис.4.1б); с комбинированной плоскостью (с вертикальной и горизонтальной - рис. 4.1в);

- по характеристике усилия сжатия полуматриц - с активным усилием (внешними усилиями); с реактивным усилием (реакцией усилий штамповки); с комбинированным усилием (активными и реактивными усилиями);

- по направлению действия сил, деформирующих заготовку (направлению движения деформирующих пуансонов), по отношению к плоскости разъема полуматриц - с параллельным плоскости разъема полуматриц (рис. 4.2а, б); с перпендикулярным плоскости разъема полуматриц (рис. 4.2в, г);

- по схеме деформирования заготовки в закрытом ручье штампа -

с односторонним деформированием (рис. 4.2б, в); с двусторонним - двумя пуансоном, движущимися навстречу друг другу (рис. 4.2а, г); с многосторонним - несколькими пуансонами в различных плоскостях (рис. 4.2д).

Конструктивно пакеты штампов можно разделить на четыре типа:

I - пакеты рычажные с вертикальным разъемом, реактивным эажином полуматриц и одним деформирующим пуансоном (одностороннее деформирование), движущимся параллельно плоскости разъема полуматриц. Пакеты предназначены для однопереходной штамповки поковок типа угольников, тройников, корпусов форсунок двигателей, а также некоторых типов валов и вилок;

II - пакеты клиновые двусторонние с горизонтальным разъемом и реактивным эажином полуматриц и двумя деформирующими пуансонами (двустороннее деформирование), движущимися параллельно плоскости разъема полуматриц. В этих пакетах можно изготовлять поковки тройников, крестовин карданных валов, деталей с утолщениями на концах, муфт, блокшестерен и других деталей в один, два или три перехода;

III - пакеты клиновые с горизонтальным разъемом и реактивным эажином полуматриц и одним деформирующим пуансоном (одностороннее деформирование), движущимся перпендикулярно плоскости разъема полуматриц. В этих пакетах можно осуществлять закрытую штамповку поковок шестерен, фланцев, муфт и других деталей с неглубокими наметками. В пакетах с предварительной осадкой заготовки и одним штамповочным переходом могут изготовляться низкие поковки с небольшими перепадами по сечению.

IV - пакеты клиновые с горизонтальным разъемом и реактивным эажином матриц и двумя деформирующими пуансонами (двустороннее встречное деформирование), движущимися перпендикулярно плоскости разъема матриц.

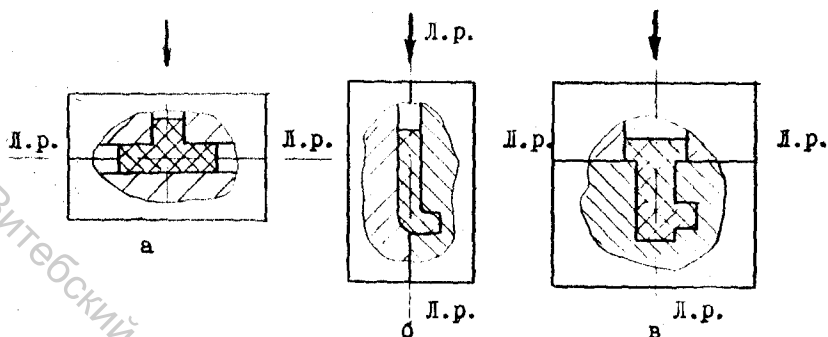


Рис. 4.1. Схемы расположения линий разреза полуматриц:
а - горизонтальная, б - вертикальная, в - комбинированная.

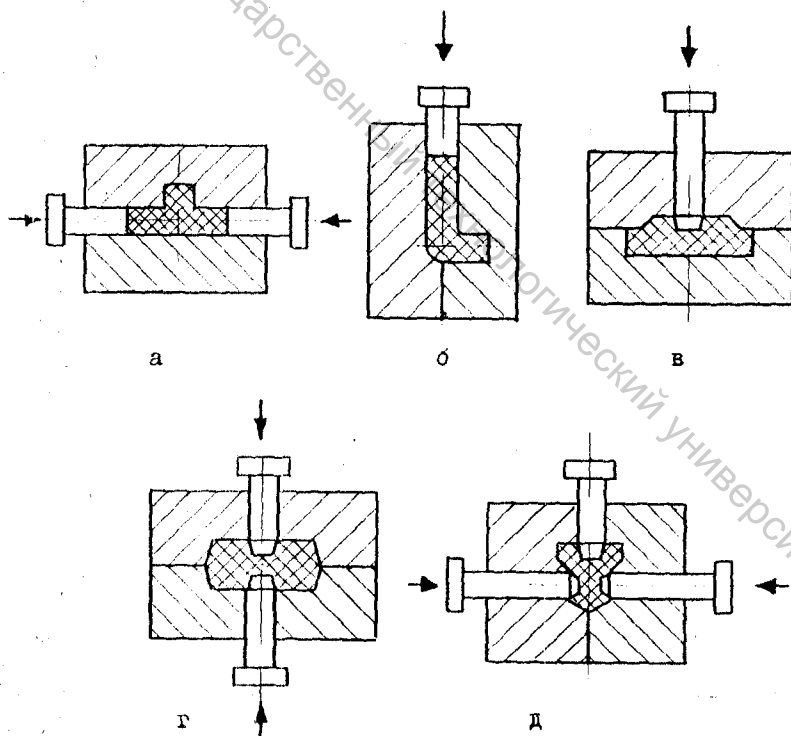


Рис. 4.2. Схемы направления действия деформирующих сил:
а, б - параллельно линии разреза,
в, г - перпендикулярно линии разреза,
д - комбинированная.

4.2. Рычажный штамповый пакет с вертикальным разъемом матриц и одним деформирующим пуансоном.

Эти пакеты успешно используются на ряде автомобильных заводов с использованием криошипных прессов 2500 - 4000 кН. На них осуществляется безоблойная штамповка поковок тройников и угольников (деталей пневмогидроарматуры).

Пакет (рис. 4.3) состоит из нижней 1 и верхней 9 плит, соединенных между собой колонками 7 и штулками 8.

На верхней плите 9 при помощи болтов прикреплена опорная плита 11, на которой установлен деформирующий пуансон 10, крепящийся накладной гайкой.

На нижней плите 1 смонтирована замкнутая обойма, состоящая из передней и задней плит 6 и двух боковых плит 3, соединенных болтами 21. В замкнутой обойме на цилиндрических шарнирах 16 установлены рычаги 17 и 19 - по два с каждой стороны.

Рычаги одним концом опираются на цилиндрические шарниры, закрепленные винтами 5 на уступах в боковых плитах 3 обоймы, а вторым - на цилиндрические шарниры, прикрепленные к подвижным полуобоймам 15. Цилиндрические шарниры попарно связаны между собой тягами 20.

В полуобоймах находятся матрицедержатели 14, в которых закреплены полуматрицы 12. Для предотвращения смещения полуматриц в полуобоймах предусмотрены ловители 18.

В полуматрицах расположены боковые выталкиватели 13, которыми в полуобоймах установлены упругие элементы 4 для компенсации избытка металла в заготовке.

Выдавленная поковка извлекается из ручьев полуматриц выталкивателями 13, которые при повороте рычагов 17 перемещаются к центру. Поковка может удаляться под стол пресса, если шток пневмоцилиндра будет полым, или за пресс через окно в передней и задней плитах обоймы штампа.

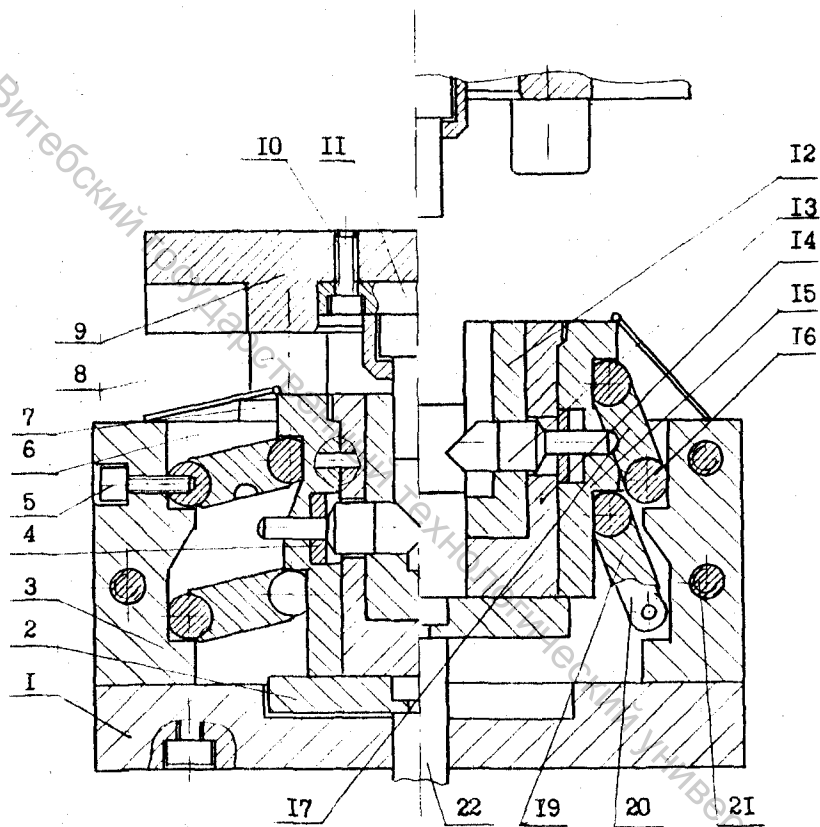


Рис. 4.3 Пакет рычажный с вертикальным разъемом матриц.

В гнезде нижней плиты на штоке 22 пневмоцилиндра, расположенного под плитой пресса установлена плита 2, которая поднимает и удерживает в верхнем положении полуобоймы 13.

При опускании штока пневмоцилиндра полуобоймы под действием силы тяжести опускаются, и полуматрицы образуют закрытый ручей, в который сверху укладывается нагретая цилиндрическая заготовка.

В процессе движения ползуна пресса вниз заготовка под действием пуансона деформируется, заполняя ручей штампа. При возвращении ползуна в верхнее положение включается пневмоцилиндр, плита 2 которого поднимает полуобоймы. Последние, поворачиваясь на рычагах, одновременно расходятся в стороны, раскрывая полуматрицы.

Конструктивные особенности пакета состоят в следующем. Пакет обеспечивает возможность получения поволоки за один переход с одним или несколькими отрезками, расположенными во взаимно перпендикулярных плоскостях, а также деталей типа валов с утолщениями. При отсутствии устройств, учитывающих колебание объема заготовки (в пределах до 3 %), компенсация избыточного объема происходит за счет упругой деформации деталей пакета. В случае значительного избытка объема заготовки металл вытекает в торцевой заусенец и полуматрицы раскрываются по плоскости разреза.

При выдавливании тройников и угольников с длиной отрезков более 30 мм система выталкивания этого пакета не обеспечивает полного извлечения поволоки из ручья. Для этого случая предлагается типовая конструкция пакета (рис. 4), в которой обеспечивается ход бокового выталкивателя до 45 мм за счет изменения системы бокового выталкивания. Наряду с этим в конструкцию пакета введены боковые компенсаторы в виде набора тарельчатых пружин, расположенные в боковых стенках обоймы. Пружины поджаты специальными болтами, с помощью которых можно регулировать их предварительное сжатие, снижая или увеличивая усилие компенсаторов.

Для расчета узлов при проектировании пакета необходимо знать

усилия, действующие на все его элементы.

Обозначив элементы пакета и действующие усилия, как показано на рис. 3, и, рассмотрев их равновесие с учетом сил, действующих на каждый из них, получим (с учетом трения в шарнирах) усилие сжатия полуматриц

$$P_{сж} = \frac{P_0}{2 \lg(\alpha + \arcsin(fd/l))}, \quad (1)$$

а также усилия, возникающие в верхнем и нижнем рычагах

$$P_{в} = \frac{P_0}{2} \left[\frac{c - b \lg(\alpha + \arcsin(fd/l))}{a \sin(\alpha + \arcsin(fd/l))} \right] \quad (2)$$

$$P_{н} = \frac{P_0}{2} \left[\frac{a - c + b \lg(\alpha + \arcsin(fd/l))}{a \sin(\alpha + \arcsin(fd/l))} \right] \quad (3)$$

где P_0 - усилие на деформирующем пуансоне; α - угол наклона рычагов (элементов) к горизонтальной оси; l - длина рычага (элемента); d - диаметр цилиндрического шарнира; f - коэффициент трения; a - расстояние между шарнирами; c - расстояние точки приложения равнодействующей сжимающих усилий от нижнего шарнира;

b - расстояние от оси штампа до центра шарнира полубойки.

Усилие штамповки рассчитывается в конечный момент деформирования, когда происходит полное оформление поковки и усилие максимально.

Для расчета на прочность замкнутой цельной или составной обоймы, куда монтируется вся рычажная система с полуматрицами, необходимо использовать формулу общего усилия сжатия полуматриц (1), которое для обоймы является распирающим усилием. Для расчета рычагов и площади шарнирного сопряжения используются формулы (2) и (3).

В целях повышения эксплуатационных свойств пакета необходимо поковку располагать в штампе по высоте таким образом, чтобы равнодействующая распирающих сил находилась по середине между реакциями. Тогда усилия, действующие на шарниры и

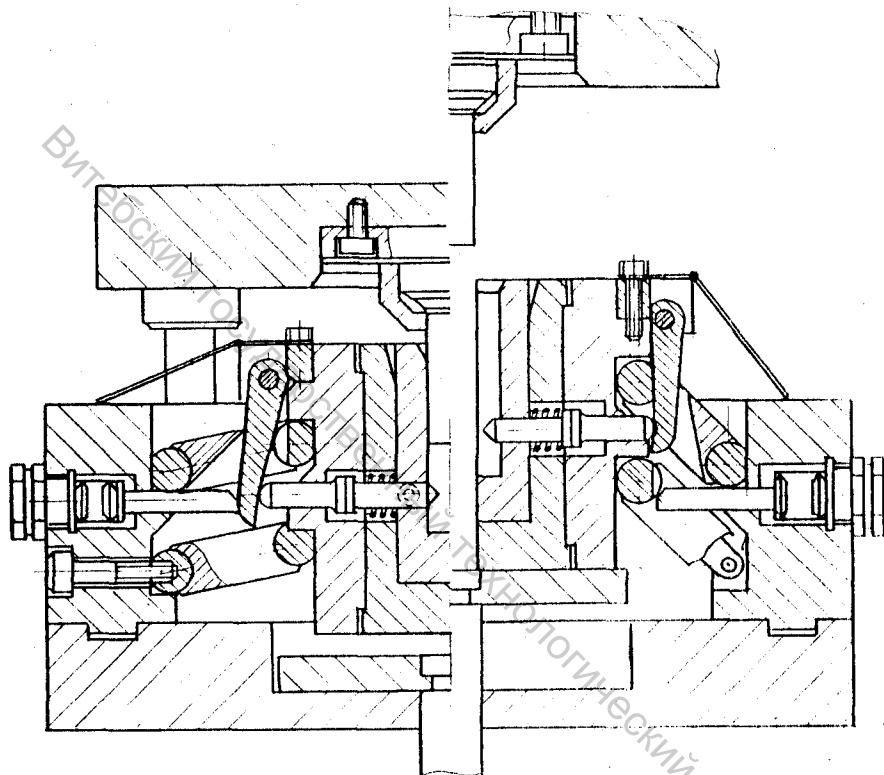


Рис. 4.4. Типовой пакет рычажный с вертикальным разъемом матриц.

рычаги, будут одинаковы и, соответственно, будут равны их износ и упругие деформации. Это позволит повысить точность штампуемых поковок в плоскости разреза.

С достаточной степенью точности для практических расчетов можно принять, что давления по гравюре штампа в плоскости разреза распределены равномерно. Тогда равнодействующая распорных усилий будет в центре тяжести сечения поковки в плоскости разреза.

Для предварительного расчета элементов пакета рассчитывается деформирующее усилие, а затем по упрощенным формулам (без учета сил трения в шарнирах) рассчитываются его основные элементы

$$P_{сж} = P_g / 3 \operatorname{tg} \alpha \quad (4)$$

$$R_B = \frac{P_g}{2} \left(\frac{C - b \operatorname{tg} \alpha}{a \sin \alpha} \right) \quad (5)$$

$$R_H = \frac{P_g}{2} \left(\frac{a - C + b \operatorname{tg} \alpha}{a \sin \alpha} \right) \quad (6)$$

Как показывает анализ формул (1) и (4), усилие сжатия тем больше, чем меньше угол наклона рычага к горизонтальной оси, коэффициент трения и диаметр шарнира.

В разработанном типовом пакете угол наклона составляет 8 - 15°, а усилие сжатия в 1,85 - 3,5 раза больше усилия штамповки.

