

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Ю. А. Титов, А. Ю. Титов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

Учебное пособие

для студентов, обучающихся по специальностям

150201 «Машины и технология обработки металлов давлением»,

150106 «Обработка металлов давлением»

Ульяновск
УлГТУ
2012

УДК 621.7 (075)
ББК 34.623 я7
Т 45

Рецензенты:

Ромашкин В.Г., кандидат технических наук, доцент,
заместитель генерального директора по науке
ЗАО «Системы водоочистки»,
Гудков И.Н., кандидат технических наук,
технический директор ООО «Технострой-Сервис»

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

Титов, Ю. А.
Т 45 Проектирование штампов для горячей объемной штамповки :
учебное пособие / Ю. А. Титов, А. Ю. Титов. – Ульяновск : УлГТУ,
2012. – 116 с.

ISBN 978-5-9795-1069-9

Предназначено для студентов специальностей 150201 «Машины и технология обработки металлов давлением», 150106 «Обработка металлов давлением» при выполнении курсовых и дипломных проектов, а также для изучения курса «Проектирование штампов для горячей объемной штамповки». Изложены вопросы классификации штампов, проектирования ручьев и других элементов штампов и штамповой оснастки, отдельно и подробно рассмотрены конструкции штампов для автоматов и спецоборудования узкого назначения.

УДК 621.7 (075)
ББК 34.623 я7

ISBN 978-5-9795-1069-9

© Титов Ю. А., Титов А. Ю., 2012
© Оформление. УлГТУ, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ	5
2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ШТАМПОВ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ	17
3. ШТАМПЫ ДЛЯ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ И ПРАВКИ	31
3.1. Молотовые штампы	31
3.2. Штампы винтовых и гидровинтовых пресс-молотов	42
3.3. Штампы кривошипных горячештамповочных прессов	44
3.4. Штампы гидравлических прессов	50
3.5. Штампы ковочных вальцев	55
3.6. Штампы раскаточных машин и накатных станов	60
4. ВЫСАДОЧНЫЕ ШТАМПЫ	64
4.1. Штампы горизонтально-ковочных машин	64
4.2. Штампы винтовых пресс-молотов	70
4.3. Штампы кривошипных горячештамповочных прессов	73
5. ШТАМПЫ ДЛЯ ПРОЦЕССА ВЫДАВЛИВАНИЯ	78
5.1. Штампы винтовых и гидровинтовых пресс-молотов	78
5.2. Штампы гидравлических прессов	79
6. ШТАМПЫ ДЛЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ	90
6.1. Штампы обрезных прессов	90
6.2. Отрубные ножи штампов паровоздушных молотов	98
6.3. Разделительные ручки штампов горизонтально-ковочных машин	98
7. ШТАМПЫ ДЛЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ	103
7.1. Штампы высокоскоростных молотов	103
7.2. Штампы радиально-ковочных машин	107
7.3. Штампы горячештамповочных автоматов	109
7.4. Штампы для жидкой и изотермической штамповки и низкотемпературной термомеханической обработки (НТМО)	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	115
АЛФАВИТНО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	116
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	117

ВВЕДЕНИЕ

В современном машиностроении технологические процессы штамповки применяются на металлообрабатывающих предприятиях как с массовым и крупносерийным, так и с мелкосерийным и единичным характером производства. До 80% всех деталей изготавливаются методами обработки давлением на кузнечно-прессовом оборудовании. Важнейшим элементом производственного процесса изготовления деталей методами обработки давлением являются штампы и штамповая оснастка для различных кузнечно-прессовых машин (КПМ). Большинство машиностроительных предприятий самостоятельно изготавливают штамповую оснастку.

Одной из главных задач при организации работ по проектированию и конструированию штампов является подготовка высококвалифицированных кадров. Современным машиностроением уже накоплен значительный опыт проектирования и обоснования выбора того или иного типа конструкции какого-либо узла штампа.

Важным вопросом при проектировании современных машин является выбор основных параметров. Основные параметры и размеры большинства штампов выбираются на основании требований технологического процесса и опыта эксплуатации наиболее прогрессивного оборудования. Очень важным при этом является характер изменения рабочих нагрузок на рабочем звене (бойке, ползуне, траверсе). Выбор схем штампов, узлов и их конструкции в основном производят, используя рациональный опыт машиностроения и проектирования аналогичной оснастки.

В данном учебном пособии представлен перечень специализированного оборудования горячей объемной штамповки, а также схем штампов для технологических операций, производимых на нем.

Учебное пособие предназначено для студентов специальностей 150201 «Машины и технология обработки металлов давлением», 150106 «Обработка металлов давлением» и используется при изучении курса «Проектирование штампов для горячей объемной штамповки», а также при выполнении курсовых и дипломных проектов.

1. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

Важным фактором, определяющим конструктивные особенности штампов для горячего деформирования металлов и сплавов, является тип кузнечно-штамповочного агрегата. В соответствии с характером изменения скорости движения рабочих органов и инструмента во время деформирования, кузнечно-прессовое оборудование можно разделить на пять основных групп машин. Внутри каждой группы кузнечно-прессовые машины классифицируются с учетом вида энергоносителя и особенностей конструкции привода.

Кузнечно-прессовое оборудование можно разделить на группы и в соответствии с технологическим назначением [1]. Такая классификация схематически представлена на рис. 1.1. В качестве основного параметра кузнечно-прессовых машин помимо назначения выбрали величину скорости деформирования. Для штамповочных молотов она составляет 2 – 9 м/с, для винтовых пресс-молотов 0,5 – 1,5, для кривошипных машин 0,15 – 0,30, для гидравлических прессов 0,01 – 0,05 м/с. Одновременно учитывали и удельный вес соответствующих машин в производстве штамповок. Поэтому новые и малораспространенные специализированные машины выделили в отдельную группу.

Рассмотрим основные особенности кузнечно-прессового оборудования.

К первой группе относят штамповочные молоты. По конструктивно-технологическим признакам их можно разделить на следующие подгруппы:

1. Фрикционные молоты. Номинальная масса падающих частей (м. п. ч.) фрикционных молотов колеблется в пределах 500 – 1500 кг [2]. Их применяют в основном для штамповки в открытых штампах и правки мелких поковок (массой не более 2 кг). Фрикционные молоты относятся к морально устаревшему кузнечно-прессовому оборудованию; в настоящее время их практически не изготавливают.

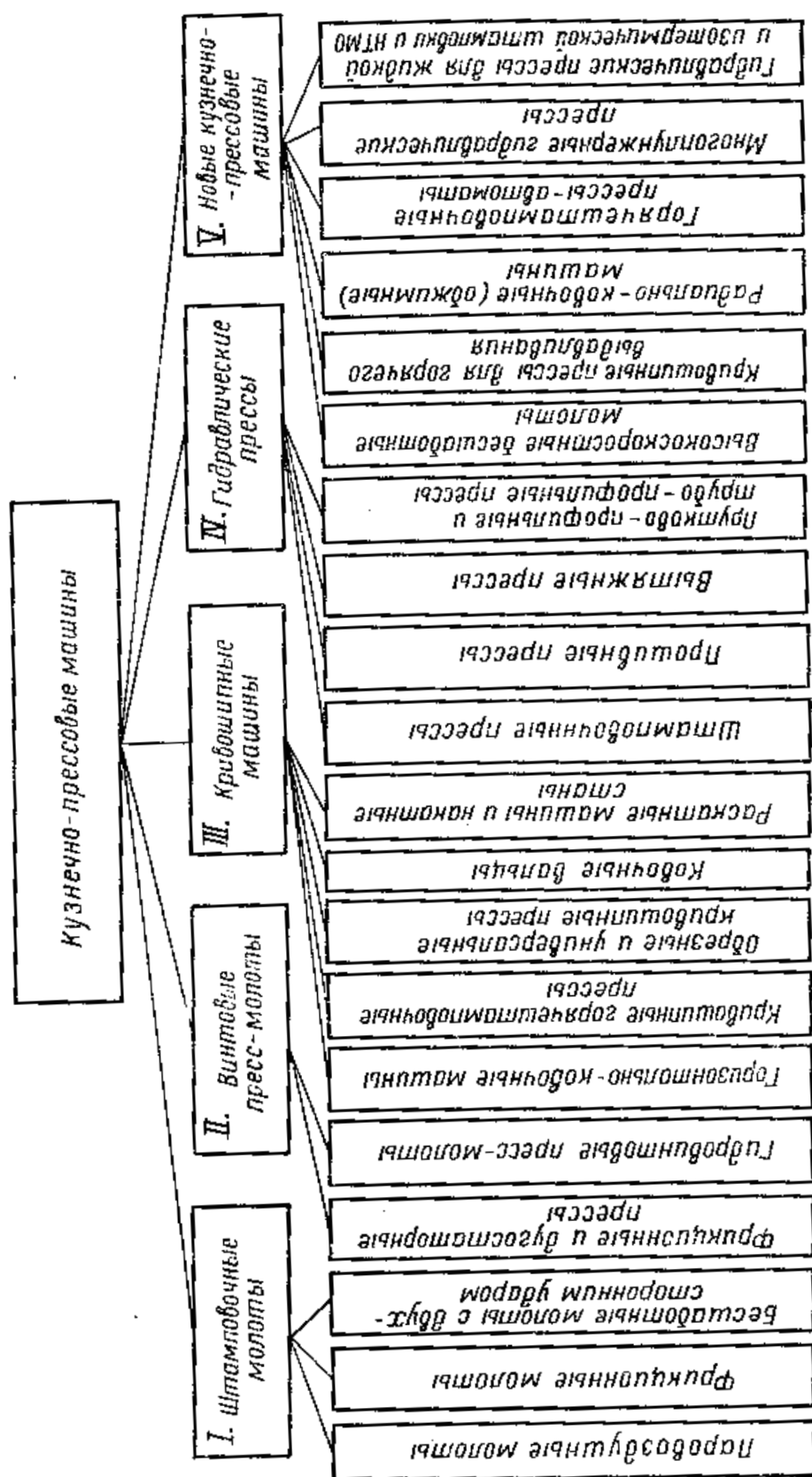


Рис. 1.1. Кузнечно-прессовые машины, применяемые для горячего деформирования металлов и сплавов

2. Паровоздушные молоты двойного действия. Номинальная масса падающих частей паровоздушных молотов колеблется в пределах 0,63 – 25 т, а энергия удара 16 – 630 кДж. Их применяют для открытой и закрытой штамповки поковок широкой номенклатуры по конфигурации, размерам и массе (от 0,1 до 100 кг и более). Паровоздушные молоты с массой падающих частей менее 5 т серийно выпускает Воронежский завод кузнечно-прессового оборудования им. Калинина, а более крупные Старо-Краматорский и Ново-Краматорский машиностроительные заводы.

3. Бесшаботные молоты с двухсторонним ударом. Их преимущественно применяют для штамповки особо тяжелых поковок (массой более 80 – 100 кг) в одноручьевых штампах. Энергия удара бесшаботных молотов с ленточной связью, применяемых в России, составляет 100 – 450 кДж (соответствует энергии удара паровоздушных молотов с массой падающих частей 5 – 22,5 т), а бесшаботных молотов с гидравлической связью 200 – 1000 кДж (соответствует энергии удара паровоздушных молотов с массой падающих частей 10 – 50 т).

Особенностью конструкции штамповочных молотов является отсутствие устройств для выталкивания поковок. Штамповку на молотах производят за несколько ударов (до 6 – 12) в каждом ручье. Коэффициент использования металла при штамповке на молотах колеблется в пределах 0,45 – 0,48. При штамповке поковок, сложных по конфигурации и имеющих тонкие полотна и ребра, а также при штамповке тяжелых поковок молоты являются основным видом кузнечно-прессового оборудования.

Кроме указанных подгрупп штамповочных молотов для изготовления поковок массой менее 5 кг в подкладных (незакрепленных) штампах применяют ковочные пневматические и паровоздушные молоты. Это экономично при мелкосерийном производстве (величина партии не более 200 поковок).

Ко второй группе кузнечно-прессового оборудования относят винтовые пресс молоты. По конструктивно-технологическим признакам их можно разделить на две подгруппы:

1. Винтовые пресс-молоты с фрикционным или дугостаторным приводом. Номинальное усилие винтовых пресс-молотов изменяется в пределах 400 – 16 000 кН, а кинетическая энергия движущихся частей от 0,8 до 320 кДж. Наиболее часто винтовые пресс-молоты используют для одноударного одно- и двухпереходного режима горячей высадки и штамповки, однако они могут работать и в многоударном, многопереходном режиме [3]. Наличие нижнего выталкивателя существенно расширяет их технологические возможности; так, например, при работе на винтовых пресс-молотах можно использовать разъемные матрицы. Основное назначение винтовых пресс-молотов – производство метизов и различных стержневых деталей с утолщениями. До 1970 г. промышленность выпускала винтовые пресс-молоты с фрикционным приводом. Позже был освоен серийный выпуск винтовых пресс-молотов с дугостаторным приводом.

2. Гидровинтовые пресс-молоты (ГВПМ). Гидровинтовые пресс-молоты экономичны в эксплуатации; их применение расширяет (по сравнению с применением фрикционных и дугостаторных пресс-молотов) технологические возможности штамповки, так как увеличиваются коэффициент полезного действия и скорость деформирования (примерно в 2 раза). По сравнению со штамповкой на паровоздушных молотах при штамповке на гидровинтовых пресс-молотах уменьшаются припуски на вертикальные размеры и толщина облоя, а значит, увеличивается коэффициент использования металла (на 7 – 25%) и уменьшается трудоемкость последующей механической обработки поковок. Гидровинтовые пресс-молоты успешно конкурируют и с кривошипными горячештамповочными прессами: снижаются усилия и число переходов при штамповке одинаковых поковок, увеличиваются точность поковок и стойкость штампов. Гидровинтовые пресс-молоты являются прогрессивным оборудованием для горячей штамповки, выпускаются усилием от 1600 до 100 000 кН.

К третьей группе кузнечно-прессового оборудования для горячего деформирования относят кривошипные машины. Их можно разделить на следующие подгруппы:

1. Горизонтально-ковочные машины (ГКМ). Номинальное усилие горизонтально-ковочных машин 1000 – 31500 кН, число ходов ползуна в минуту 95 – 21. Их применяют для штамповки высадкой и прошивкой поковок с конфигурацией, близкой к телам вращения. Диаметр исходной заготовки 20 – 270 мм (соответственно максимальный диаметр поковки от 40 до 315 мм). Основными технологическими преимуществами горизонтально-ковочных машин являются, возможность пластической деформации части заготовки без облоя и штамповочных уклонов и простота осуществления многопереходной штамповки. Появляется возможность использовать прутки и трубные заготовки, обеспечиваются достаточно жесткие припуски и допуски. Поэтому штамповка на горизонтально-ковочных машинах является одним из наиболее экономичных и распространенных технологических процессов обработки металлов давлением.