Такое соотношение необходимо в связи с тем, что площадь поковки в плоскости разреза значительно превышает площадь давления, т.е. площадь деформирующего пуансона (для поковок МАЗа и КРАЗа соотношение площадей составляет от 5 до 11). Дальнейшее уменьшение угла и увеличение усилий сжатия нежелательно в связи с тем, что при штамповке происходит упругая деформация пакета, и угол становится меньше на 2 - 3°. В процессе штамповки рычаги могут стать в распор, т.е. $\alpha \rightarrow 0$, и вывести их из распора нижним выталкивателем будет затруднительно.

4.3. Штамповый пакет с горизонтальным равнением
матриц и двумя горизонтальными деформиру-
ющими пуансонами.

Пакет (рис. 4.6) состоит из нижней 1 и верхней 6 плит, соединенных колонками 13 и втулками 12 и 14, запрессованными соответственно в нижнюю и верхнюю плиты и подвижную плиту-обойму 4.

К верхней плите при помощи специальных болтов 15 и 11 прикреплены центральная клиновая призма 9 и подвижная плита-обойма 4, которая имеет двусторонние клиновые вставки 5, поверхности которых находятся в контакте с промежуточными клиновыми призмами 8, перемещающимися по поверхности верхней плиты. Центральная клиновая призма 9, на которой установлены штамподержатель 10 и верхняя полуматрица 24, может перемещаться вертикально и взаимодействовать с промежуточными клиновыми призмами.

На нижней плите 1 находятся клиновые ползушки 2 с планками износа 3, перемещающиеся по нижней плите в направляющих планках 17, штамподержатель с нижней полуматрицей и выталкиватель 21 с компенсационным устройством 22 в виде набора тарельчатых пружин, а также ограничители 19 обратного хода ползушек 2.

В клиновые ползушки в специальный Т-образный паз установлены деформирующие пуансоны 23.

Для более жесткого направления подвижная обойма 4 соединена с верхней плитой дополнительными колонками 16. Смазка движущихся деталей пакета осуществляется от системы централизованной смазки пресса через маслоподводящую систему 7.

Пакет работает следующим образом. В исходном верхнем положении ползуна пресса подвижная обойма прижата поддерживающими пружинами 20 к верхней плите, а центральная клиновая призма 9 под действием перемещающихся к центру промежуточных клиновых призм 8 смещена вниз.

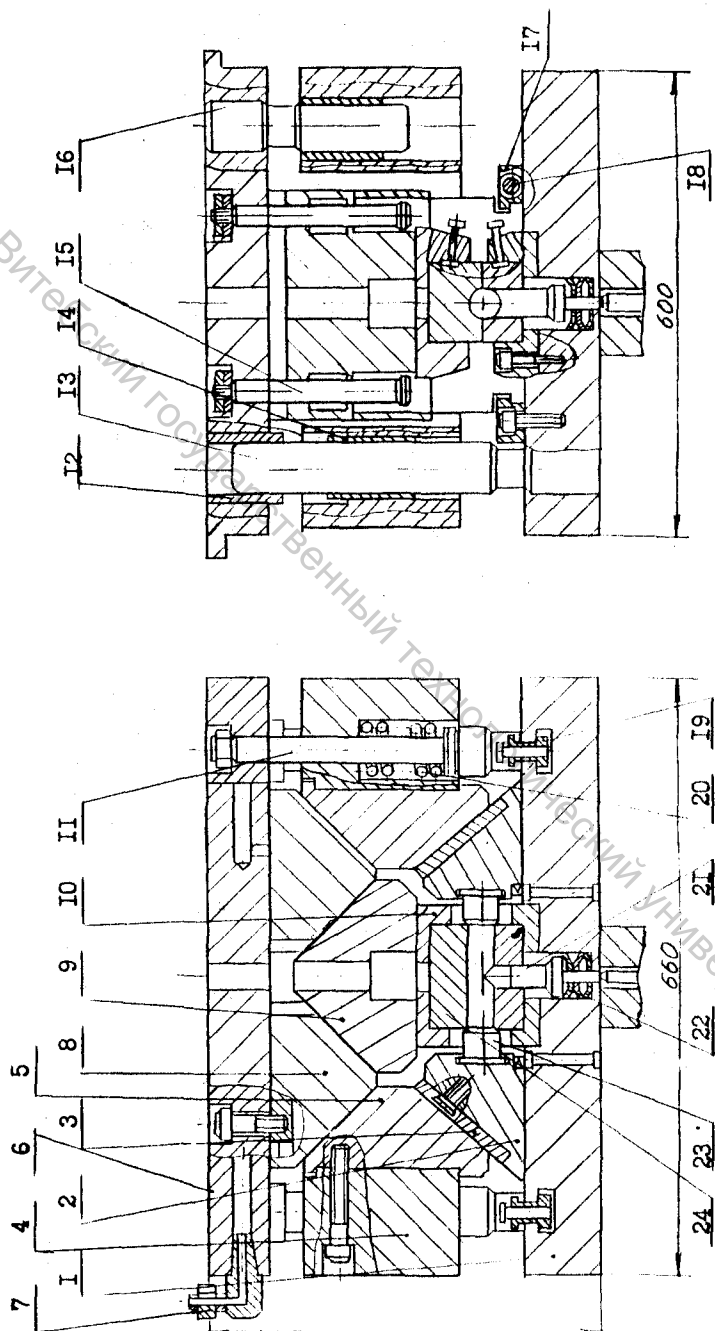


Рис. 4.6. Пакет с горизонтальным разъемом матриц (тип II)

Полушки с закрепленными в них деформирующими пуансонами под действием пружин 18 раздвинуты до упоров 19.

Нагретая заготовка укладывается в ручей нижней полуматрицы между пуансонами.

При ходе ползуна вниз верхняя полуматрица сначала соприкасается с нижней и останавливается, образуя таким образом закрытый ручей, а затем клиновые поверхности вставок 5, соприкасаясь с клиновыми поверхностями полушек 2, вставляют их двигаться навстречу друг другу. При дальнейшем движении ползуна вниз промежуточные клиновые приемы 8, наталкиваясь скошенными поверхностями на остановившуюся центральную приемку, начинают перемещаться в стороны от центра, давая подвижной обойме дополнительное движение вниз, которое передается полушками с пуансонами. Последние деформируют уложенную в ручей заготовку, которая заполняет гравюру штампа.

После штамповки верхняя плита с подвижной обоймой поднимается, полушки под действием пружин возвращаются в исходное положение, а поковка извлекается из ручья нижней полуматрицы выталкивателем, работающим от пневмо или гидроцилиндра, установленного под столом прессы.

Конструкция пакета имеет следующие особенности:

1) усилие сжатия полуматриц пропорционально усилию штамповки и зависит от величины углов клиновых прием (схемы с обратной связью) и коэффициента контактного трения в клиновых парах;

2) углы клиновых прием и усилие сжатия зависят от соотношения площадей давления (площади деформирующего пуансона) и поковки в плоскости разреза;

3) при колебаниях объема заготовки в пределах 3 - 5 % избыток металла может размещаться в компенсаторе, а при его отсутствии идет на увеличение размеров поковки в пределах положительного допуска и компенсируется упругой деформацией пакета;

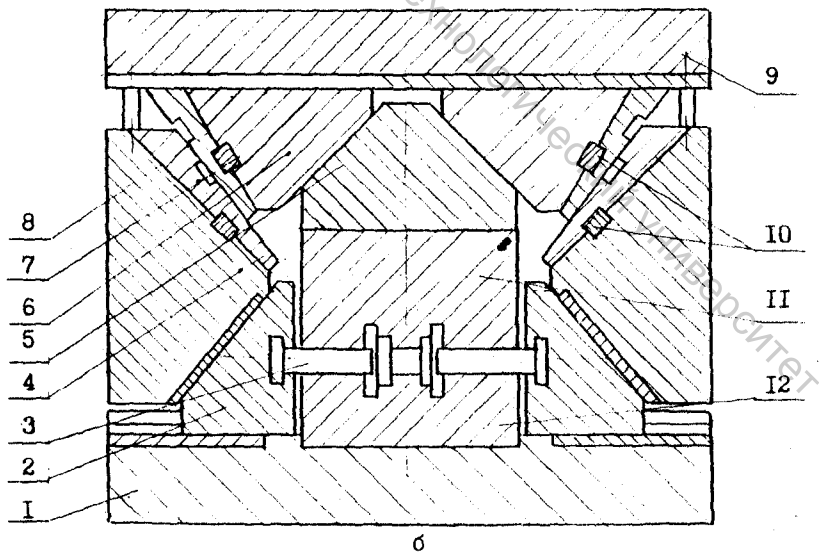
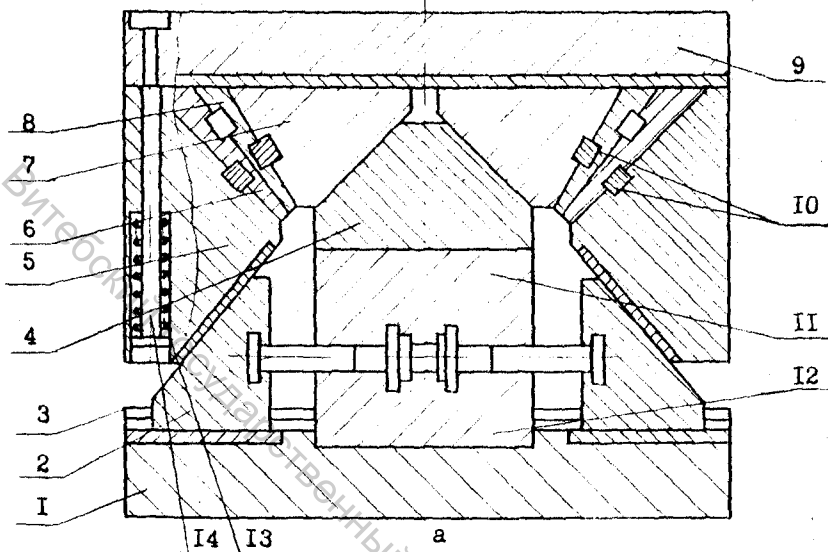


Рис. 4.7. Пакет с горизонтальным разъемом матриц и изменяющимися углами клиновых призм в исходном (а) и рабочем (б) положениях.

4) при значительном превышении заданного объема заготовки полуматрицы автоматически раскрываются, если усилия разжима полуматриц больше усилий сжатия.

В связи со значительным разнообразием номенклатуры поковок был разработан, изготовлен и испытан пакет с изменяющимися углами клиновых призм (рис. 4.7).

Этот пакет является более универсальным и позволяет штамповать поковки с различными соотношениями площадей давления и поковки в плоскости разреза, обуславливающими соотношение усилий деформирования и сжатия.

Переналадка на другую деталь заключается в замене рабочих вставок и быстроточенных пуансонов.

Пакеты внедрены на Минском и Кременчугском автомобильных заводах для штамповки поковок тройников пневмо- и гидроарматуры автомобилей МАЗ и КРАЗ.

При проектировании пакета конструктор должен рассчитать его основные узлы, для чего необходимо определить возникающие при штамповке усилия.

Для расчета усилий и оценки их взаимосвязи обозначим элементы пакета, как показано на рис. 4.8.

Рассмотрев каждый элемент в равновесии с учетом приложенных сил, получим расчетные усилия, действующие в элементах пакета:

общее усилие штамповки

$$P_{\text{общ}} = 2P_g \frac{\cos \beta_{31} \cdot \cos \beta_{31} \cdot \cos(\delta - \beta_{12}) \sin(\alpha + \beta + \beta_{64} - \beta_{24})}{\sin(\delta - \beta_{12} - \beta_{31}) \sin(\beta - \beta_{24}) \cos(\alpha + \beta_{64} + \beta_{54})}; \quad (7)$$

усилие сжатия полуматриц

$$P_{\text{жм}} = 2P_g \frac{\cos \beta_{31} \cdot \cos(\delta - \beta_{12}) \cos(\beta - \beta_{24} - \beta_{54}) \sin(\alpha + \beta_{64})}{\sin(\delta - \beta_{12} - \beta_{31}) \cdot \sin(\beta - \beta_{24}) \cos(\alpha + \beta_{64} + \beta_{54})}; \quad (8)$$

усилие, необходимое для расчета площади контактной площадки клиновой полушки и нижней плиты

$$P_{31} = P_g \frac{\cos(\delta - \beta_{12}) \cos \beta_{31}}{\sin(\delta - \beta_{12} - \beta_{31})}; \quad (9)$$

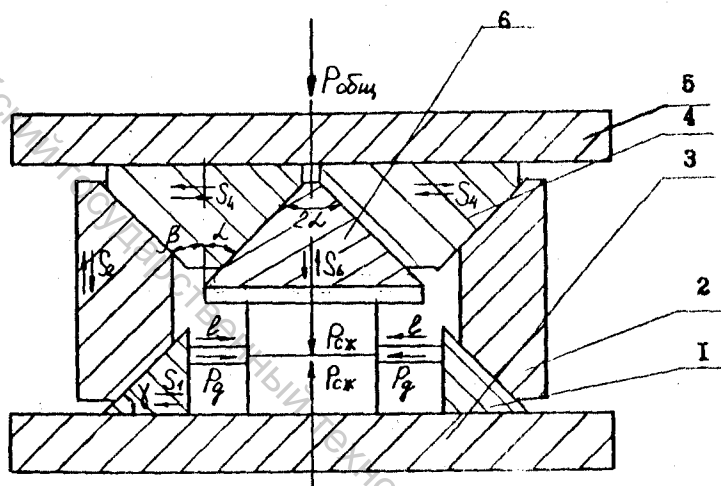


Рис. 4.8. Схема и обозначения элементов пакета (тип II).

- I - ползушка клиновья,
- 2 - обойма подвижная,
- 3 - плита нижняя,
- 4 - призма клиновья промежуточная,
- 5 - плита верхняя,
- 6 - призма клиновья центральная.

усилие, необходимое для расчета площади контактной поверхности между клиновой ползушкой и обоймой

$$P_{21} = P_g \frac{\cos \beta_{31} \cdot \cos \beta_{12}}{\sin(\alpha - \beta_{12} - \beta_{13})} ; \quad (10)$$

усилие, необходимое для расчета площади контактной поверхности между обоймой и промежуточной клиновой призмой

$$P_{42} = P_g \frac{\cos \beta_{31} \cdot \cos(\alpha - \beta_{12}) \cos \beta_{24}}{\sin(\alpha - \beta_{12} - \beta_{31}) \sin(\beta - \beta_{24})} ; \quad (11)$$

усилие, необходимое для расчета площади контактной поверхности между промежуточной и центральной клиновыми призмами

$$P_{64} = P_g \frac{\cos(\beta - \beta_{24} - \beta_{54}) \cos \beta_{64} \cos \beta_{31} \cos(\alpha - \beta_{12})}{\cos(\alpha + \beta_{64} - \beta_{54}) \sin(\alpha - \beta_{12} - \beta_{31}) \sin(\beta - \beta_{24})} ; \quad (12)$$

усилие, необходимое для расчета площади контактной поверхности между промежуточной клиновой призмой и верхней плитой пакета

$$P_{54} = P_{общ} / 2 ; \quad (13)$$

усилие растягивающее обойму (распирающее)

$$P_{обр} = P_g \frac{\cos \beta_{31} [\sin(\alpha - \beta_{12}) \sin(\beta - \beta_{24}) + \cos(\alpha - \beta_{12})]}{\sin(\alpha - \beta_{12} - \beta_{31}) \sin(\beta - \beta_{24})} ; \quad (14)$$

где P_g - усилие, действующее на деформирующем пуансоне,

$\beta_{12}, \beta_{31}, \beta_{24}, \dots$ - угол трения между поверхностями соответственно элементов 1 и 2, 3 и 1, 2 и 4 и т.д., при этом $\beta = \arctg f$ где f - коэффициент трения, $\alpha, \beta, \beta_{12}$ - углы клиновых ползушек и призм, обозначенных на схеме.

Подобрав материалы трущихся пар таким образом, что все коэффициенты трения будут равны $\beta_{12} = \beta_{24} = \beta_{31} = \beta_{54} = \beta_{64} = \beta$ можно значительно упростить выше приведенные выражения.

Если допустить, что $f = 0$, то соотношение усилия сжатия к усилию на деформирующем пуансоне выразится отношением тангенсов углов призм

$$\frac{P_{обр}}{P_g} = 2 \frac{\tg \alpha}{\tg \beta \tg \beta} \quad (15)$$

что является как бы передаточным отношением клиновой системы пакета.

Анализ полученных выражений показывает, что на величину усилия сжатия полуматриц оказывает существенное влияние углы клиновых призм и коэффициенты трения на контактных поверхностях клиновых пар (приложение, табл. 23).

Пакет будет работать нормально, т.е. полуматрицы при штамповке не будут раскрываться, если будет выбрано соответствующее конфигурации поковки соотношение усилия сжатия полуматриц и усилия деформирования. Это соотношение будет зависеть от отношения площади деформирования (т.е. площади деформирующего пуансона) и площади поковки в плоскости разреза.

Для инженерных расчетов можно принять, что отношение давлений, раскрывающих полуматрицы, и давлений на деформирующем пуансоне составляет 0,6 - 0,8.

Определив площадь и усилия, действующие на раскрытие полуматриц, можно по табл. 23 выбрать соответствующие углы клиновых призм, а затем определить общее усилие штамповки, необходимое для подбора кузнечно-прессового оборудования.

При проектировании необходимо также определить величины перемещений отдельных элементов пакета, необходимых для обеспечения потребного хода деформирующих пуансонов и получения определенного размера поковки в конце хода ползуна. Величина хода пуансона складывается из двух перемещений, одно из которых осуществляется за счет движения ползуна прессы через среднюю плиту-обойму (элемент 2) и клиновую ползушку (элемент 1), а второе - за счет дополнительного движения вниз обоймы (элемент 2) относительно ползуна под действием клиновой системы, когда центральная призма останавливается после сныкания верхней и нижней полуматриц.

Общий ход пуансона равен

$$L = 2(L_n + S_1), \quad (16)$$

где $l_n = h_{\text{поя}} / \operatorname{tg} \delta$ - ход пуансона за счет движения ползуна прессы, S_1 - ход пуансона за счет дополнительного движения средней плиты-обоймы.

Дополнительное перемещение пуансона составит

$$S_1 = h_{\text{поя}} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \delta} \quad (17)$$

Из выражения (18) следует, что величина дополнительного хода пуансона пропорциональна передаточному отношению клиновой системы.

Подставив в выражение (17) значение составляющих, получим, что общий ход пуансона составит

$$l = 2h_{\text{поя}} \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \delta} \quad (18)$$

После расчета необходимого хода пуансона осуществляется расчет величины перемещений каждого элемента штампа.

При наладке пакета и установке закрытой высоты прессы необходимо учитывать, что изменение общего хода пуансона зависит от углов клиновых призм по выражению

$$\frac{\Delta l}{\Delta h_{\text{поя}}} = 2 \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \delta} \quad (19)$$

При $\alpha = \beta = \delta = 45^\circ$ изменение закрытой высоты прессы на 1 мм дает уменьшение расстояния между пуансонами в 4 мм. Для удобства можно пользоваться таблицей 24 приложения.

После подбора углов и расчета необходимого хода элементов пакета осуществляется прочностной расчет основных его деталей.

4.4. Штамповый пакет с горизонтальным разъемом

матриц и деформирующими пуансонами, дви-
жущимися перпендикулярно плоскости разъема
матриц.

Конструкции пакетов (типы III, IV) разработаны с учетом обеспечения технологической схемы деформирования заготовки в закрытой полости одним или двумя пуансонами, движущимися навстречу друг другу.

Конструкция пакета позволяет изготавливать поковки без облоя в один или два перехода с предварительной осадкой заготовки, причем можно получать не только круглые поковки, но и сложной конфигурации и с отосткам. В пакете можно осуществлять и пробивку отверстий в поковках.

Пакет двустороннего деформирования (рис. 4.9) состоит из опорных плит 1 и 4, по которым горизонтально перемещаются две пары трехгранных призм 10, а призма 11, размещенная между ними, передвигается в вертикальном направлении. На эту призму установлены деформирующие пуансоны 5, которые входят в отверстия матриц 6, вмонтированных в подштанговые плиты 7. Плиты прикреплены к обоймам 2 и 3, которые соединены между собой колонками 8 и штулками 9.

Обоймы 2 и 3 могут перемещаться вертикально относительно опорных плит 1 и 4, к которым они присоединены посредством тяг 16. Обоймы имеют внутренние наклонные плоскости, которыми они соприкасаются с парой горизонтально перемещающихся призм 10. В исходное положение детали пакета приводятся с помощью упругих элементов 17, 18 и 23.

На опорных плитах 1 и 4 укреплены бойки 19 для осадки заготовок.

Система выталкивания поволоки из штампа состоит из рычагов 12 толкателей 13 и 20 и фиксирующих пальцев 21.

На трущихся поверхностях деталей пакета находятся планки износа 14 и 15.

Для ограничения хода подвижных обойм 2 и 3 и одновременной регулировки хода пуансонов между обоймами и опорными плитами 1, 4 установлены регулировочные планки 22.

Смазка деталей пакета осуществляется от системы централизованной смазки прессы.

В исходном положении нижняя и верхняя обоймы штампа отжаты

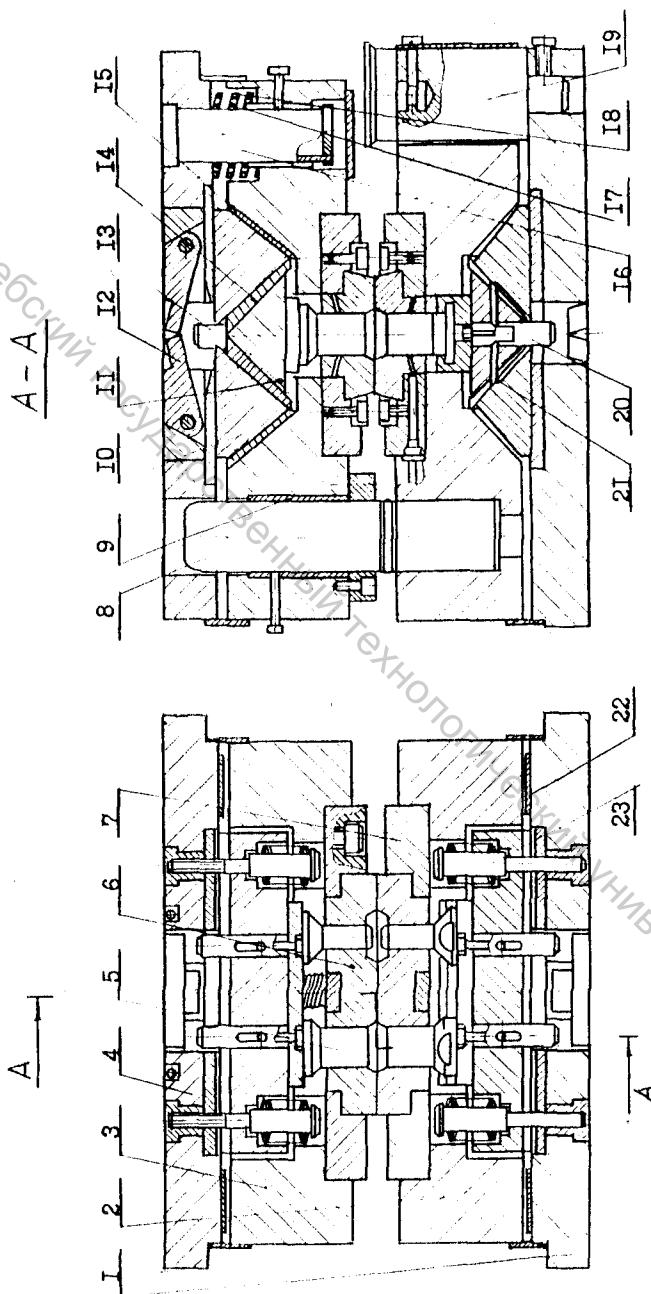


Рис. 4.9. Штамповый пакет с горизонтальным разъемом и двумя деформирующими пуансонами, движущимися перпендикулярно плоскости разреза полуштампа (тип Iy).

упругими элементами, промежуточные приемы раздвинуты в стороны, а центральные приемы прижаты к верхней и нижним плитам. Пуансоны утоплены в отверстиях, полость ручья свободна.

Осаженная заготовка укладывается в полость (гравюру) нижней матрицы 6. При движении ползуна пресса вниз сначала соприкасаются своими плоскостями штамповочные вставки (матрицы), образуя закрытый ручей штампа. Дальнейшее движение ползуна передается через опорную плиту 4 на приемы 10, которые, перемещаясь по наклонным поверхностям подвижной обоймы 3 и плите 4 навстречу друг другу, опускают вниз прием 11 с деформирующим пуансоном 5. При этом движение от верхней части пакета передается на обойму 2, которая, двигаясь вниз, через такую же систему прием перемещает второй деформирующий пуансон вверх. Происходит деформирование заготовки в ручье одновременно двумя пуансонами, движущимися навстречу один другому. По окончании рабочего хода пресса все детали пакета с помощью упругих элементов возвращаются в исходное положение и поковка выталкивается из ручья.

К конструктивным особенностям пакета относятся:

- а) возможность регулирования усилия штамповки путем выбора элемента поковки, через который заготовка деформируется в ручье;
- б) обеспечение сжатия полуматриц усилием, пропорциональным усилию на деформирующих пуансонах;
- в) компенсация некоторого избытка металла за счет упругой деформации систем пакета;
- г) автоматическое раскрытие полуматриц при большом избытке металла и предохранение пресса от перегрузки;
- д) возможность пробивки на КГШП и отказа от обрезных прессов.

Устройство и принцип работы пакета с односторонним деформированием (тип. III) аналогичны описанному (рис. 4.10).

Расчет усилий, возникающих в деталях пакета, можно произвести, рассмотрев равновесие его элементов с учетом

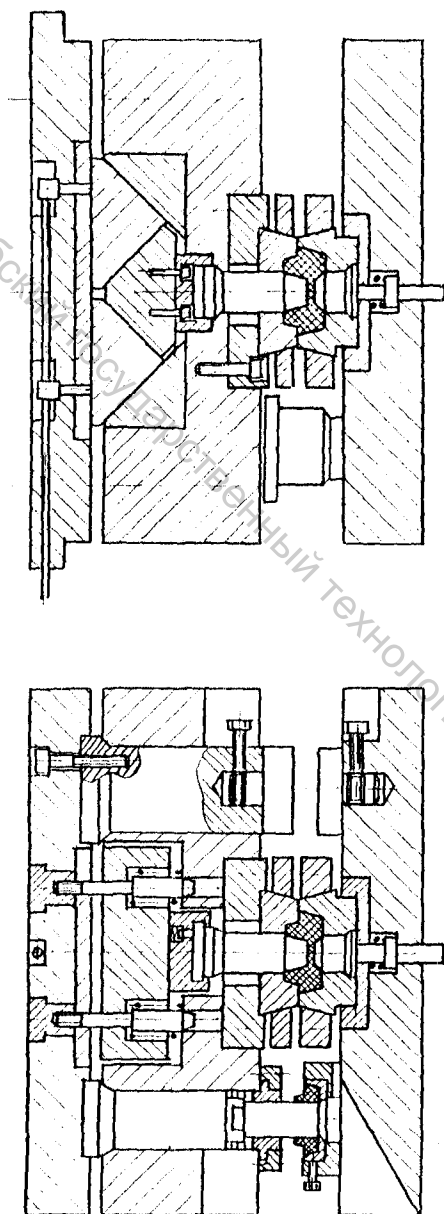


Рис. 4.10. Штамповый пакет с горизонтальным разъемом и одним деформирующим пуансоном, движущимся перпендикулярно плоскости разреза полувагон (тип III).

действующих на каждый из них сил (рис. 4.11).

Усилия, действующие на элементы пакета, определяются выражениями:

- усилие сжатия полуматриц

$$P_{сж} = P_g \frac{\cos(\alpha - 2\beta) \sin(\beta + \rho)}{\sin(\alpha - \rho) \cos(\beta + 2\rho)} ; \quad (20)$$

общее усилие штамповки

$$P_{общ} = P_g \frac{\sin(\alpha + \beta) \cos \rho}{\sin(\alpha - \rho) \cos(\beta + 2\rho)} ; \quad (21)$$

- усилие растяжения (распора) обоймы (элемент 4)

$$P_{обм} = P_g \frac{\cos \rho \cos \beta \cdot \cos(\alpha - 2\rho)}{2 \sin(\alpha - \rho) \cos(\beta + 2\rho)} ; \quad (22)$$

- усилие на контактных поверхностях центральной призмы (элемент 3)

$$P_{к.пр} = P_g \frac{\cos \rho}{2 \sin(\alpha - \rho)} ; \quad (23)$$

- усилие на контактных поверхностях обоймы (элемент 4)

$$P_{к.обм} = P_g \frac{\cos(\alpha - 2\rho) \cos \rho}{2 \sin(\alpha - \rho) \cos(\beta + 2\rho)} ; \quad (24)$$

- усилие на контактных поверхностях верхней плиты (элемент 1)

$$P_{к.пл} = \frac{P_{общ}}{2} = P_g \frac{\sin(\alpha + \beta) \cos \rho}{2 \sin(\alpha - \rho) \cos(\beta + 2\rho)} \quad (25)$$

где α, β - углы клиновых призм.

$\rho = \rho_1 = \rho_2 = \dots$ - угол трения клиновых пар, равный $\arctg f_{тр}$, причем в формулах он принят одинаковым для всех клиновых пар трения,

P_g - усилие на деформирующем пуансоне.

Выражения (23), (24), (25) используются для силового расчета клиновых призм и определения площади контактных поверхностей. Силовой расчет обоймы на разрыв осуществляется с использованием выражения (22).

Анализ выражения (20) показывает, что на отношение усилий сжатия полуматриц и на деформирующем пуансоне $P_{сж}/P_g$ оказывают влияние три фактора: углы клиновых призм α, β и коэффициент

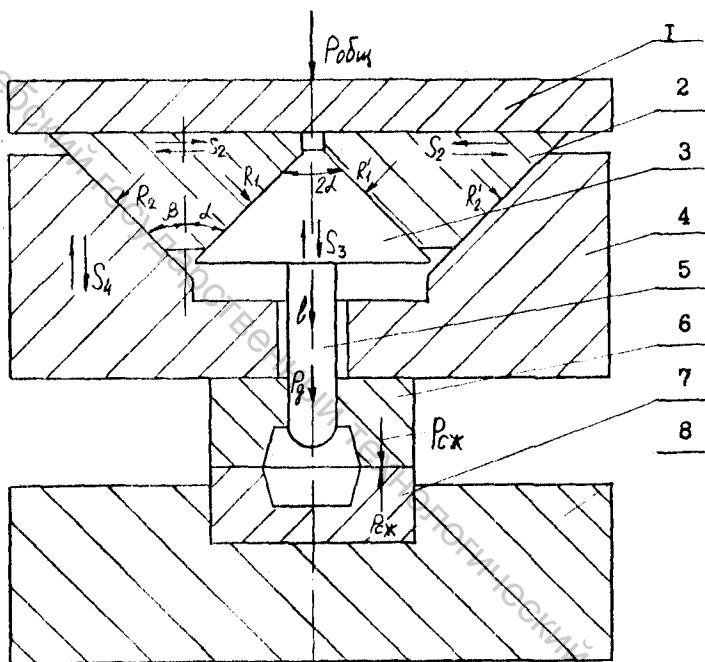


Рис. 4.II. Схема и обозначение элементов пакета (тип III, IV).

- I - Плита верхняя,
- 2 - призмы клиновые промежуточные,
- 3 - призма центральная,
- 4 - обойма,
- 5 - пуансон деформирующий,
- 6 - полуматрица верхняя,
- 7 - полуматрица нижняя,
- 8 - плита нижняя

трения $f_{тр}$ в клиновых парях. С увеличением коэффициента трения, угла α и с уменьшением угла β усилие сжатия значительно увеличивается и может превышать усилие на деформирующем пуансоне в 6 раз и более. Для практического выбора углов клиновых пар необходимо пользоваться табл. 23 приложения. Отношение усилия сжатия ($F_{сж}$) к усилию на деформирующем пуансоне (P_0) будет зависеть от соотношения площади поковки в плоскости разреза и площади давления (площади деформирующего пуансона).

Для обеспечения длительной работы клиновых пар трения необходимо подбирать соответствующие материалы, допускающие значительные давления при минимальном коэффициенте трения (обычно сталь закаленная, антифрикционный чугун или сталь - бронза).

Коэффициент трения скольжения можно определить по табл. 26 приложения.

При проектировании пакета необходимо задаться определенной величиной хода деформирующих пуансонов, которая зависит от конструктивных параметров поковки и технологических переходов. Ход деформирующих пуансонов равен наибольшей глубине наметок.

Ход деформирующего пуансона в пакете определяется ходом обоймы и углами клиновых пар

$$l = 2S_4 \cdot \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (26)$$

где S_4 - ход подвижной обоймы (элемент 4).