Применяют горизонтально-ковочные машины с вертикальным и горизонтальным разъемами матриц. На производстве отечественного машиностроения наиболее распространены машины с вертикальным разъемом матриц. Их серийно выпускают Рязанский завод тяжелого кузнечно-прессового оборудования и Ново-Краматорский машиностроительный завод (Украина). В США более распространены машины с горизонтальным разъемом матриц. В России выпуск таких машин освоил Рязанский завод тяжелого кузнечно-прессового оборудования.

2. Кривошипные горячештамповочные прессы (КГШП). Номинальное усилие кривошипных горячештамповочных прессов 6300 – 80 000 кН, число ходов ползуна в минуту 90 – 35. Их применяют для штамповки поковок различной конфигурации массой до 80 кг в открытых и закрытых штампах. При штамповке на кривошипных горячештамповочных прессах за счет быстроты хода прессы, высокой степени деформации за один ход, небольших припусков, отходов в облой и штамповочных уклонов производительность труда повышается на 20%, а коэффициент использования металла – на 10%.

Кривошипные горячештамповочные прессы усилием 6300 – 40 000 кН серийно выпускает Воронежский завод тяжелых механических прессов, а усилием 63 000 кН Ново-Краматорский машиностроительный завод (Украина).

В ряде случаев для выполнения формообразующих операций горячей штамповки используют универсальные кривошипные и чеканочные кривошипно-коленные прессы. Однако из-за меньшей жесткости станины этих прессов и пониженной скорости движения ползуна (при одинаковом усилии скорость движения ползуна в 2 – 4 раза меньше, чем у КГШП) при их применении резко снижаются точность поковок и стойкость штампов.

3. Обрезные и универсальные кривошипные прессы. Обрезные прессы имеют номинальное усилие 1000 – 25 000 кН. Применяют их для обрезки облоя (в основном в нагретом состоянии), пробивки отверстий и правки поковок. В качестве обрезных можно использовать и однокривошипные закрытые прессы простого действия усилием 1600 – 16 000 кН. Такие прессы серийно выпускает Воронежский завод тяжелых механических прессов.

4. Ковочные вальцы. Применяют две модификации ковочных вальцев: открытые (консольные) и закрытые. Обе модификации могут быть одно- и двухклетевыми. Усилие штамповки в консольных вальцах 125 – 1000 кН, сторона квадрата вальцуемой заготовки 30 – 115 мм. В закрытых вальцах эти параметры соответственно составляют 100 – 2500 кН и 8 – 125 мм. Консольные одноклетевые вальцы используют для одно- и многопереходного профилирования заготовок под последующую штамповку на молотах или прессах, консольные двухклетевые – для непрерывного профилирования заготовок; закрытые вальцы применяют для штамповки деталей типа сверл, стволов, лопаток, звеньев цепи, топоров и ножей. Консольные ковочные вальцы серийно выпускает Воронежский завод кузнечно-прессового оборудования им. М. И. Калинина.

Предварительное профилирование заготовок на вальцах позволяет использовать кривошипные горячештамповочные прессы для штамповки поковок с вытянутой осью, в 2 – 2,5 раза увеличивает производительность молотов (за счет уменьшения их загрузки на заготовительных операциях) и способствует

существенной (до 15 – 20% от массы поковки) экономии металла за счет рационального перераспределения металла в профилированной заготовке. На многих предприятиях автомобильной, тракторной и станкоинструментальной промышленности предварительное профилирование на вальцах с большим экономическим эффектом внедрено для подготовки заготовок под штамповку ключей, шатунов, рычагов и др.

5. Раскаточные машины и накатные станы. Раскаточные машины и накатные станы применяют для изготовления и отделки поковок. За счет раскатки повышают точность геометрической формы кольцевых заготовок (например, для подшипниковых колец, бандажей колес и т. п.), увеличивают коэффициент использования металла и уменьшают затраты на последующую токарную обработку. Кроме того, раскатка позволяет получать кольцевые заготовки большего диаметра, чем это допускается имеющимся штамповочным оборудованием. Усилие нажимного вальца отечественных раскаточных машин 60 – 700 кН; их можно использовать для раскатки колец диаметром 80 – 800 и высотой 60 – 200 мм.

Горячая накатка на специальных станах обеспечивает формообразование зубьев зубчатых колес и звездочек диаметром 12 – 600 мм и модулем 3,5 – 25,4, а также резьбы диаметром до 180 мм. Усилие на вальцах накатных станов 150 – 600 кН, диаметр рабочих валков 150 – 500 мм. Применение горячей накатки позволяет снизить себестоимость зубчатых колес на 5 – 20%; это достигается за счет уменьшения расхода металла и инструмента. Кроме того, вследствие благоприятной макроструктуры накатные колеса обладают большей долговечностью, чем фрезерованные.

Несмотря на известные преимущества, применение кривошипных машин для горячей штамповки ограничено. Действительно, создание кривошипных машин усилием более 80 000 кН связано со значительными конструкторскими и технологическими трудностями. Кроме того, механический привод мало удобен для передачи усилия на большом пути деформирования. Поэтому для штамповки тяжелых поковок (массой более 50 – 80 кг), прошивки глубоких отверстий,

выдавливания длинных профилей и вытяжки полых заготовок применяют в основном кузнечно-прессовые машины с гидравлическим приводом – гидравлические прессы различных конструкций и назначения.

К четвертой группе кузнечно-прессовых машин (в соответствии с классификацией, представленной на рис. 1.1) относят гидравлические прессы. В свою очередь их можно разделить на следующие подгруппы:

1. Штамповочные гидравлические прессы. Штамповочные гидравлические прессы применяют в основном для штамповки крупногабаритных деталей из легких сплавов; используют их и для штамповки колес (в закрытых штампах). Величина усилия деформирования штамповочных гидравлических прессов составляет 20 000 – 150 000 кН, ход плунжера 1 – 2 м. В последние годы созданы особо мощные отечественные штамповочные гидравлические прессы усилием 300 000 – 750 000 кН; их применяют для штамповки крупногабаритных панелей, лонжеронов, балок, крыльчаток, шпангоутов и других деталей массой более 300 кг. Штамповочные гидравлические прессы выпускают Рязанский завод тяжелого кузнечно-прессового оборудования, Новосибирский завод «Тяжстанкогидропресс».

2. Прошивные гидравлические прессы. Прошивные гидравлические прессы применяют для прошивки пустотелых поковок (типа снарядов и баллонов высокого давления). Величина усилия прошивных гидравлических прессов составляет 1500 – 30 000 кН, ход прошивного пуансона 0,75 – 1,8 м.

3. Вытяжные гидравлические прессы. Вытяжные гидравлические прессы применяют для горячей вытяжки и калибровки прошитых поковок путем протягивания на оправке через набор колец (матриц). Величина усилия вытяжных гидравлических прессов составляет 750 – 4000 кН, ход оправки 1,7 – 6 м. В настоящее время путем прошивки и вытяжки изготавливают баллоны массой до 16 т.