Из выражения (26) видно, что ход деформирующего пуансона (при $\alpha = \beta = 45^\circ$) равен двойному ходу обоймы. Величина хода обоймы и, соответственно, деформирующего пуансона зависит от разности величин, определяющих высоту пакета в свободном состоянии H_0 и закрытую высоту H_3 , т.е.

$$l_{мгн} = 2(H_0 - H_3) \cdot \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (27)$$

Изменение закрытой высоты пресса на величину Δh приводит к изменению хода деформирующих пуансонов соответственно на

$$\Delta l = \Delta h \cdot 2 \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta \quad \text{или} \quad \Delta l / \Delta h = 2 \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (28)$$

Если $\alpha = \beta = 45$, то $\frac{\Delta l}{\Delta h} = 2$, т.е. изменение закрытой высоты прессы на 1 мм приводит к изменению хода деформирующих пуансонов на 2 мм.

Это обстоятельство обязательно должно учитываться при наладке пакета. Для определения этого соотношения удобно пользоваться таблицей 27 приложения.

ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРЯЧЕЙ БЕЗОБЛОЙНОЙ ШТАМПОВКИ ПОКОВКИ.

5.1. Штамповка поковок типа угольников, тройников и крестовин.

Угольники, тройники и крестовины используются в системах пневматики и гидравлики автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин, металлорежущих станков и др. Основным требованием к такого типа деталям является обеспечение надлежащей герметичности.

На ряде заводов указанные детали изготавливаются штамповкой с облоем, величина которого составляет до 50 % массы заготовки, или методом точного литья, при котором брак по пористости достигает до 20 %, особенно при литье из стали. При этом каждую деталь необходимо проверять на герметичность, что требует значительных затрат времени и увеличивает трудоемкость изготовления.

При горячей штамповке металл уплотняется, завариваются имеющиеся в нем поры и качество изделий значительно выше, чем литых.

На Кременчугском автомобильном заводе часть деталей с точного литья была переведена на безоблойную штамповку. Это позволило резко снизить трудоемкость их изготовления и себестоимость изделий.

На Минском автомобильном заводе заготовки для этих деталей изготавливались методом горячей штамповки на молотах с облоем, достигавшим 40 % от массы исходной заготовки.

Для этих заготовок были разработаны технологические процессы бовоблошной штамповки в штампах с вертикальным (тип I) и горизонтальным (тип II) разъемом матриц.

Угольники (рис. 5.12, а) изготавливаются в штампе с вертикальным разъемом матриц. При этом отросток выдавливается перпендикулярно плоскости разъема (рис. 5.13) в ручей левой или правой полуматрицы 3, если угол между стержнем и выдавливаемым отростком составляет 90° . Если же этот угол больше или меньше 90° , то выдавливаемый отросток располагается в плоскости разъема штампа. Отверстие для отростка делается цилиндрическим без уклонов.

Нагретая в индукционном нагревателе заготовка, исходный диаметр которой на 0,5...1 мм меньше размера ручья штампа, укладывается в сомкнутые полуматрицы, образующие закрытый ручей, и деформируется пуансоном 2.

Вначале происходит частичная осадка заготовки и ее изгиб при скольжении по радиусу закругления, затем поворот сечения заготовки на угол, заданный ручьем штампа. В результате этого происходит затекание металла в отросток. Сначала торец выдавливаемого отростка имеет закругление и некоторый скос. Но потом торец выравнивается при соприкосновении с боковым выталкивателем 4, который может устанавливаться на пружины компенсаторного устройства, усилие которых зависит от диаметра отростка.

Если поковка имеет два боковых отростка (детали тройников), расположенных в одной плоскости под углом 90° к стержню (рис. 5.12, б), то они располагаются в обеих полуматрицах перпендикулярно линии разъема (рис. 5.14). При таком их расположении можно легко осуществить боковое выталкивание отштампованных поволоок из полуматриц. Если отростки расположены к

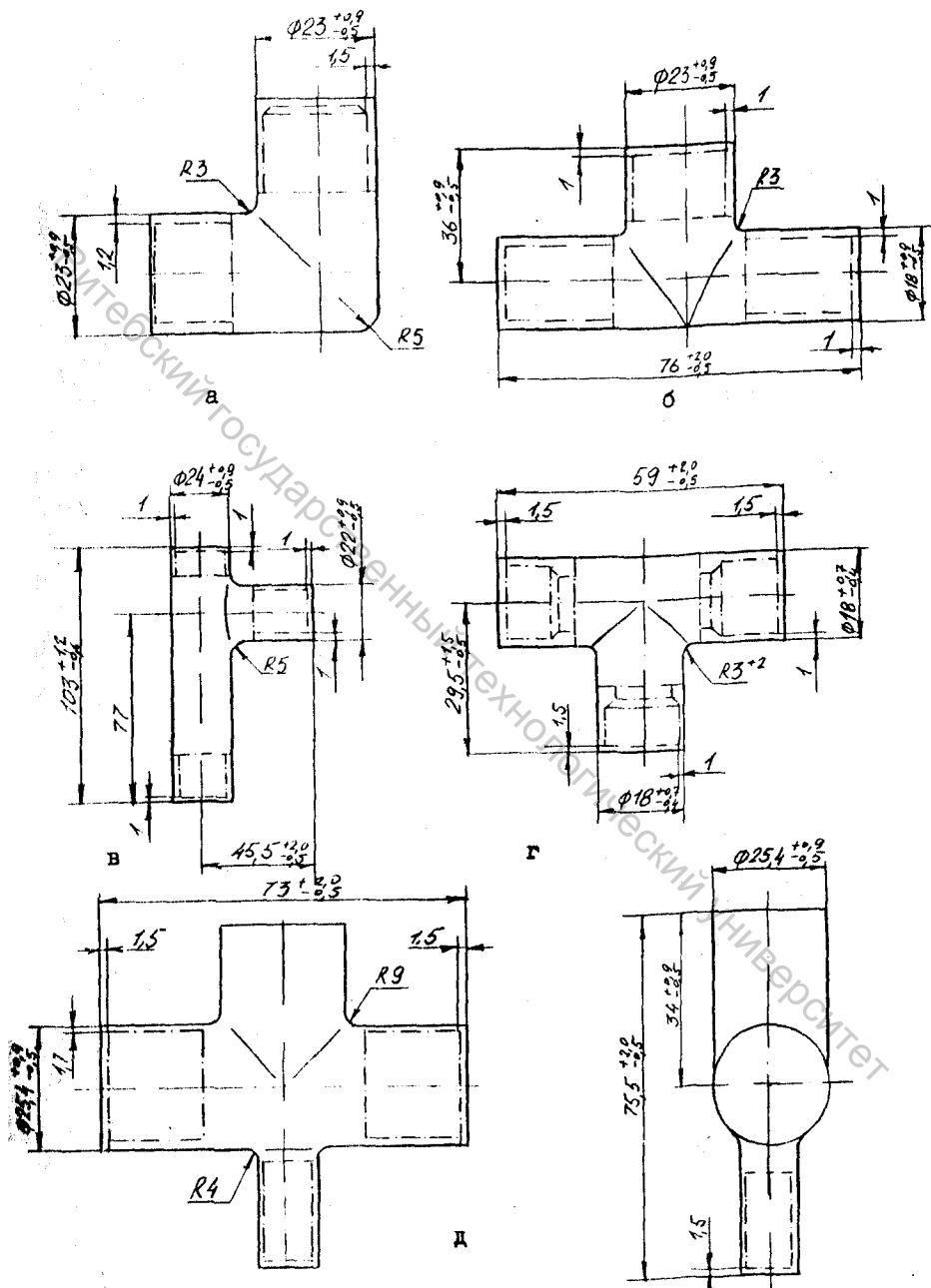


Рис. 4.12. Детали-представители угольников (а), тройников (б, в, г) и крестовин (д).

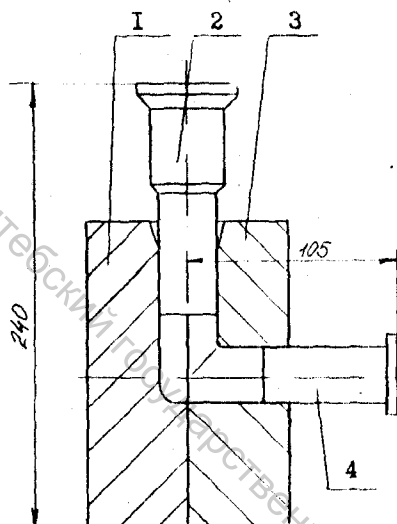
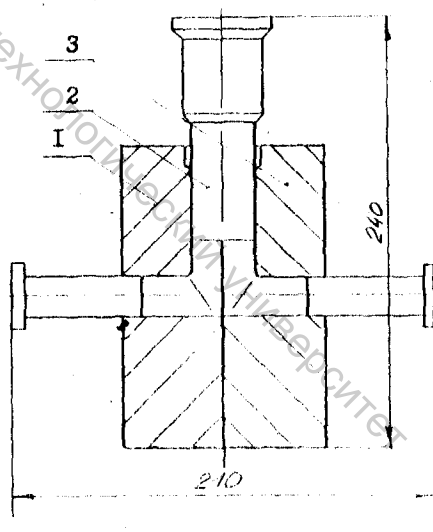


Рис. 4.13. Рабочие части штампа для изготовления поковок угольников в штампах с вертикальным разъемом матриц.

Рис. 4.14. Рабочие части штампа для изготовления поковок тройников в штампах с вертикальным разъемом матриц.



стержню под углом, отличным от 90° , или имеют на концах утолщения, необходимо их располагать в плоскости разреза.

С помощью штампов с вертикальным разъемом матриц и одним деформирующим пуансоном можно получать поковки: 1) угольников и тройников, у которых диаметр стержня, соответствующий диаметру деформирующего пуансона, больше или равен диаметру отростков; 2) тройников со смещенным от середины стержня (рис. 5.12, в) отростком; 3) корпусов форсунок дизельных двигателей с прямоугольным или другой формы отростком; 4) валиков с длинным стержнем и утолщением в любой его части и др.

Штамповка тройников (рис. 5.12, г) и повок типа крестовин (рис. 5.12, д), у которых диаметры отростков меньше диаметра стержня или равен ему, осуществляется в штампах с горизонтальным разъемом матриц (рис. 5.15) двумя деформирующими пуансонами 2. Отростки выдавливаются перпендикулярно линии разреза, при этом они могут располагаться в верхней 3 или нижней 1 полуматрицах или в обеих одновременно (рис. 5.15, б). Если отростков четыре, то два из них располагаются в плоскости разреза вертикально, а два - горизонтально. Отростки располагаются так же, как и в штампах с вертикальным разъемом матриц.

При подборе номенклатуры повок для штамповки в штампах с горизонтальным разъемом матриц и двумя горизонтальными деформирующими пуансонами необходимо учитывать следующее.

В процессе штамповки металл заготовки деформируется двумя пуансонами одновременно. Чтобы течение металла было равномерным, давления, оказываемые на каждый пуансон, должны быть равными. Это возможно при обеспечении одинаковых условий деформирования каждым пуансоном, особенно условий трения. Исходя из этого, необходимо, чтобы выдавливаемые отростки располагались посередине стержня и диаметры концов стержня были равны.

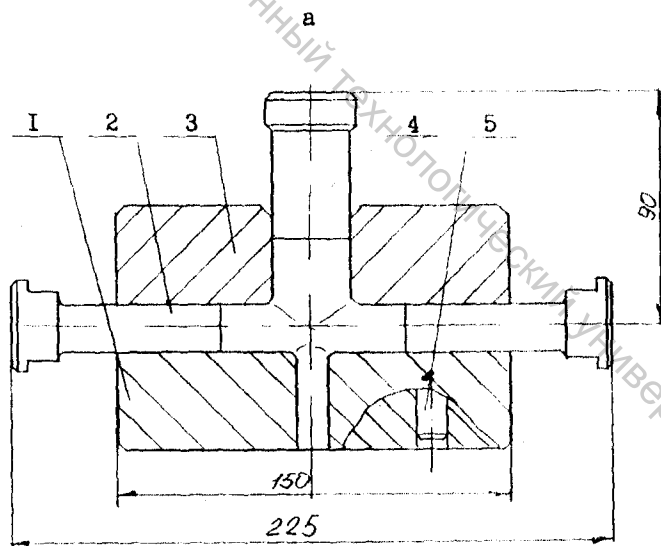
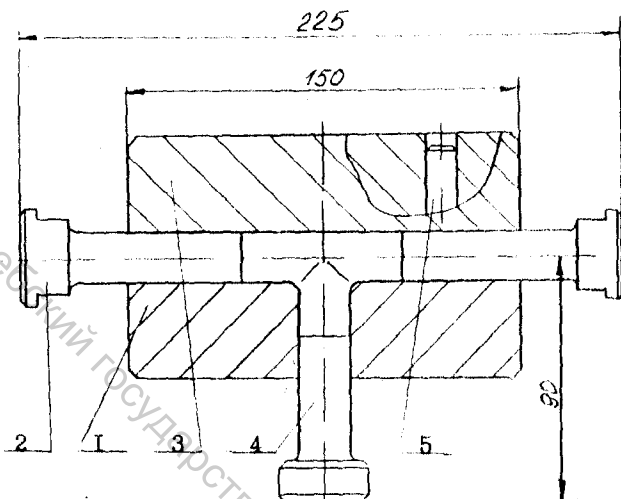


Рис. 5.15. Рабочие части штампов для изготовления поковок тройников (а) и крестовин (б) в штампах с горизонтальным разъемом матриц.

При штамповке нагретая токами высокой частоты заготовка укладывается (рис. 5.15) в нижнюю полуматрицу 1 между деформирующими пуансонами 2, находящимися в исходном положении. При ходе ползуна пресса внешняя верхняя полуматрица 3 совмещается по плоскости разреза с нижней 1 по фиксирующим штифтам 5 и образуется закрытый ручей, в котором пуансоны деформируют заготовку. После штамповки поковка извлекается из ручья штампа выталкивателем 4. Наличие фиксирующих штифтов позволяет получить минимальное смещение полуматриц относительно друг друга (до 0,3 мм в зависимости от габаритов поковки) и значительно упростить наладку штампов.

Штамповка повок в штампах с вертикальным и горизонтальным разъемом матриц осуществляется на механических прессах общего назначения или обрешных, что значительно снижает капитальные затраты, уровень шума и улучшает условия труда.

Рабочие части изготавливаются из сталей 4Х5В2ФС, 5Х3В3МФС, 4Х5МФС.

Твердость термообработанных вставок HRC = 44...52. Для повышения износостойкости поверхность гравюры штампа азотируется, толщина слоя составляет 0,15 - 0,3 мм, твердость - 850...1050 Н_V.

При использовании выше указанных марок сталей и применении поверхностного упрочнения стойкость рабочих вставок достигает 10 - 15 тыс. штук повок с гравюры.

Вставки можно изготавливать двусторонними, т.е. гравюры наносятся на переднюю и заднюю грани вставок, что увеличивает вдвое срок повок с одного комплекта.

5.2. Многопереходная бавоблойная штамповка шестерен

в штампах с горизонтальным разъемом матриц.

Шестерня регулировочного рычага автомобиля МАЗ-500 изготавливалась из цилиндрической заготовки диаметром 65 x 42 мм, нарезаемой на станках из проката обычной прочности. При этом ширина реза составляла 8 мм и в стружку уходило 0,208 кг металла

только при получении заготовки.

Деталь из этой заготовки получали обработкой резанием на шестишпиндельных полуавтоматах, при которой отходы в стружку составляли 0,592 кг. Коэффициент использования металла был равен 0,38. Разработан и внедрен на Минском автомобильном заводе технологический процесс безоблойной штамповки этой детали на прессе усилием 4000 кН.

Заготовки диаметром 40 мм и длиной 78 мм (рис. 5.16,а) рубятся на кривошипном прессе во втулочном штампе из калиброванного металла с допуском по длине ± 1 мм. Затем заготовки нагреваются в индукционном нагревателе и штампуются на кривошипном прессе в штампе с горизонтальным разъемом матриц за три перехода. В первом переходе осуществляется предварительная формовка (рис. 5.16,б), во втором - окончательная штамповка с наметкой отверстий (рис. 5.16,в), а в третьем - пробивка отверстия (рис. 5.16,г).

Поковка спроектирована с минимальными припусками на механическую обработку, а в некоторых местах (фаски диаметром 48 мм и углубления диаметром 40 мм) контур детали оформляется без дальнейшей механической обработки (рис. 5.16,д). Это позволяет значительно сократить расход металла (0,538 кг на одну деталь) и довести коэффициент его использования до 0,64.

Для осуществления процесса безоблойной штамповки был спроектирован специальный трехпереходной клиновой пакет с горизонтальным разъемом матриц и горизонтально перемещающимися навстречу друг другу деформирующими пуансонами.