4. Прутково-профильные и трубопрофильные гидравлические прессы. Прутково-профильные и трубо-профильные гидравлические прессы применяют для выдавливания профилей и труб различного сечения и размеров из за-

готовок и слитков цветных сплавов и стали диаметром 60 – 1200 мм. Величина усилия выдавливания составляет 6000 – 200 000 кН, ход пресс-шайбы 0,3 – 2 м. Пруtkовo-профильные и трубопрофильные гидравлические прессы серийно выпускают Коломенский завод тяжелого станкостроения и Новосибирский завод «Тяжстанкогидропресс».

Наряду со значительными преимуществами (возможностью получения высоких усилий деформирования, значительными габаритными размерами рабочего пространства, большой величиной хода рабочего инструмента, отсутствием перегрузок во время деформации) гидравлические прессы по сравнению с другими кузнечно-прессовыми машинами имеют ряд недостатков. К их числу в первую очередь относится тихоходность: скорость холостого хода современных гидравлических прессов не превышает 0,3 – 0,4 м/с, а скорость рабочего хода в 2,5 – 3 раза меньше скорости холостого хода. Поэтому гидравлические прессы характеризуются высокой продолжительностью рабочего цикла, низкой производительностью и имеют малый коэффициент полезного действия. Их нерационально использовать при штамповке с применением коротких ходов ползуна.

В соответствии с рассматриваемой классификацией (см. рис. 1.1) к пятой группе относят новые кузнечно-прессовые машины, успешно применяемые для горячего деформирования металлов. К их числу следует отнести высокоскоростные бесшаботные молоты, специализированные кривошипные прессы для горячего выдавливания, радиально-ковочные машины, горячештамповочные пресс-автоматы, многоплунжерные гидравлические прессы для безоблойной штамповки, специализированные гидравлические прессы для изотермической и жидкой штамповки и низкотемпературной термомеханической обработки (НТМО).

Рассмотрим особенности этих агрегатов.

1. Высокоскоростные молоты (ВСМ). За рубежом (в США, Великобритании, Японии и Германии) высокоскоростные молоты начали применять с 1961 – 1963 гг. В эти же годы высокоскоростные молоты с энергией удара от 25 до 200 кДж и скоростью удара от 15 до 30 м/с были спроектированы и изготов-

лены в СССР. С 1966 г. Воронежский завод кузнечно-прессового оборудования им. М. И. Калинина серийно выпускает высокоскоростные молоты с энергией удара 63 и 160 кДж (модели М7348 и М7352). Их применяют для штамповки поковок диаметром менее 150 мм: стержней с утолщением или ребрами, стаканов, крышек, дисков и т. п. В настоящее время освоено серийное производство высокоскоростных молотов с энергией удара от 25 до 630 кДж и скоростью удара 18 – 22 м/с.

Преимуществами штамповки на высокоскоростных молотах по сравнению со штамповкой на другом кузнечно-прессовом оборудовании являются меньшие тепловые потери во время деформирования, меньший коэффициент трения и большая пластичность труднодеформируемых металлов, (титановых сплавов, жаропрочных сталей и т. п.); это позволяет штамповать поковки сложной конфигурации с тонкими ребрами и полотнами. Кроме того, за счет точного дозирования энергии удара и штамповки за один удар высокоскоростные молоты обеспечивают более высокую точность поковок. Наконец, применение высокоскоростных молотов позволяет добиться значительной экономии металла (до 50 – 70%) (особенно при штамповке поковок с ребрами, тонкими стенками и полками) и существенно снизить трудоемкость последующей механической обработки (на 30 – 50%).

Недостатками современных высокоскоростных молотов являются низкая производительность (1 – 2 штамповки в минуту), связанная с длительным периодом размыкания штампов и выталкивания поковки, наличие повторных ударов бабы (после основного деформирующего удара) и невозможность многоударной и многопереходной штамповки. Все это значительно снижает их технологические возможности.

2. Кривошипные прессы для горячего выдавливания и штамповки в разъемных матрицах. За счет применения этих прессов коэффициент использования металла увеличивается на 20 – 30%, производительность штамповки – на 50% (по сравнению с традиционными технологическими процессами облой-

ной штамповки на паровоздушных штамповочных молотах и кривошипных горячештамповочных прессах и высадкой на горизонтально-ковочных машинах).

Воронежский завод тяжелых механических прессов выпускает прессы для горячего выдавливания по специальным заказам. По сравнению с обычными кривошипными горячештамповочными прессами такого же усилия прессы Воронежского завода имеют меньшее число ходов (в 2 раза), увеличенный запас энергии маховика и значительно большие размеры штампового пространства.

Для штамповки выдавливанием в разъемных матрицах с плоскостью разъема, перпендикулярной оси пуансона изготовлена модель пресса К8037 усилием 10 000 кН. Привод и конструкция верхнего ползуна у этого пресса такие же, как и у обычного кривошипного горячештамповочного пресса; в нижней части пресс имеет два ползуна – внутренний и внешний, перемещающиеся вертикально.

3. Радиально-обжимные или радиально-ковочные машины. Их применяют для вытяжки осесимметричных деталей с вытянутой осью: валов ступенчатых и переменного сечения, валов-шестерен и валов со шлицами, различных полых деталей, в том числе с внутренним фасонным профилем. Горячее радиальное обжатие целесообразно при обработке сплошных изделий диаметром более 60 мм и полых изделий диаметром свыше 100 мм; поэтому для выполнения радиального обжатия рекомендуют применять мощные шатунные вертикальные или горизонтальные радиально-обжимные машины усилием от 600 до 8000 кН с тремя-четырьмя бойками, совершающими 250 – 1000 обжатий в минуту.

За счет горячего радиального обжатия ступенчатых валов экономия металла (по сравнению со штамповкой и токарной обработкой) достигает 20 – 60%, а производительность повышается на 300 – 400%; это обеспечивает снижение себестоимости изготовления деталей на 12 – 20%.

4. Горячештамповочные прессы-автоматы. Применение горячештамповочных пресс - автоматов позволяет максимально автоматизировать процесс штамповки, значительно увеличить производительность и улучшить условия труда. В отечественном кузнечно-штамповочном производстве горячештампо-

вочные прессы-автоматы применяют при производстве метизов, подшипниковых колец и некоторых автомобильных деталей. В основном используют пресс-автоматы производства зарубежных фирм. Так, пресс-автоматы моделей АМР – 20, АМР – 30 и АМР – 70 фирмы «Хатебур» имеют номинальное усилие 1000 – 12 000 кН (100 – 1200 тс) и производительность от 35 до 120 деталей в минуту. Их применяют для штамповки гаек размерами от М18 до М27, подшипниковых колец, заготовок втулок и шестерен диаметром 40 – 120 мм и массой 0,2 – 3 кг.

5. Гидравлические многоплунжерные прессы. Гидравлические многоплунжерные прессы применяют для безоблойной штамповки поковок с отроствами и ребрами. При использовании нескольких рабочих плунжеров (верхний, нижний и два боковых) и штампов с вертикальной плоскостью разреза обеспечивается штамповка за 1 – 2 перехода сложных поковок высокой точности. Устранение отхода металла в облой, уменьшение штамповочных уклонов, припусков и допусков приводит к значительной экономии металла и уменьшает расходы на последующую механическую обработку поковок. В настоящее время на одном из заводов России освоен выпуск гидравлических многоплунжерных прессов усилием 4000, 6300 и 10 000 кН, предназначенных для штамповки поковок массой 5 – 10 кг.

6. Гидравлические прессы для изотермической и жидкой штамповки и низкотемпературной термомеханической обработки (НТМО). Эти прессы имеют существенные конструктивные и кинематические отличия от обычных ковочных или штамповочных прессов. Их оборудуют устройством для нагрева штампа (до температуры 300 – 350 °С – для жидкой штамповки и НТМО, до температуры 800 – 1100 °С – для изотермической штамповки) и снабжают точными регуляторами скорости рабочего хода (для создания необходимых термомеханических условий процесса деформирования). В настоящее время отдельные отечественные заводы выпускают прессы усилием 2500 – 16 000 кН для изотермической штамповки; эти прессы могут быть использованы и для других высокотемпературных процессов горячего деформирования.

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ШТАМПОВ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Для изготовления штампованных заготовок методом горячего деформирования на кузнечно-прессовых машинах применяют специальный инструмент – штампы. В соответствии с действующими стандартами штамп является инструментом для обработки давлением, поверхность или контур одной или обеих частей которого соответствует обработанной детали или заготовке. Конструкция штампов зависит от их назначения, характера деформации, способа нагружения, принципа действия и других факторов. Так, для выполнения разделительных операций применяют отрезные, отрубные, пробивные, прошивные и обрезные штампы; для выполнения формоизменяющих операций – штампы для объемной штамповки, выдавливания, вальцовки, накатки, раскатки, а также правочные и высадочные штампы.

Различные по конструкции штампы используют для выполнения заготовительных, предварительных и окончательных операций. Естественно, что требования к качеству поверхности и другим конструктивным элементам заготовительных и предварительных штампов значительно ниже, чем к окончательным (чистовым), в которых оформляются конфигурация, размеры и свойства поковки.

Открытые (для штамповки с облоем) и закрытые (для штамповки без облоя) штампы применяют для выполнения различных работ (по характеру деформации): резки (разделение частей поковки), осадки (уменьшение высоты и увеличение поперечных размеров заготовки), выдавливания (увеличение высоты и уменьшение поперечных размеров заготовки), гибки (отсутствуют линейные деформации, отмечаются угловые перемещения) и комбинированной деформации (совместно протекают два или несколько видов пластической деформации). По скорости деформирования различают штампы динамического и статического нагружения. К штампам динамического нагружения относят

штампы молотов, у которых скорость деформирования превышает 1 м/с. У других кузнечно-прессовых машин нагружение штампов статическое.

Различают также универсальные штампы, в которых за счет замены отдельных формообразующих деталей можно штамповать различные поковки, и специализированные, предназначенные для изготовления поволоков определенной конфигурации и размера. Универсальными являются многие штампы кривошипных машин и гидравлических прессов, блочные (сборные) штампы молотов и винтовых пресс-молотов; в то же время цельные штампы штамповочных молотов и ковочных валцов изготавливают, как правило, специализированными.

Штампы могут быть одноручьевые, двухручевые и многоручьевые; простые (цельные) и сложные (сборные). В состав сложных штампов входят формообразующие, установочные и направляющие детали; крепление их осуществляют клином, болтами или горячей посадкой.

Конструкция штампа зависит также от его габаритных размеров и массы. Различают мелкие штампы и вставки (массой менее 30 кг), средние (30 – 200 кг), крупные (200 – 2000 кг) и очень крупные (более 2000 кг). Размеры и массу штампов учитывают при разработке технологии их изготовления и транспортировке.

На рис. 2.1 показана схема изготовления штампованной поковки, а на рис. 2.2 и 2.3 – схемы формообразующего и обрезающего штампов. Исходную заготовку, отрезанную от прутка (рис. 2.1, а), устанавливают в ручье нижней половины 1 формообразующего штампа (рис. 2.2); затем ударами верхней половины 2 штампа ей придают форму поковки с облоем (рис. 2.1, б). Форма поковки полностью повторяет конфигурацию полости, образующейся при смыкании обеих половин формообразующего штампа.

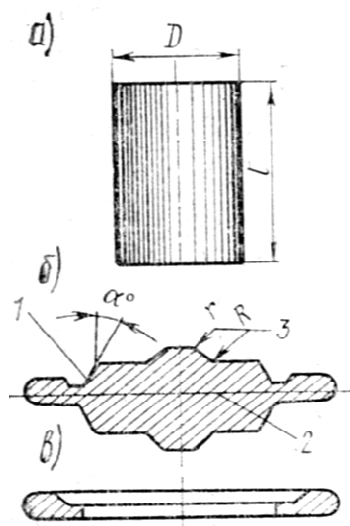


Рис. 2.1. Схема изготовления поковки путем горячего деформирования:
а – заготовка; б – поковка с облоем;
в – облой; г – готовая поковка;
1 – штамповый уклон;
2 – линия разъема штампа;
3 – радиусы закругления поковки;
D, l, R, r, α – размеры заготовки и поковки

Затем поковку передают к обрезающему прессу, устанавливают в матрице 1 обрезающего штампа (рис. 2.3) и движением вниз пуансона 4 отделяют облой (рис. 2.1, в) от готовой поковки (рис. 2.1, г).

На плоскости разъема располагаются рабочие элементы молотового штампа (рис. 2.4): ручки с облойной и литниковой канавками с выемкой под клещевину, замки и контрзамки.

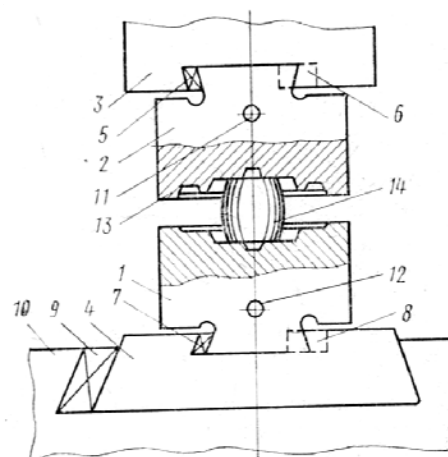


Рис. 2.2. Схема формообразующего молотового штампа:
1, 2 – нижняя и верхняя половины штампа;
3 – баба молота; 4 – штамподержатель;
5 – верхний клин; 6 – верхняя шпонка;
7 – нижний клин; 8 – нижняя шпонка;
9 – нижний клин; 10 – шабот;
11, 12 – подъемные (транспортные) отверстия; 13 – плоскость разъема;
14 – деформируемая заготовка

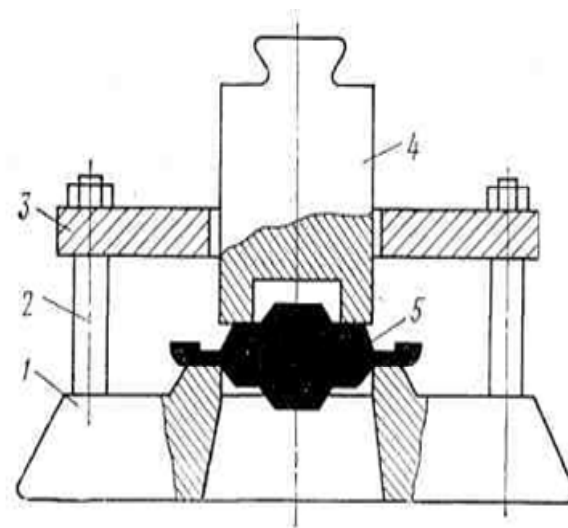


Рис. 2.3. Схема обрезающего прессового штампа:
1 – матрица; 2 – колонка; 3 – съемник;
4 – пуансон; 5 – поковка с облоем