В отличие от вышеописанного (рис. 4.6) в пакете, используемом для штамповки шестерни, предусмотрено жесткое возвращение ползушек в исходное положение с помощью клиновых планок, прикрепленных к верхней плите. Клиновые скосы планок при возврате ползушек принудительно раздвигают ползушки в стороны, извлекают пуансоны из поковки. Дальнейшее перемещение ползушек до заднего упора

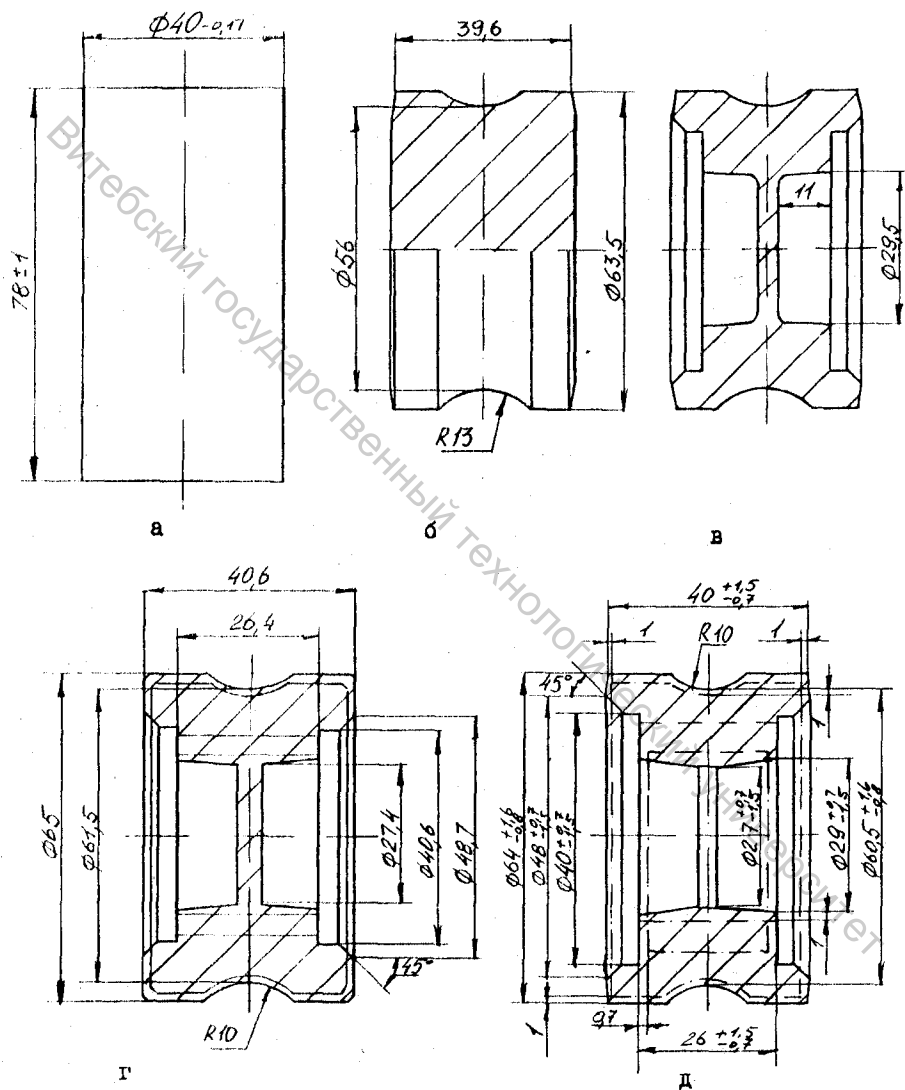


Рис. 5.16. Переходы штамповки и чертеж поковки шестерни
 а - заготовка, б - I-й переход, в - II-й переход,
 г - III-й переход, д - чертеж поковки.

осуществляется пружинами.

Рабочие части (рис. 5.17) состоят из верхнего и нижнего блоков полуматриц 1 из стали 40 или 45 со вставками из стали 5ХЗВЗМФС (ДИ23) и деформирующих пуансонов из этой же стали. Вставки и пуансоны авоитируют.

В первом переходе осуществляется предварительная формовка плоскими пуансонами 6. Размеры ручья принимают такими, чтобы отформованную заготовку можно было легко уложить в ручей для окончательной штамповки. В этом ручье полностью оформляется поковка с наметками пуансонами 4. После штамповки в ручье третьего перехода осуществляется пробивка отверстия пуансоном 2. Пуансон 3 перемещает поковку шестерни навстречу пробивному пуансону.

В нижнем блоке полуматриц в третьем ручье выполнено отверстие, в которое выпадает высечка, удаляемая через канал в нижней плите штампа струей сжатого воздуха.

Блоки полуматриц фиксируются в штампе установочными штифтами, предотвращающими смещение в процессе штамповки. Между собой блоки соединены двумя штифтами - ловителями 5.

Установка блоков полуматриц и наладка могут быть осуществлены в течение 30 минут.

На базе этой технологии и конструкции штампа на Минском и Кременчугском автозаводах созданы участки безоблойной штамповки шестерен.

5.3. Закрытая штамповка поковок типа шестерен.

К этому типу относятся поковки, круглые в плане: шестерни, цилиндрические и конические, фланцы, крестовины дифференциала, кольца и подобные им детали (рис. 5.18). Штамповка этих поковок осуществляется в пакетах III и IV типов.

При разработке чертежа поковки припуски и допуски назначаются с учетом ряда факторов:

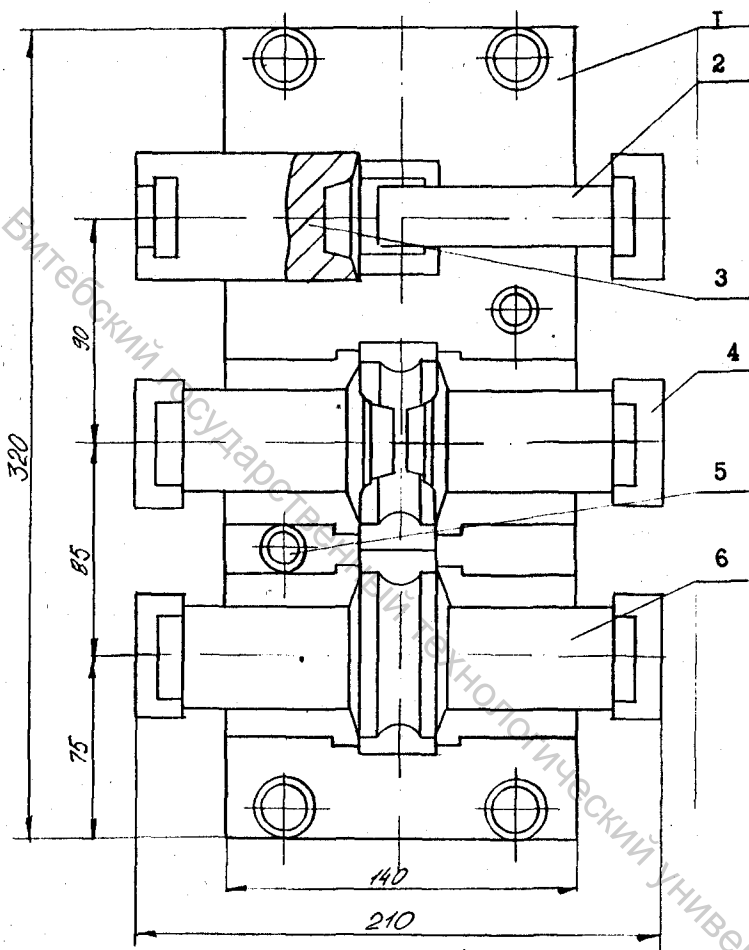


Рис. 5.17. Рабочие части штампа: 1 - блок полуматриц,
 2 - пуансон пробивной, 3 - пуансон толкающий,
 4 - пуансон деформирующий окончательного перехода,
 5 - фиксатор, 6 - пуансон деформирующий предварительного
 перехода.

1) плюсовой или минусовой допуски на линейные размеры, формируемые пуансонами, в зависимости от конфигурации поковки, ее массы и возможного колебания массы заготовки могут быть несколько увеличены;

2) в связи с тем, что при данном технологическом процессе производится операция осадки, то в случае применения газового нагрева на торцах заготовки остается пятно окалины, и припуск на поковке в местах попадания окалины увеличивается;

3) минусовой допуск, рассчитываемый из условия колебания массы заготовки по установленным допускам на резку, несколько увеличивается на диаметры отверстий, образующихся деформирующими пуансонами.

Размеры заготовки выбираются в соответствии с правилом осадки, предусматривающим, чтобы отношение h/D было не более 2,5 - 2,7. Компенсация избытка объема заготовки осуществляется за счет схемы пакета, и перегрузок пресса не происходит, так как при значительном избытке объема заготовки (свыше 5 %) схема пакета обеспечивает автоматический разъем полуматриц и вытекание излишнего металла в заусенец. При небольшом избытке металла (до 5 %) происходит увеличение поковки по высоте в пределах, установленных ГОСТом допусков. Диаметр заготовки меньше диаметра поковки в 3 - 4 раза, и поэтому изменение длины заготовки на 1 - 2 мм приводит к очень незначительному отклонению высоты поковки.

Площадь давления или площадь деформирующих пуансонов выбирается, исходя из конструктивных особенностей поковок, условия обеспечения достаточного усилия сжатия полуматриц, количества металла, вытесняемого пуансонами и необходимого для заполнения ручья штампа. Чем больше площадь деформирующего пуансона, тем надежнее сжатие полуматриц.

Если площадь давления больше площади поковки, размещенной в

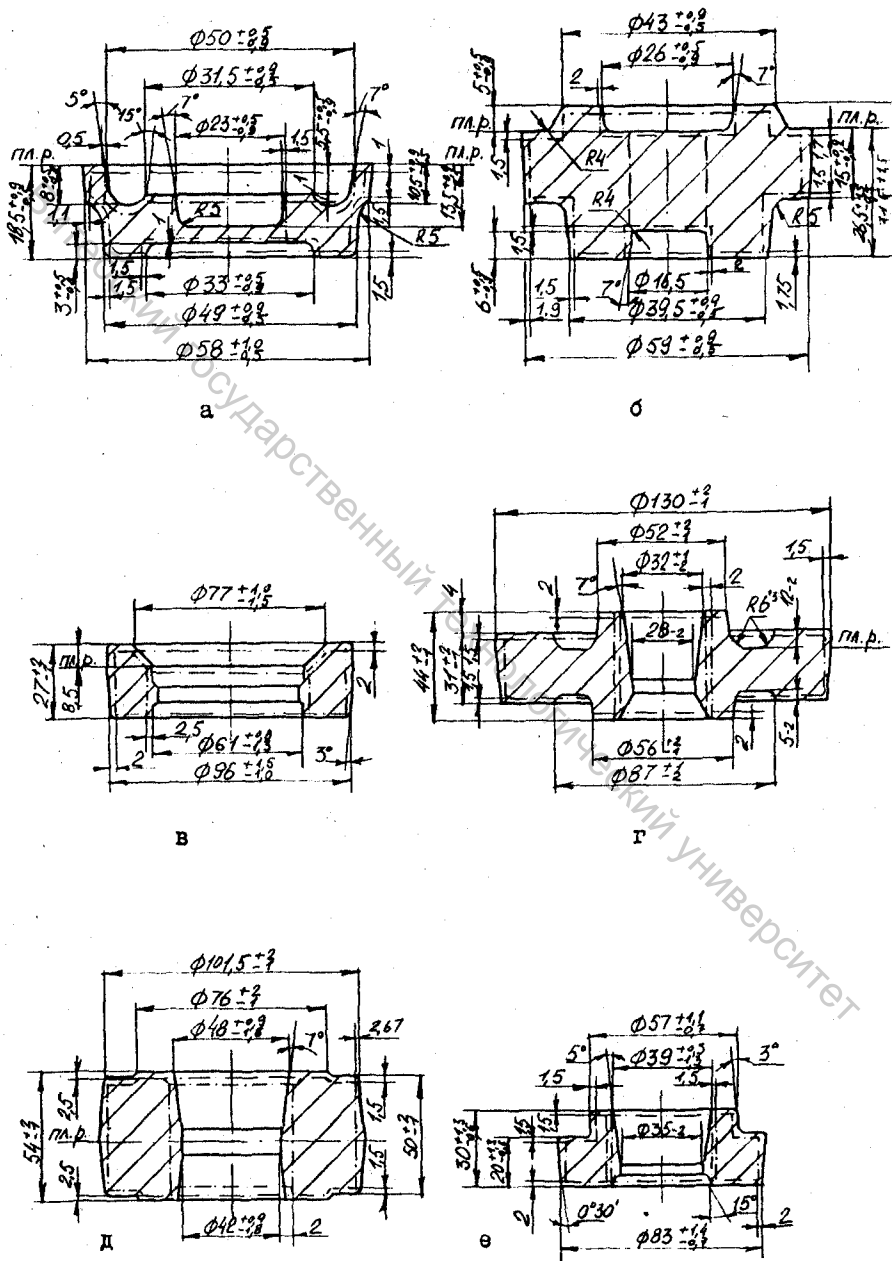


Рис. 5.18. Чертежи типовых шпонок шестерен.

матрице, избыточный металл поступает в перемычку под пробивку. Высота поковки при этом изменяется незначительно.

В случае, когда площадь давлений меньше площади поковки, размещенной в матрице, избыточный объем заготовки вызывает увеличение высоты поковки. Влияние избыточного объема заготовки должно учитываться при разработке чертежа поковки, а также при проектировании штамповочного пакета. Это необходимо для выравнивания давлений, действующих на пуансон и матрицу в момент штамповки. Тогда все детали штампа будут работать в одинаковых условиях и стабильность процесса штамповки возрастает.

В каждом конкретном случае выбирается оптимальное передаточное отношение клиновой системы пакета.

Рассмотрим на примерах, как выбирается площадь давления. На поковке (рис. 5.18, а) диаметр деформирующего пуансона выбирается по размеру впадины диаметром 50 мм. При этом объем вытесняемого из полости металла достаточен для заполнения гравюры штампа. Штамповка осуществляется одним деформирующим пуансоном в пакете III типа. Осадка заготовки происходит на осадочных бойках до диаметра, позволяющего точно зафиксировать ее в ручье нижней полуматрицы по диаметру 68 мм (вся поковка располагается в нижней полуматрице).

Для поковки, показанной на рис. 5.18, б, величины наметок недостаточно для полного заполнения ручья штампа. Поэтому деформирование осуществляется по диаметру 43 мм. Осадка осуществляется до диаметра 40 мм, чтобы заготовку можно было зафиксировать по ступице поковки в ручье нижней полуматрицы по диаметру 39,5 мм и верхняя часть ее вошла в полость верхней полуматрицы диаметром 43 мм при закрытии штампа. Деформирующий пуансон диаметром 43 мм вытесняет при штамповке металл из полости верхней полуматрицы. В обоих случаях при односторонней штамповке плоскость разреза полуматриц выбрана по верхнему торцу венца, что

улучшает центрирование заготовки и заполнение ручья штампа.

Штамповочные уклоны назначаются в зависимости от конструктивных особенностей деталей, плоскости разреза полуматриц, наличия выталкивателя в штампе. В связи с тем, что штамповочные уклоны увеличивают припуск на поковках, их стараются сделать минимальными. Внешние уклоны задаются в пределах от 0,30 до 5°, а внутренние - от 3 до 7°.

Плоскость разреза необходимо по возможности предусматривать в том месте поковки, которое выполняется металлом в последний момент штамповки: на поковках с отношением высоты венца к диаметру (h/D) менее 0,3 плоскость разреза выбирается по верхнему торцу поковки (рис. 5.18, а, б) или смещается вниз на 7 - 10 мм от верхнего торца (рис. 5.18, в, г); при отношении h/D более 0,3 плоскость разреза может проходить посередине высоты венца или несколько смещается к верхнему торцу (рис. 5.18, д).

Перевод изготовления поковки на безоблойную штамповку, как правило, не приводит к увеличению технологических переходов, а иногда даже сокращает их.

Высокие поковки, имеющие глубокие наметки, необходимо штамповать в двусторонних пакетах с двумя деформирующими пуансонами (тип IV).

Технологический процесс штамповки заключается в следующем. Нагретые заготовки осаживаются на осадочных бойках I (рис. 5.19), а затем укладываются в ручей нижней полуматрицы 4 и центрируются в нем. При ходе ползуна пресса вниз верхняя полуматрица 3 совмещается с нижней 4 и образует закрытый ручей, после чего деформирующие пуансоны 2, внедряясь в осаженную заготовку, оформляют поковку.

При двусторонней штамповке повок точно зафиксированное расположение пробиваемой перемычки необязательно и ограничивать ход деформирующего пуансона нет необходимости. Поэтому между

вставками 3, 4 и пуансоном 2 дается значительный зазор с учетом хода пуансона для выталкивания поковки из ручья матрицы.