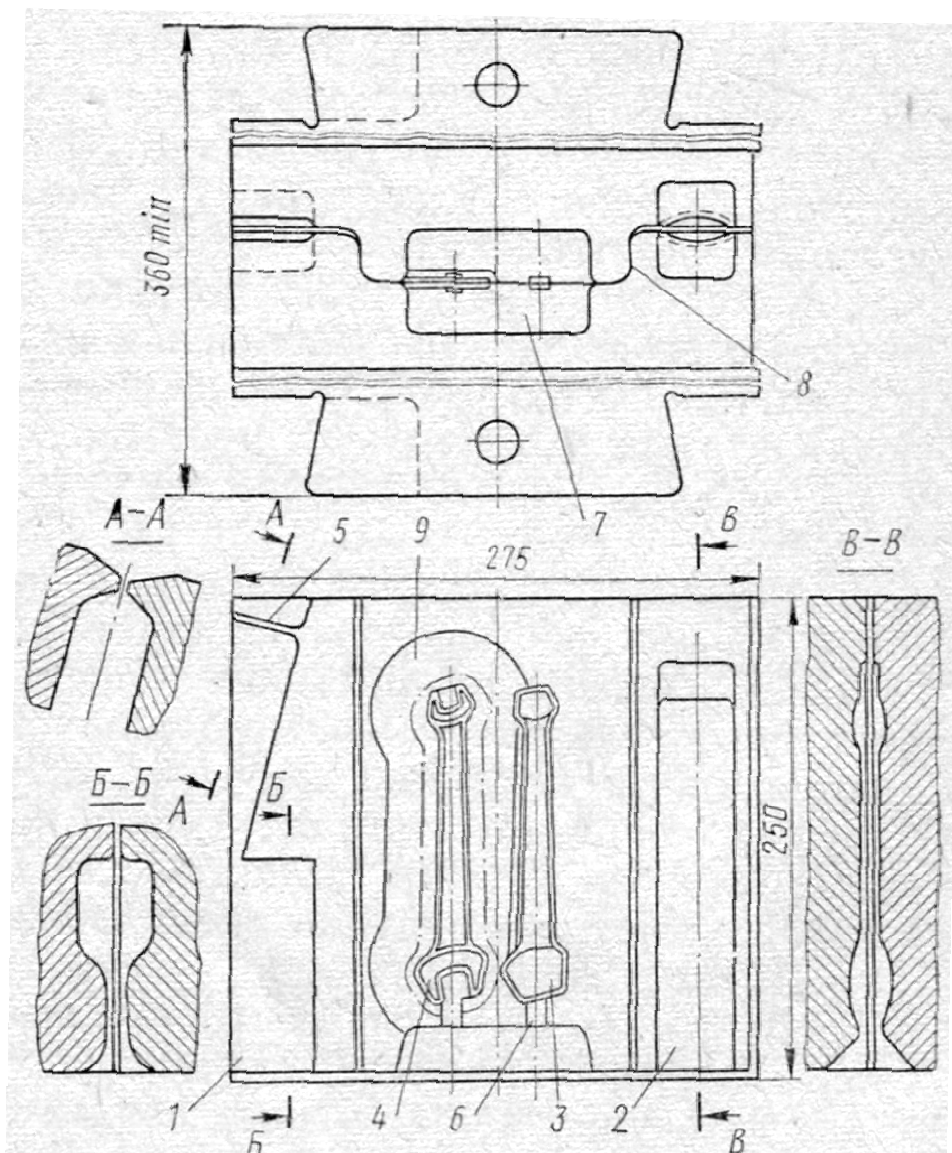


Рис. 2.4. Схема гравюры многоручьевого молотового штампа:
заготовительные ручки: 1 – протяжной; 2 – подкатной;
формующие ручки: 3 – черновой; 4 – чистовой; другие элементы
гравюры: 5 – отрубной нож; 6 – литниковая канавка; 7 – выемка
под клещевину; 8 – замок; 9 – облойная канавка

Ручьи служат для формообразования поковки; рабочую формообразующую поверхность ручья штампа обычно называют гравюрой. Литниковая канавка с выемкой под клещевину служит для извлечения готовой поковки, а замки и контрзамки (рис. 2.5) – для центрирования верхней и нижней половин штампа и уравнивания усилий, возникающих при криволинейном разъеме, боковые усилия могут возникнуть и в результате неравномерного распределения металла заготовки по плоскости разъема.

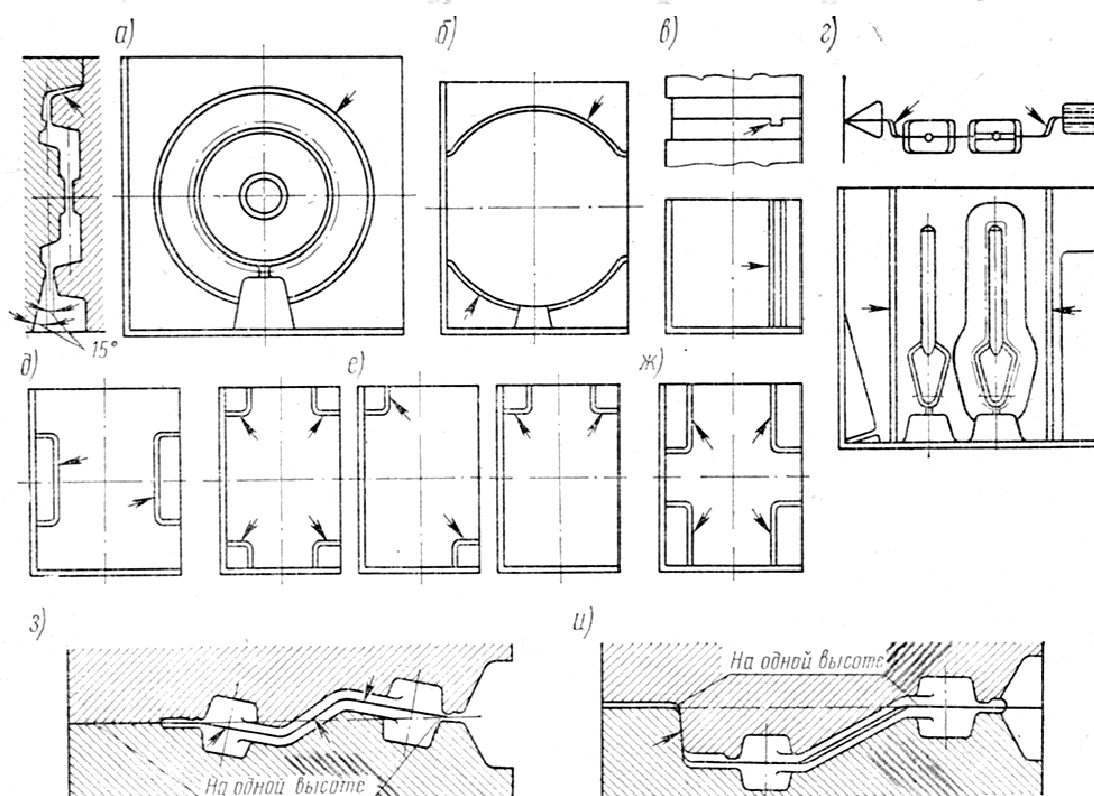


Рис. 2.5. Схема замков штампов:

а – кольцевой полный; б – кольцевой неполный; в – шлицевый;
г – долевой; д – боковой; е – угловой; ж – крестовой; з – самоуравно-
вешанный; и – контрзамок. Стрелками показано положение замков

Помимо основного назначения – формоизменения заготовки – конструкция штампа должна обеспечить его точную установку, надежное крепление и возможность транспортирования. Элементы молотового штампа, служащие для выполнения таких вспомогательных функций, показаны на рис. 2.6. Точную установку осуществляют по контрольным граням 3 и 5, образующим между собой контрольный угол. Для транспортирования штампа служат транспортные отверстия 7. Их размеры зависят от массы штампового кубика или вставки. Крепление штампа к бабе или штамподержателю молота производят с помощью шпонки и клина: для этого предусматривают шпоночный паз 1 и хвостовик 6. Конструкция и размеры вспомогательных элементов штампа определяются в соответствии с массой падающих частей. При этом площадь опорной поверхности хвостовика должна составлять не менее 450 см^2 на 1 т массы падающих частей молота.

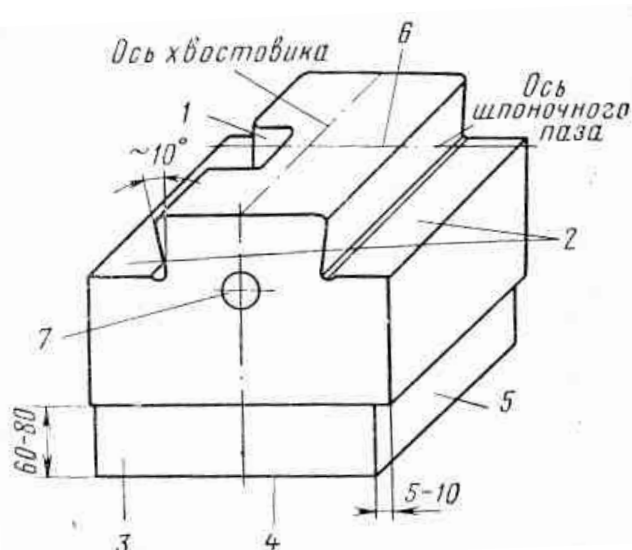


Рис 2.6. Схема вспомогательных элементов в штамповом кубике:

- 1 – шпоночный паз; 2 – заплечики;
- 3, 5 – поперечная и продольная контрольные стороны;
- 4 – плоскость разъема; 6 – хвостовик;
- 7 – подъемные отверстия

одного) ручьев. Значительно чаще применяют комбинированные (много-ручьевые) штампы (см. рис. 2.4). В таких штампах помимо формообразующих чистовых ручьев для предварительного перераспределения металла заготовки выполняют заготовительные ручки. Это уменьшает расход металла, снижает усилие штамповки, улучшает формирование поковки и увеличивает стойкость чистового ручья.

Различают пережимной, протяжной, подкатной и гибочный заготовительные ручки. Одной из разновидностей заготовительных ручьев является площадка для осадки или расплющивания. На рис. 2.7 показано расположение ручьев молотового штампа для штамповки поковки с двумя утолщениями на концах (типа шатуна, рычага или гаечного ключа). Сначала заготовку деформируют в протяжном ручье 1, затем в черновом ручье 2 окончательно оформляют поковку в чистовом ручье 3. Возможно применение комбинированных ручьев, в которых одновременно выполняют несколько заготовительных операций. Для отделения готовых поковок друг от друга (или от прутка) при спаренной или многоштучной штамповке в штампе предусматривают отрубной нож 4.

Штампы простого действия (с одним ручьем, см. рис. 2.2) применяют редко – в основном при штамповке простых по конфигурации или очень крупных поковок. Это связано с тем, что при штамповке простых по конфигурации поковок нет необходимости в предварительной обработке заготовок; при штамповке же очень крупных поковок на плоскости разъема штампа невозможно расположить большое число (более

Рассмотренные молотовые штампы называют закрепленными. У этих штампов верхнюю половину крепят на бабе, а нижнюю – в штамподержателе молота. При штамповке небольших серий поковок (50 – 200 шт.) на ковочных молотах или гидравлических прессах применяют незакрепленные (подкладные) штампы. Их схема представлена на рис. 2.8. Установленные в штамповом пространстве подкладные штампы удерживают с помощью клещей или специальных ручек. Точное расположение таких штампов обеспечивают с помощью штырей.

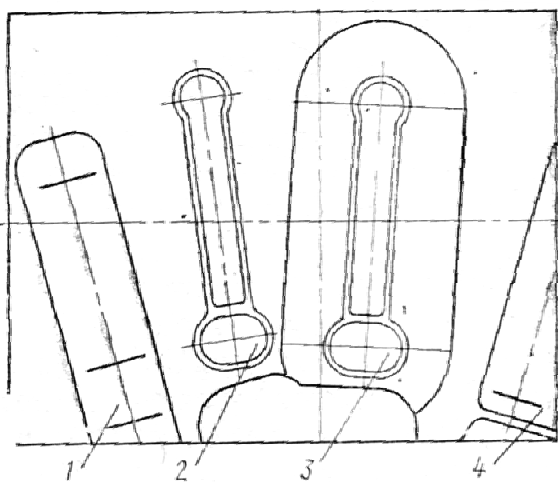


Рис. 2.7. Схема гравюры нижней половины штампа для штамповки поковок с двумя утолщениями на концах:
1, 2, 3 – соответственно протяжкой, черновой и чистовой ручьи;
4 – отрубной нож

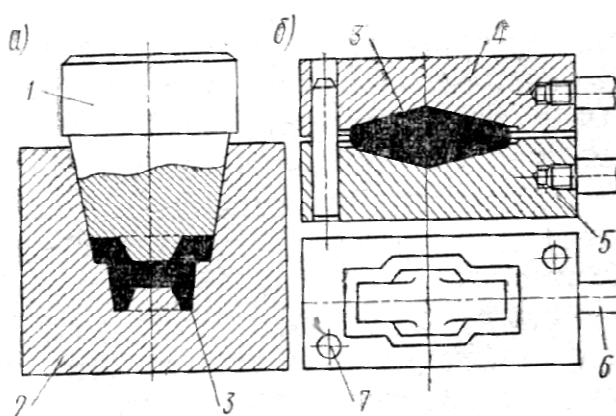


Рис. 2.8. Конструкция подкладных штампов для закрытой штамповки втулки (а) и открытой штамповки коромысла (б):
1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – поковка;
4, 5 – верхняя и нижняя половины штампа; 6 – ручка; 7 – направляющая колонка

На рис. 2.2 – 2.7 представлены цельные молотовые штампы. Каждая половина цельных штампов изготовлена из отдельного штампового кубика. Более целесообразно изготавливать штампы сборными или скрепленными. При изготовлении сборных штампов формообразующую деталь (вставку) соединяют с крепежной (блок-штампом) клиновым или винтовым зажимом; иногда применяют шариковое крепление (рис. 2.9). В скрепленных штампах вставку, знак-наметку или вкладыш запрессовывают в другие формообразующие или крепежные детали (рис. 2.10).