Если же задаются определенные допуски на размеры и расположение элементов поковки, которые оформляются деформирующими пуансонами, нужно предусматривать ограничение хода одного из деформирующих пуансонов 6 (рис. 5.20).

В этом случае поковки извлекаются из ручья выталкивающими пуансонами 3, 5, расположенными внутри деформирующих пуансонов 2, 6.

Технологический процесс горячей штамповки состоит из двух операций: собственно штамповки и пробивки отверстия. Обычно пробивка отверстия осуществляется на обрезном прессе. При безоблойной штамповке нет операции обрезки облоя, а пробивку отверстия можно производить непосредственно на штамповочном оборудовании, для чего в пакете для штамповки предусматривается соответствующий ручей. Это позволяет высвободить обрезной пресс и снизить трудоемкость изготовления поковок. Такой процесс осуществляется на Токмакском кузнечно-штамповочном заводе, где четыре наименования шестерен, подобных показанной на рис. 5.18, е, штампуются на кривошипном прессе усилием 250 тс (2500 кН) с одновременной пробивкой отверстия.

Сателлит дифференциала автомобиля МАЗ-500 штамповался на кривошипных горячештамповочных прессах усилием (6300 - 10000 кН). При этом технологический процесс состоял из газового нагрева заготовок, осадки их, окончательной штамповки поковок с небольшой наметкой (рис. 5.21, а) и обрезки облоя. Отверстие сверлилось в механическом цехе с большими затратами труда и инструмента.

Разработанный процесс безоблойной штамповки позволил получить поковку сателлита с пробитым отверстием (рис. 5.21, б) и резко снизить трудоемкость механической обработки, а также расход металлопроката.

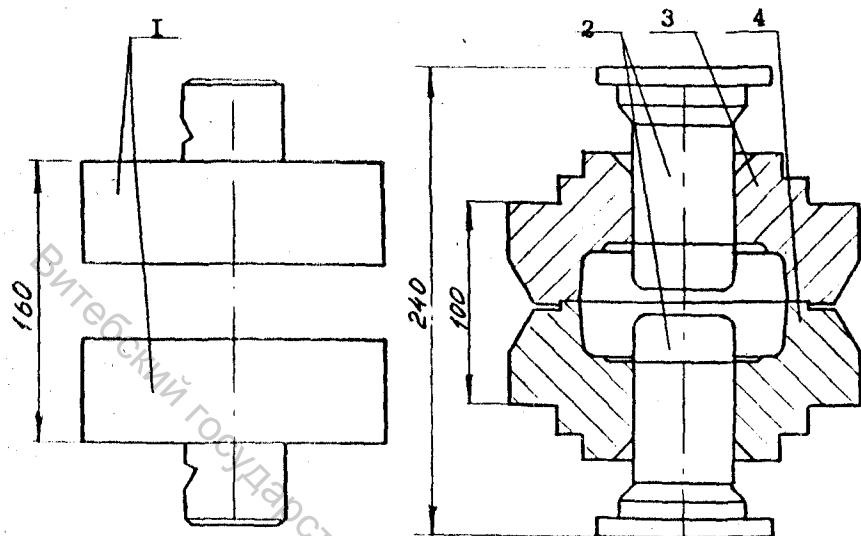


Рис. 5.19. Рабочие части штампов для безоблойной двусторонней штамповки поковки дифференциала.

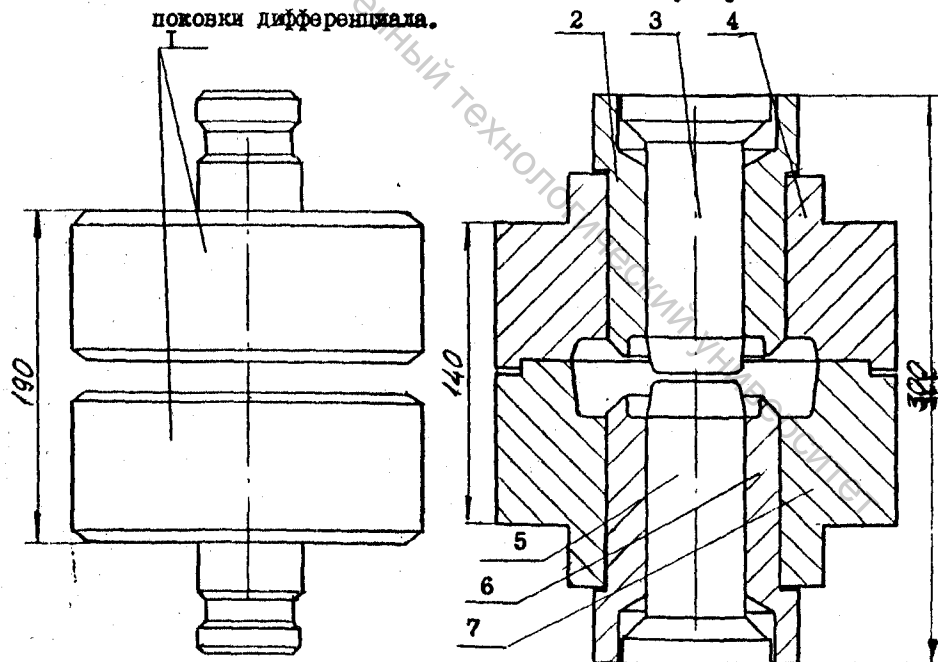


Рис. 5.20. Рабочие части штампов для двусторонней безоблойной штамповки шестерни коробки передач.

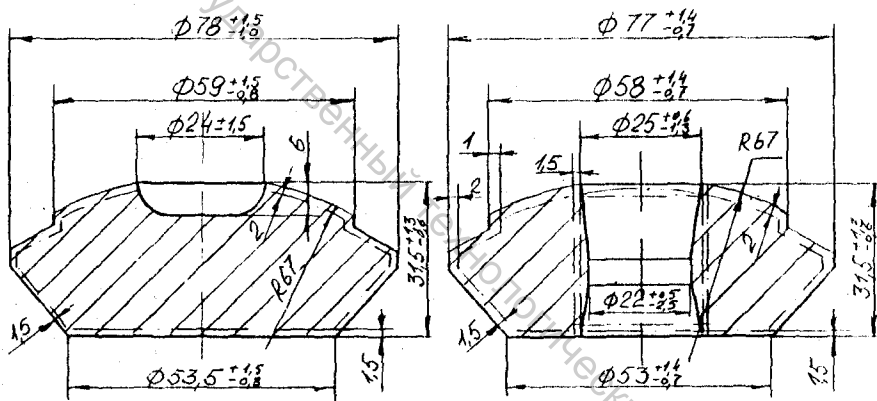
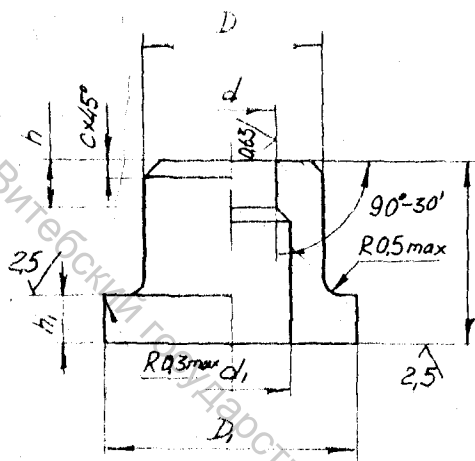


Рис. 5.21. Чертежи поковок сателлита дифференциала автомобиля

а - чертеж поковки, получаемой обычным методом,

б - чертеж поковки, получаемой безоблойной штамповкой.

ПРИЛОЖЕНИЕ.



R40/(✓)

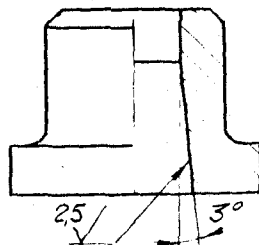


Таблица I.

Исполнение 1		Исполнение 2		α	d	H	D	D1	h	h1
Обозначение	Примечание	Обозначение	Примечание	Пред. откл. по НВ; НТ; НГ	по		Пред. откл. по ДБ			
III10 - I656		III10 - I657		св 3	до 3,5	4	I2	I2	16	4
III10 - I665		- I666		св 3,5	до 4	4,5			4	4
III10 - I678		- I679		св 4	до 4,5	5	20	I4	18	5
- I683		- I684		св 4,5	до 5	5,5	I2		4	6
- I692		- I693		св 5	до 6	6,5	I6	20		
- I703		- I704		св 6	до 7	7,5			5	4
- I714		- I715		св 7	до 8	8,5	I6	18	22	
- I725		- I726		св 8	до 9	9,5				
- I734		- I735		св 10	до 11	11,5	I6	20	24	8
- I747		- I748		св 11	до 12	12,5	I6		5	4

R₂40/(✓)

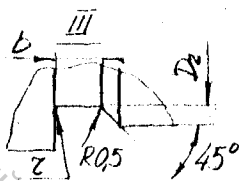
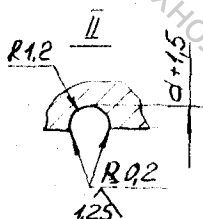
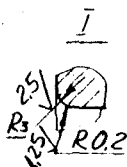
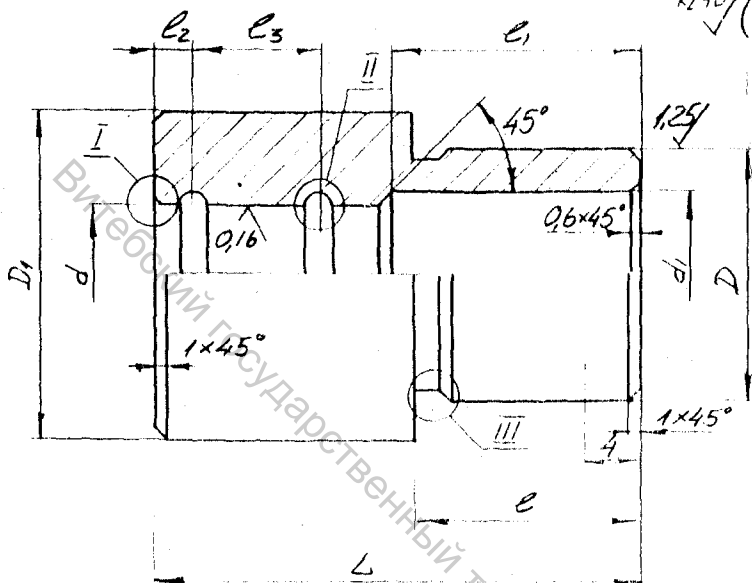


Таблица 2.

Обозначение	ПРИМЕНЯ- ЕМОСТЬ В ПОСЛЕД. ПОСЛЕД. ПОСЛЕД.	d по ГОСТ	d ₁	D по ГОСТ	D ₁	D ₂	L	l	l ₁	l ₂	l ₃
IO32 - II7I		12	13	20	24	19,5	45	16	18	8	10
- II74		16	17	26	30	25,5	56	18	20		16
- II77		18	19	28	32	27,5	60	20	22		
- II85		22	23	34	38	33,5	71	25	27		20
- II89		25	26	38	42	37,5	80	28	30		32
- II93		28	29	42	45	41,5	90	32	34	10	36
- II97		32	33	45	50	44,5	100	36	38		
- I20I		36	37	50	56	49,5	110	40	42		45
- I62I		40	41	56	60	55	120	46	47	16	40

063/(✓)

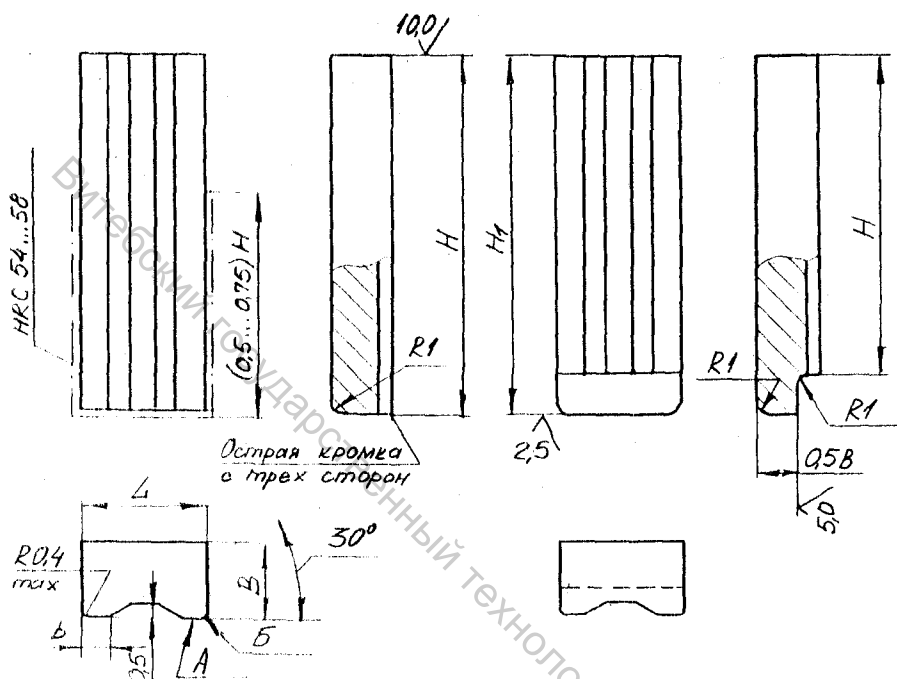
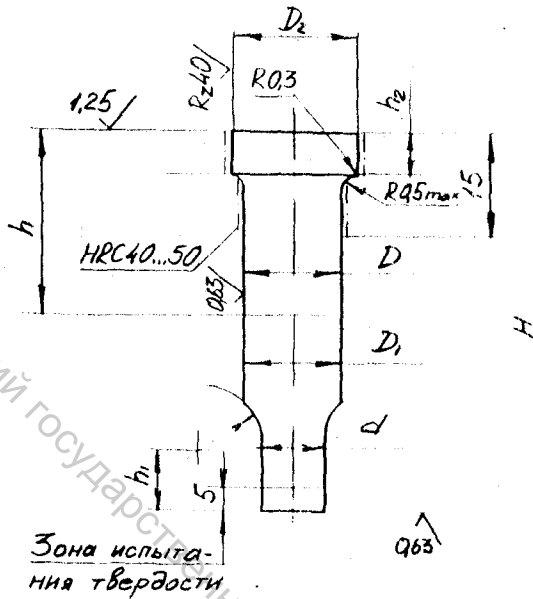


Таблица 3.

Исполнение 1		Исполнение 2		L	B	H	H ₁	B
Обозначение	При- мен.	Обозначение	При- мен.	пред. откл. h6	пред. откл. h6			
II4I - I30I		II40 - I302		от 8 до 12	6	33	4I	2,5
II40 - I3I6		II40 - I3I7		св 12 до 24	8	33	4I	3,2
II40 - I336		II40 - I337		св 24 до 36	10	4I	49	4
II40 - I356		II40 - I357		св 36 до 50	12	46	54	4
II40 - I376		II40 - I377		св 50 до 100	14	5I	59	5



2,5 ✓ (✓)

Таблица 4.

Обозначение заготовки пунсона	Применя- емость	d Пред. откл. по $h5, h6, h8$	H	D Пред. откл. по $h6$	D_1 Пред. откл. по $h12$	D_2	h	R_1	R_2 $+0,1$
II4I - 2036		св3	32	5	—	8	—	8	4
II4I - 2046		до 3,5	75	—	5	—	28	14	6
II4I - 205I		св3,5 до 4	32	5	—	—	—	8	4
II4I - 2065		св4 до 4,5	32	—	—	—	—	—	—
II4I - 2079		св4,5 до 5	32	6,3	—	10	—	—	—
II4I - 2084		—	50	—	—	—	—	12	6
II4I - 2094		св5 до 6	32	—	—	—	—	—	—
II4I - 2III		св6 до 7	32	8	—	12	—	10	4

R₂ 40/(✓)

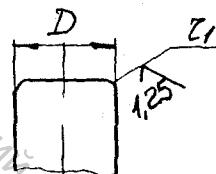
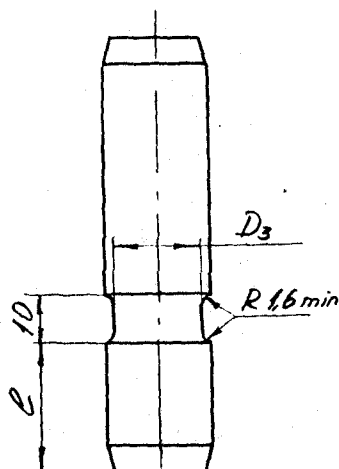
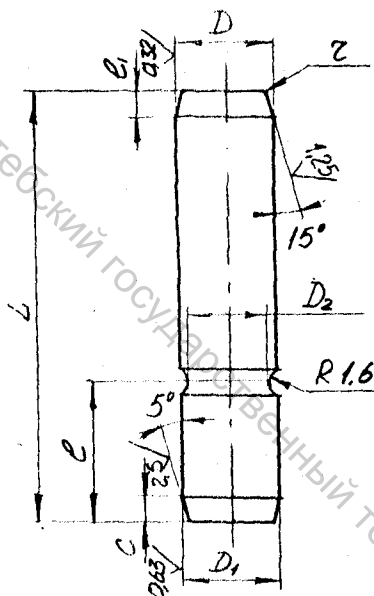


ТАБЛИЦА 5.

Обозначение конопок		Применяемость		D		D1		D2	D3	L	l	e	z	z1
Исполнение 1	Исполнение 2	Исп. 1	Исп. 2	Д. пред. откл. h5, g6	Д. пред. откл. h6, g6	Исп. 1 пред. откл. h5, g6	Исп. 2 пред. откл. h6, g6							
1030-5001	1030-5002			12	12	8,8	11,4	50	20	5	2	3		
-5014	-5015			14	14	10,8	13,4	80	25	5	2	3		
-5043	-5044			16	16	12,8	15,4	80	25	5	2	3		
-5072	-5073			18	18	14,8	17,4	90	25	5	2	3		
-5087	-5088			18	18	14,8	17,4	130	36	5	2	5		

ПРИЛОЖЕНИЕ.

Коэффициент (Кр) для определения ориентировочной
расчетной массы поковки.

Таблица 6.

Группа	Характеристика детали	Типовые представители	Кр
1	Удлиненной формы		
1.1.	С прямой осью	Валы, оси, цапфы, шатуны	1,3 - 1,6
1.2.	С изогнутой осью	Рычаги, сошки рулевого управления	1,1 - 1,4
2	Круглые и многогранные в плане		
2.1.	Круглые	Шестерни, ступицы, фланцы	1,5 - 1,8
2.2.	Квадратные, прямоугольные, многогранные	Фланцы, ступицы, гайки	1,3 - 1,7
2.3.	С отрезками	Крестовины, вилки	1,4 - 1,6
3	Комбинированной (сочетающей элементы групп 1 и 2-й) конфигурации	Кулаки поворотные, колесчатые валы	1,3 - 1,8
4	С большим объемом не обрабатываемых поверхностей	Валки передних осей, рычаги переключения коробок передач, буксирные крюки	1,1 - 1,3
5	С отверстиями, углублениями, поднутрениями, не оформляемыми в поковке при штамповке	Полые валы, фланцы, блоки шестерен	1,8 - 2,2

Выбор класса точности поковок

Таблица 7

Основное деформирующее оборудование, технологические процессы	Класс точности				
	T1	T2	T3	T4	T5
Кривошипные горячештамповочные прессы					
открытая (обойная) штамповка	+			+	
закрытая штамповка		+	+	+	
выдавливание			+	+	
Горизонтально-ковочные машины				+	+
Прессы винтовые, гидравлические				+	+
Горячештамповочные автоматы		+	+		
Штамповочные молоты				+	+
Калибровка объемная (горячая и холодная)	+	+			
Прецизионная штамповка	+				

ПРИЛОЖЕНИЕ.

Продолжение таблицы 8.

мм

Ис-ход-ный ин-декс	Толщина детали															
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки				63-100				100-160				160-250			
	до 25	25-40	40-63	63-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	100-160	160-250
	до 40	40-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	100-160	160-250	250-400	400-630
	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 1,6	100 1,25 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 2,3 2,5	2,2 2,7 3,0	2,4 3,0 3,5	2,6 3,2 3,8	2,8 3,5 4,1	3,0 3,8 4,7	3,2 4,0 5,1	3,5 4,3 5,6	3,8 4,7 6,2	4,1 5,1 6,8	4,7 6,2 8,1
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 2,3 2,5	2,2 2,7 3,0	2,4 3,0 3,5	2,6 3,2 3,8	2,8 3,5 4,1	3,0 3,8 4,7	3,2 4,0 5,1	3,5 4,3 5,6	3,8 4,7 6,2	4,1 5,1 6,8	4,7 6,2 8,1	5,1 6,8 10,0
14	1,5 1,8 2,0	1,7 2,0 2,2	1,9 2,3 2,5	2,0 2,3 2,5	2,2 2,7 3,0	2,4 3,0 3,5	2,6 3,2 3,8	2,8 3,5 4,1	3,0 3,8 4,7	3,2 4,0 5,1	3,5 4,3 5,6	3,8 4,7 6,2	4,1 5,1 6,8	4,7 6,2 8,1	5,1 6,8 10,0	6,2 8,1 12,5
15	1,7 2,0 2,2	1,9 2,3 2,5	2,0 2,3 2,5	2,2 2,7 3,0	2,4 3,0 3,5	2,6 3,2 3,8	2,8 3,5 4,1	3,0 3,8 4,7	3,2 4,0 5,1	3,5 4,3 5,6	3,8 4,7 6,2	4,1 5,1 6,8	4,7 6,2 8,1	5,1 6,8 10,0	6,2 8,1 12,5	7,5 10,0 15,0
16	1,9 2,3 2,5	2,0 2,3 2,5	2,2 2,7 3,0	2,4 3,0 3,5	2,6 3,2 3,8	2,8 3,5 4,1	3,0 3,8 4,7	3,2 4,0 5,1	3,5 4,3 5,6	3,8 4,7 6,2	4,1 5,1 6,8	4,7 6,2 8,1	5,1 6,8 10,0	6,2 8,1 12,5	7,5 10,0 15,0	10,0 15,0 20,0
17	2,0 2,5 2,7	2,2 2,7 3,0	2,4 3,0 3,5	2,6 3,2 3,8	2,8 3,5 4,1	3,0 3,8 4,7	3,2 4,0 5,1	3,5 4,3 5,6	3,8 4,7 6,2	4,1 5,1 6,8	4,7 6,2 8,1	5,1 6,8 10,0	6,2 8,1 12,5	7,5 10,0 15,0	10,0 15,0 20,0	15,0 20,0 25,0
18	2,2 2,7 3,0	2,4 3,0 3,5	2,6 3,2 3,8	2,8 3,5 4,1	3,0 3,8 4,7	3,2 4,0 5,1	3,5 4,3 5,6	3,8 4,7 6,2	4,1 5,1 6,8	4,7 6,2 8,1	5,1 6,8 10,0	6,2 8,1 12,5	7,5 10,0 15,0	10,0 15,0 20,0	15,0 20,0 25,0	20,0 25,0 30,0
19	2,4 3,0 3,5	2,6 3,2 3,8	2,8 3,5 4,1	3,0 3,8 4,7	3,2 4,0 5,1	3,5 4,3 5,6	3,8 4,7 6,2	4,1 5,1 6,8	4,7 6,2 8,1	5,1 6,8 10,0	6,2 8,1 12,5	7,5 10,0 15,0	10,0 15,0 20,0	15,0 20,0 25,0	20,0 25,0 30,0	25,0 30,0 35,0
20	2,6 3,2 3,5	2,8 3,5 4,1	3,0 3,8 4,7	3,2 4,0 5,1	3,5 4,3 5,6	3,8 4,7 6,2	4,1 5,1 6,8	4,7 6,2 8,1	5,1 6,8 10,0	6,2 8,1 12,5	7,5 10,0 15,0	10,0 15,0 20,0	15,0 20,0 25,0	20,0 25,0 30,0	25,0 30,0 35,0	30,0 35,0 40,0
21	2,8 3,5 3,8	3,0 3,8 4,1	3,2 4,0 5,1	3,5 4,3 5,6	3,8 4,7 6,2	4,1 5,1 6,8	4,7 6,2 8,1	5,1 6,8 10,0	6,2 8,1 12,5	7,5 10,0 15,0	10,0 15,0 20,0	15,0 20,0 25,0	20,0 25,0 30,0	25,0 30,0 35,0	30,0 35,0 40,0	35,0 40,0 45,0
22	3,0 3,8 4,1	3,2 4,0 5,1	3,5 4,3 5,6	3,8 4,7 6,2	4,1 5,1 6,8	4,7 6,2 8,1	5,1 6,8 10,0	6,2 8,1 12,5	7,5 10,0 15,0	10,0 15,0 20,0	15,0 20,0 25,0	20,0 25,0 30,0	25,0 30,0 35,0	30,0 35,0 40,0	35,0 40,0 45,0	40,0 45,0 50,0
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	6,2 8,1 10,0	7,5 10,0 12,5	8,1 12,5 15,0	10,0 15,0 20,0	12,5 17,5 22,5	15,0 20,0 25,0	17,5 22,5 27,5	20,0 25,0 30,0	22,5 27,5 32,5	25,0 30,0 35,0

ПРИЛОЖЕНИЕ.

Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров поковок

Таблица 9.

мм

Ис-ход-ный ин-декс	Наибольшая толщина поковки																	
	до 40		40-63		63-100		100-160		160-250		250-400		400-630		630-1000		1000-1600	
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки																	
1	0,3 -0,1	+0,2 0,4	+0,3 -0,1	0,5 0,1	+0,3 -0,2	0,6 0,2	+0,4 -0,2	0,7 0,3	+0,5 -0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	0,4 -0,1	+0,3 0,5	+0,3 -0,2	0,5 0,2	+0,4 -0,2	0,7 0,3	+0,5 -0,2	0,8 0,4	+0,5 -0,3	0,9 0,5	+0,6 -0,3	-	-	-	-	-	-	
3	0,5 -0,2	+0,3 0,6	+0,4 -0,2	0,7 0,2	+0,5 -0,2	0,8 0,4	+0,6 -0,3	0,9 0,5	+0,7 -0,3	1,0 0,6	+0,8 -0,4	1,2 0,8	+0,9 -0,5	-	-	-	-	
4	0,6 -0,2	+0,4 0,7	+0,5 -0,2	0,8 0,3	+0,6 -0,3	0,9 0,5	+0,7 -0,4	1,0 0,6	+0,8 -0,5	1,2 0,8	+0,9 -0,6	1,4 0,9	+0,9 -0,5	-	-	-	-	
5	0,7 -0,2	+0,5 0,8	+0,6 -0,3	0,9 0,4	+0,7 -0,4	1,0 0,6	+0,8 -0,5	1,2 0,7	+0,9 -0,6	1,4 0,9	+0,9 -0,5	1,6 1,1	+0,9 -0,5	2,0 1,3	+1,3 -0,7	2,0 1,3	+1,3 -0,7	
6	0,8 -0,3	+0,5 0,9	+0,6 -0,3	1,0 0,5	+0,7 -0,4	1,2 0,8	+0,8 -0,5	1,4 0,9	+0,9 -0,6	1,6 1,1	+0,9 -0,5	2,0 1,4	+0,9 -0,5	2,2 1,3	+1,3 -0,7	2,2 1,3	+1,3 -0,7	
7	0,9 -0,3	+0,6 1,0	+0,7 -0,3	1,2 0,7	+0,8 -0,5	1,4 0,9	+0,9 -0,6	1,6 1,1	+0,9 -0,5	2,0 1,4	+0,9 -0,5	2,2 1,3	+0,9 -0,5	2,5 1,4	+1,3 -0,7	2,5 1,4	+1,3 -0,7	
8	1,0 -0,3	+0,7 1,2	+0,8 -0,4	1,4 0,9	+0,9 -0,5	1,6 1,1	+0,9 -0,5	2,0 1,3	+0,9 -0,5	2,2 1,4	+0,9 -0,5	2,5 1,6	+0,9 -0,5	2,8 1,8	+1,4 -0,8	2,8 1,8	+1,4 -0,8	

ПРИЛОЖЕНИЕ.

Продолжение таблицы 9.

мм

ИС ход- ный ин- декс	Наибольшая толщина поковки									
	до 40	40-63	63-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600	
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки									
9	до 40	40-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600		
	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	4,0 +2,7 -1,3
10	до 40	40-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600		
	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	4,5 +3,0 -1,5
11	до 40	40-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600		
	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	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,3 -1,7
12	до 40	40-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600		
	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	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,3 -1,7	5,6 +3,7 -1,9
13	до 40	40-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600		
	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	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,3 -1,7	5,6 +3,7 -1,9	6,3 +4,2 -2,1
14	до 40	40-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600		
	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	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,3 -1,7	5,6 +3,7 -1,9	6,3 +4,2 -2,1	7,1 +4,7 -2,4
15	до 40	40-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600		
	2,6 +1,8 -1,0	3,2 +2,1 -1,1	3,6 +2,4 -1,2	4,0 +2,7 -1,3	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,3 -1,7	5,6 +3,7 -1,9	6,3 +4,2 -2,1	7,1 +4,7 -2,4	8,0 +5,3 -2,7
16	до 40	40-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600		
	3,2 +2,1 -1,1	3,6 +2,4 -1,2	4,0 +2,7 -1,3	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,3 -1,7	5,6 +3,7 -1,9	6,3 +4,2 -2,1	7,1 +4,7 -2,4	8,0 +5,3 -2,7	9,0 +6,3 -3,0
17	до 40	40-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600		
	3,6 +2,4 -1,2	4,0 +2,7 -1,3	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,3 -1,7	5,6 +3,7 -1,9	6,3 +4,2 -2,1	7,1 +4,7 -2,4	8,0 +5,3 -2,7	9,0 +6,3 -3,0	10,0 +7,3 -3,3

Смещение по поверхности разъема штампов.

Таблица 10.

Масса поковки, кг		Припуски для классов точности, мм							
		Плоская поверхность разъема (П)							
		T1	T2	T3	T4	T5			
		Симметрично изогнутая поверхность разъема (ИС)							
		T1	T2	T3	T4	T5			
		Несимметрично изогнутая поверхность разъема (ИН)							
				T1	T2	T3	T4	T5	
До 0,5* включ.				0,1	0,1	0,2	0,2		0,3
Св. 0,5 до 1,0 "	0,1	0,1		0,2				0,3	
" 1,0 " 1,8 "			0,2			0,3			0,4
" 1,8 " 3,2 "		0,2		0,3			0,4		0,5
" 3,2 " 5,6 "	0,2		0,3		0,4	0,5	0,6		0,7
" 5,6 " 10,0 "		0,3		0,4	0,5	0,6	0,7		0,8
" 10,0 " 20,0 "	0,3		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8		1,0
" 20,0 " 50,0 "		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0		1,2
" 50,0 " 125,0 "	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2		1,6
" 125,0 " 250,0 "		0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0

Изогнутость и отклонения от плоскостности
и прямолинейности.

Таблица 11.

мм

Наибольший размер поковки			Припуски для классов точности				
			T1	T2	T3	T4	T5
Св.	До	100 включ.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
"	100 "	160 "	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
"	160 "	250 "	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
"	250 "	400 "	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
"	400 "	630 "	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
"	630 "	1000 "	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
"	1000 "	1600 "	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6
"	1600 "	2500 "	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0

Отклонения межосевого расстояния.

Таблица 12.

Расстояния между центрами, осями			Припуски для классов точности				
			T1	T2	T3	T4	T5
Св.	До	60 включ.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3
"	60 "	100 "	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
"	100 "	160 "	0,2	0,2	0,3	0,5	0,8
"	160 "	250 "	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2
"	250 "	400 "	0,3	0,5	0,8	1,2	1,6
"	400 "	630 "	0,5	0,8	1,2	1,6	2,0
"	630 "	1000 "	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5
"	1000 "	1600 "	1,2	1,6	2,0	2,5	4,0
"	1600 "	2500 "	1,6	2,0	2,5	4,0	6,0

Таблица 13.

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

Таблица 14.

Масса поковки, кг			Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа, мм									
			Плоская поверхность разъема штампа (П)									
			T1	T2	T3	T4	T5					
			Симметрично изогнутая поверхность разъема штампа (Ис)									
			T1	T2	T3	T4	T5	Несимметрично изогнутая поверхность разъема штампа (Ин)				
			T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
Св.	0,5	До 0,5 включ.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
"	0,5	до 1,0 "	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,0
"	1,0	" 1,8 "	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
"	1,8	" 3,2 "	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8
"	3,2	" 5,6 "	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5
"	5,6	" 10,0 "	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5	3,2
"	10,0	" 20,0 "	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5	3,2	4,0
"	20,0	" 50,0 "	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5	3,2	4,0	
"	50,0	" 125,0 "	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5	3,2	4,0		
"	125,0	" 250,0 "	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5	3,2	4,0			

Таблица 15.

Масса поковки, кг			Допускаемая величина остаточного облоя, мм									
			Плоская поверхность разъема штампа (П)									
			T1	T2	T3	T4	T5					
			Симметрично изогнутая поверхность разъема штампа (Ис)									
				Т1	T2	T3	T4	T5				
				Несимметрично изогнутая поверхность разъема штампа (Ин)								
						T1	T2	T3	T4	T5		
Св.	0,5	До 0,5 включ.	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
"	0,5	до 1,0 "	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	
"	1,0	" 1,8 "	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	
"	1,8	" 3,2 "	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	
"	3,2	" 5,6 "	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	
"	5,6	" 10,0 "	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	
"	10,0	" 20,0 "	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,8	
"	20,0	" 50,0 "	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,8	3,5	
"	50,0	" 125,0 "	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,8	3,5	4,0	
"	125,0	" 250,0 "	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,8	3,5	4,0		

Таблица 16.

Масса поковки, кг	Степень сложности поковки	Допускаемая величина заусенца при максимальном размере поперечного сечения поковки на поверхности разреза штампа, мм				
		до 40	40-100	100-160	160-250	св. 250
До 0,5 включ.	C1, C2	1,0	2,0	-	-	-
	C3	2,0	3,0	-	-	-
	C4	3,0	4,0	-	-	-
Св. 0,5 " 3,2 "	C1, C2	2,0	3,0	4,0	-	-
	C3	3,0	4,0	5,0	-	-
	C4	4,0	5,0	6,0	-	-
" 3,2 " 5,6 "	C1, C2	3,0	4,0	5,0	-	-
	C3	4,0	5,0	6,0	-	-
	C4	5,0	6,0	7,0	-	-
" 5,6 " 20,0 "	C1, C2	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
	C3	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
	C4	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
" 20,0 " 50,0 "	C1, C2	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
	C3	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
	C4	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
" 50,0 "	C1, C2	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
	C3	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
	C4	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0

мм

Таблица 17.

Наибольший размер поковки				Допускаемое наибольшее отклонение от концентричности пробитого отверстия для классов точности				
				T1	T2	T3	T4	T5
Св.	100	До 100	включ.	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
"	160	" 160	"	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5
"	250	" 250	"	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0
"	400	" 400	"	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5
"	630	" 630	"	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
"	1000	" 1000	"	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0

мм

Таблица 18.

Наибольший размер поковки				Допускаемые отклонения по изогнутости для классов точности				
				T1	T2	T3	T4	T5
Св.	100	До 100	включ.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
"	160	" 160	"	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
"	250	" 250	"	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
"	400	" 400	"	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6
"	630	" 630	"	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0
"	1000	" 1000	"	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5
"	1600	" 1600	"	1,2	1,6	2,0	2,5	3,2
"	2500	" 2500	"	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0

мм

Таблица 19.

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

мм

Таблица 20.

Радиус закруглений			Допуск радиусов закруглений для классов точности				
			T1	T2	T3	T4	T5
Св.	4	До 4 включ.	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0
"	4	" 6	0,5	0,5	1,0	2,0	3,0
"	6	" 10	1,0	1,0	2,0	3,0	5,0
"	10	" 16	1,0	2,0	3,0	5,0	8,0
"	16	" 25	2,0	3,0	5,0	8,0	12,0
"	25	" 40	3,0	5,0	8,0	12,0	20,0
"	40	" 60	5,0	8,0	12,0	20,0	30,0
"	60	" 100	8,0	12,0	20,0	30,0	50,0

Таблица 21.

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

Таблица 22.

Диаметр прутка (d)	Допускаемое отклонение	
	x	y
До 40 включ.	$0,08 d$	$1 d$
Св. 40	$0,07 d$	$0,8 d$

Таблица 23. Влияние углов клиновых призм и коэффициента трения на относительное усилие сжатия полуматрицы (Рсж/Рд)

α°	β°	γ°	Коэффициент трения - $f_{\text{тр}}$					
			0,00	0,03	0,06	0,10	0,12	0,15
1	2	3	4	5	6	7	8	9
35	35	35	2,856	3,783	5,072	7,691	9,608	13,745
		40	2,383	3,122	4,125	6,092	7,480	10,350
		45	2,000	2,599	3,401	4,936	5,992	8,117
		50	1,678	2,171	2,822	4,049	4,879	6,517
		55	1,400	1,808	2,343	3,337	4,002	5,298
	40	35	2,383	3,159	4,232	6,399	7,976	11,360
		40	1,988	2,606	3,441	5,069	6,210	8,553
		45	1,668	2,170	2,838	4,107	4,975	6,708
		50	1,400	1,813	2,355	3,369	4,050	5,586
		55	1,168	1,510	1,955	2,277	3,322	4,378
	45	35	2,000	2,699	3,569	5,401	6,729	9,571
		40	1,668	2,194	2,903	4,278	5,239	7,206
		45	1,400	1,827	2,393	3,466	4,197	5,652
		50	1,175	1,526	1,986	2,843	3,417	4,538
		55	0,980	1,271	1,649	2,343	2,803	3,689
	50	35	1,678	2,244	3,026	4,596	5,733	8,161
		40	1,400	1,852	2,460	3,640	4,463	6,145
		45	1,175	1,542	2,029	2,949	3,576	4,819
		50	0,986	1,288	1,684	2,419	2,911	3,869
		55	0,822	1,072	1,397	1,994	2,388	3,145
	55	35	1,400	1,889	2,565	3,923	4,906	7,005
		40	1,168	1,559	2,086	3,107	3,820	5,274
		45	0,980	1,298	1,720	2,518	3,060	4,137
		50	0,882	1,084	1,427	2,065	2,491	3,321
		55	0,686	0,903	1,185	1,702	2,044	2,700
40	35	35	3,422	4,543	6,111	9,331	11,712	16,909
		40	2,856	3,748	4,969	7,391	9,119	12,732
		45	2,396	3,121	4,097	5,968	7,305	9,985
		50	2,011	2,607	3,400	4,912	5,948	8,017
		55	1,678	2,171	2,822	4,049	4,879	6,517
	40	35	2,856	3,793	5,099	7,763	9,723	13,975
		40	2,383	3,129	4,146	6,150	7,570	10,522
		45	2,000	2,606	3,419	4,982	6,064	8,252
		50	1,678	2,176	2,837	4,087	4,937	6,626
		55	1,400	1,813	2,355	3,369	4,050	5,386
	45	35	2,396	3,193	4,300	6,553	8,204	11,774
		40	2,000	2,634	3,497	5,190	6,387	8,865
		45	1,678	1,993	2,883	4,205	5,117	6,953
		50	1,408	1,832	2,393	3,450	4,166	5,582
		55	1,175	1,526	1,986	2,843	3,417	4,538

Продолжение таблицы 23.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	50	35	2,011	2,695	3,645	5,576	6,989	10,039
		40	1,678	2,223	2,964	4,417	5,441	7,559
		45	1,408	1,851	2,444	3,578	4,359	5,929
		50	1,181	1,546	2,028	2,935	3,549	4,760
		55	0,986	1,288	1,684	2,419	2,911	3,869
	55	35	1,678	2,269	3,090	4,760	5,981	8,617
		40	1,400	1,872	2,513	3,770	4,657	6,488
		45	1,175	1,559	2,072	3,055	3,731	5,089
		50	0,986	1,302	1,720	2,506	3,037	4,086
		55	0,822	1,084	1,427	2,065	2,491	3,321
45	35	35	4,079	5,439	7,363	11,375	14,385	21,061
		40	3,404	4,488	5,987	9,010	11,200	15,857
		45	2,856	3,737	4,937	7,300	8,973	12,437
		50	2,396	3,121	4,097	5,988	7,305	9,985
		55	2,000	2,599	3,401	4,936	5,992	8,117
	40	35	3,404	4,542	6,144	9,464	11,942	17,406
		40	2,840	3,747	4,996	7,497	9,298	13,105
		45	2,383	3,120	4,119	6,074	7,449	10,279
		50	2,000	2,606	3,419	4,982	6,064	8,352
		55	1,668	2,170	2,838	4,107	4,975	6,708
	45	35	2,856	3,823	5,182	7,988	10,076	14,665
		40	2,383	3,154	4,214	6,327	7,845	11,042
		45	2,000	2,626	3,474	5,127	6,285	8,660
		50	1,678	2,193	2,883	4,205	5,117	6,953
		55	1,400	1,827	2,393	3,466	4,197	5,652
	50	35	2,396	3,227	4,392	6,797	8,584	12,504
		40	2,000	2,662	3,572	5,384	6,683	9,415
		45	1,678	2,217	2,945	4,362	5,354	7,384
		50	1,408	1,851	2,244	3,578	4,359	5,929
		55	1,175	1,542	2,029	2,949	3,576	4,819
	55	35	1,999	2,716	3,724	5,802	7,246	10,733
		40	1,668	2,241	3,028	4,596	5,720	8,081
		45	1,400	1,866	2,497	3,724	4,582	6,338
		50	1,175	1,559	2,072	3,055	3,731	5,089
		55	0,980	1,298	1,720	2,518	3,060	4,137
50	35	35	4,861	6,532	8,930	14,039	17,957	26,852
		40	4,056	5,389	7,261	11,121	13,981	20,218
		45	3,404	4,488	5,987	9,010	11,200	15,857
		50	2,856	3,748	4,969	7,391	9,391	12,732
		55	2,383	3,122	4,125	6,092	7,480	10,350
	40	35	4,056	5,454	7,451	11,681	14,907	22,192
		40	3,385	4,500	6,059	9,253	11,606	16,710
		45	2,840	3,747	4,936	7,497	9,298	13,105
		50	2,383	3,129	4,146	6,150	7,570	10,522
		55	1,938	2,606	3,441	5,069	6,210	8,553

Продолжение таблицы 23.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	45	35	3,404	4,591	6,284	4,859	12,578	18,698
		40	2,840	3,788	5,110	7,810	9,793	14,078
		45	2,383	3,154	4,214	6,327	7,845	11,042
		50	2,000	2,634	3,497	5,190	6,387	8,865
		55	1,668	2,194	2,903	4,278	5,239	7,206
	50	35	2,856	3,875	5,327	8,389	10,715	15,943
		40	2,383	3,197	4,332	6,645	8,343	12,004
		45	2,000	2,662	3,572	5,384	6,683	9,415
		50	1,678	2,223	2,964	4,417	5,441	7,559
		55	1,400	1,852	2,460	3,640	4,463	6,145
	55	35	2,383	3,262	4,516	7,162	9,170	13,685
		40	1,988	2,691	3,672	5,673	7,140	10,304
		45	1,668	2,241	3,028	4,596	5,720	8,081
		50	1,400	1,872	2,513	3,770	4,657	6,488
		55	1,168	1,559	2,086	3,107	3,820	5,274
55	35	35	5,825	7,917	10,981	17,723	23,063	35,663
		40	4,861	6,532	8,930	14,039	17,957	26,852
		45	4,079	5,439	7,363	11,375	14,385	21,061
		50	3,422	4,543	6,111	9,331	11,712	16,909
		55	2,856	3,783	5,072	7,691	9,608	13,745
	40	35	4,861	6,610	9,163	14,746	19,146	29,474
		40	4,056	5,454	7,451	11,681	14,907	22,192
		45	3,404	4,542	6,144	9,464	11,942	17,406
		50	2,856	3,793	5,099	7,763	9,723	13,975
		55	2,383	3,159	4,232	6,399	7,976	11,360
	45	35	4,079	5,565	7,728	12,446	16,155	24,833
		40	3,404	4,591	6,284	9,859	12,578	18,698
		45	2,856	3,823	5,182	7,988	10,076	14,665
		50	2,396	3,193	4,300	6,553	8,204	11,774
		55	1,999	2,659	3,569	5,401	6,729	9,571
	50	35	3,422	4,696	6,551	10,591	13,762	21,174
		40	2,856	3,875	5,327	8,389	10,715	15,943
		45	2,396	3,227	4,392	6,797	8,585	12,504
		50	2,011	2,695	3,645	5,576	6,989	10,039
		55	1,678	2,244	3,026	4,596	5,733	8,161
	55	35	2,856	3,954	5,554	9,041	11,778	18,175
		40	2,383	3,262	4,516	7,162	9,170	13,685
		45	2,000	2,716	3,724	5,802	7,346	10,733
		50	1,678	2,269	3,090	4,760	5,981	8,617
		55	1,400	1,889	2,565	3,923	4,906	7,005

Таблица 24. Значение передаточного числа клиновой системы в зависимости от углов клиновых призм

α°	β°	β°				
		35	40	45	50	55
35	35	2,858	2,611	2,429	2,261	2,128
	40	2,388	2,188	2,028	1,892	1,779
	45	2,000	1,832	1,700	1,587	1,492
	50	1,673	1,581	1,428	1,329	1,251
	55	1,402	1,194	1,190	1,168	1,045
40	35	3,138	2,858	2,623	2,441	2,267
	40	2,621	2,388	2,190	2,030	1,893
	45	2,195	2,000	1,839	1,701	1,588
	50	1,839	1,678	1,542	1,428	1,335
	55	1,539	1,402	1,287	1,191	1,112
45	35	3,447	3,138	2,853	2,622	2,428
	40	2,900	3,618	2,384	2,191	2,028
	45	2,431	2,193	2,000	1,837	1,700
	50	2,038	1,839	1,678	1,543	1,428
	55	1,700	1,533	1,400	1,289	1,190
50	35	3,862	3,463	3,131	2,857	2,620
	40	3,229	3,883	2,615	2,384	2,187
	45	2,803	2,430	2,192	2,000	1,837
	50	2,275	2,030	1,838	1,681	1,541
	55	1,892	1,691	1,535	1,400	1,290
55	35	4,323	3,870	3,467	3,138	2,856
	40	3,631	3,229	2,930	2,619	2,379
	45	3,043	2,708	2,428	2,196	2,000
	50	2,542	2,267	2,037	1,845	1,680
	55	2,128	1,889	1,700	1,542	1,410

Таблица 25. Влияние углов клиновых призм и коэффициентов трения на относительное усилие сжатия полуматриц (R_k/P_g)

α°	β°	f_{tr}					
		0,05	0,07	0,10	0,12	0,15	0,20
35	35	1,326	1,489	1,772	1,994	2,391	3,282
	40	1,597	1,796	2,150	2,431	2,941	4,125
	45	1,920	2,170	2,621	2,986	3,663	5,312
	50	2,321	2,642	3,235	3,728	4,671	7,139
	55	2,839	3,268	4,084	4,788	6,203	10,383
40	35	1,108	1,242	1,474	1,656	1,976	2,684
	40	1,333	1,498	1,789	2,018	2,431	3,737
	45	1,603	1,810	2,181	2,479	3,027	4,344
	50	1,937	2,203	2,692	3,095	3,860	5,837
	55	2,370	2,725	3,398	3,975	5,127	8,490
45	35	0,934	1,047	1,244	1,397	1,665	2,250
	40	1,124	1,264	1,510	1,703	2,048	2,829
	45	1,351	1,527	1,841	2,092	2,551	3,642
	50	1,633	1,859	2,272	2,611	3,252	4,895
	55	1,997	2,299	2,868	3,354	4,319	7,120
50	35	0,791	0,889	1,059	1,190	1,419	1,918
	40	0,951	1,072	1,285	1,451	1,746	2,410
	45	1,144	1,296	1,566	1,782	2,175	3,104
	50	1,382	1,577	1,933	2,224	2,773	4,171
	55	0,691	1,951	2,440	2,857	3,683	6,067
55	35	0,669	0,755	0,904	1,018	1,218	1,650
	40	0,805	0,911	1,097	1,241	1,499	2,075
	45	0,968	1,101	1,337	1,525	1,867	2,671
	50	1,169	1,340	1,650	1,904	2,380	3,590
	55	1,431	1,657	2,083	2,445	3,161	5,221

Таблица 26. Коэффициент трения при покое и скольжении

Трущиеся материалы	Коэффициент трения			
	п о к о я		с к о л ь ж е н и я	
	без смазки	со смазкой	без смазки	со смазкой
Сталь - сталь	0,15	0,1 ÷ 0,12	0,15	0,05 - 0,1
Сталь - чугун	0,3	-	0,18	0,05 - 0,15
Сталь - бронза	0,12	0,8 ÷ 0,12	0,10	0,07 ÷ 0,10
Сталь-текстолит	-	-	-	0,01 - 0,05
Чугун - бронза	-	-	0,15 ÷ 0,2	0,07 ÷ 0,15
Бронза - бронза	-	0,1	0,2	0,07 ÷ 0,1
Резина - чугун	-	-	0,8	0,5
Металл - дерево	0,5 ÷ 0,5	0,1 ÷ 0,2	0,3 ÷ 0,6	0,1 ÷ 0,2
Кожа - металл	0,3 ÷ 0,5	0,15	0,6	0,15

Таблица 27. Зависимость относительного хода пуансонов ($\Delta l / \Delta h$) от углов клиновых призм

$\alpha^\circ \quad \beta^\circ$	35°	40°	45°	50°	55°
35°	2,000	2,396	2,857	2,396	2,000
40°	1,669	2,000	2,383	2,000	1,669
45°	1,400	1,708	2,000	1,669	1,400
50°	1,669	2,000	2,383	2,000	1,669
55°	2,000	2,396	2,857	2,396	2,000

312762