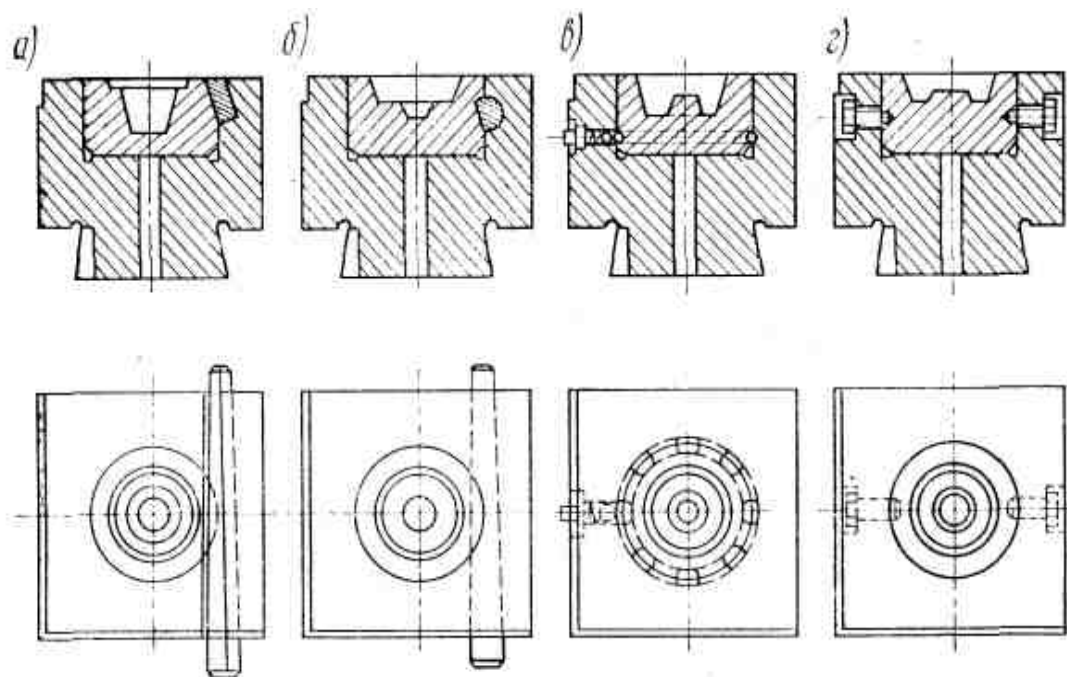


Рис. 2.9. Схема крепления сборных молотовых штампов:
а – призматическими клиньями; б – цилиндрическими клиньями;
в – шариковое; г – винтами

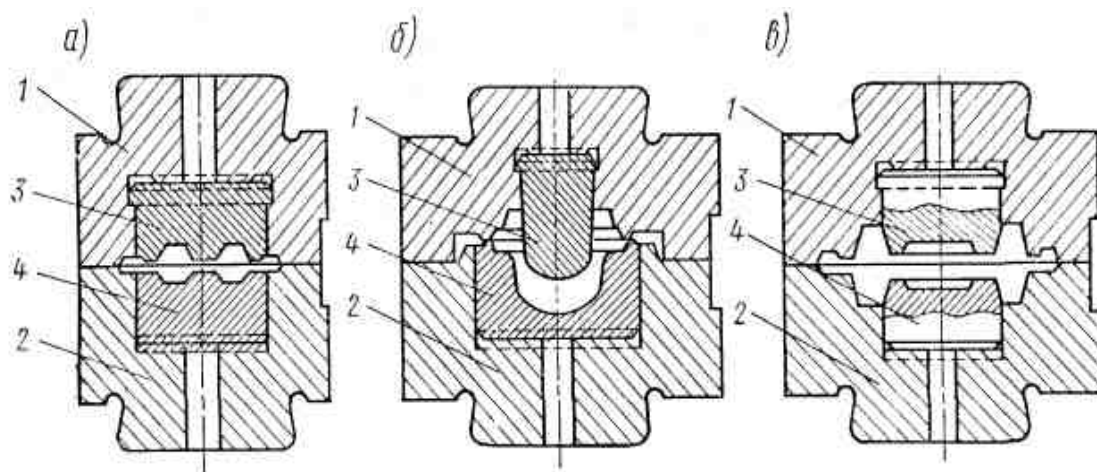


Рис. 2.10. Схема соединения скрепленных молотовых штампов горячей посадкой:
а – гравюра выполнена в обеих вставках; б – в верхней половине вставка-наметка, в
нижней ручьева вставка; в – в обеих половинках штампа вставки являются частью
гравюры; 1, 2 – соответственно верхняя и нижняя половины штампа; 3, 4 – верхняя и
нижняя вставки

Конструкция штампов гидравлических прессов, винтовых пресс-молотов и кривошипных машин (рис. 2.11 – 2.13) значительно сложнее конструкции молотовых штампов.

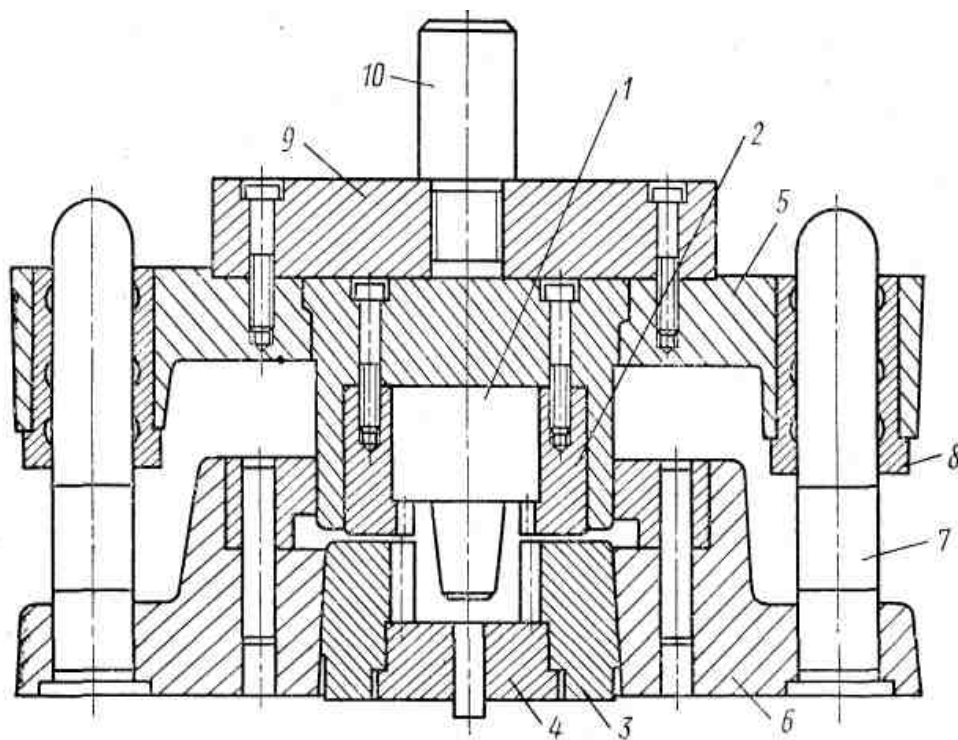


Рис. 2.11. Схема конструкции штампа винтового пресс-молота для штамповки полой поковки с наружными шлицами:
 1 – прошивень; 2 – вкладки верхней половины штампа; 3, 4 – вкладыши нижней половины штампа; 5, 6 – соответственно верхний и нижний блок-штампы; 7 – колонка;
 8 – втулка; 9 – плита; 10 – хвостовик

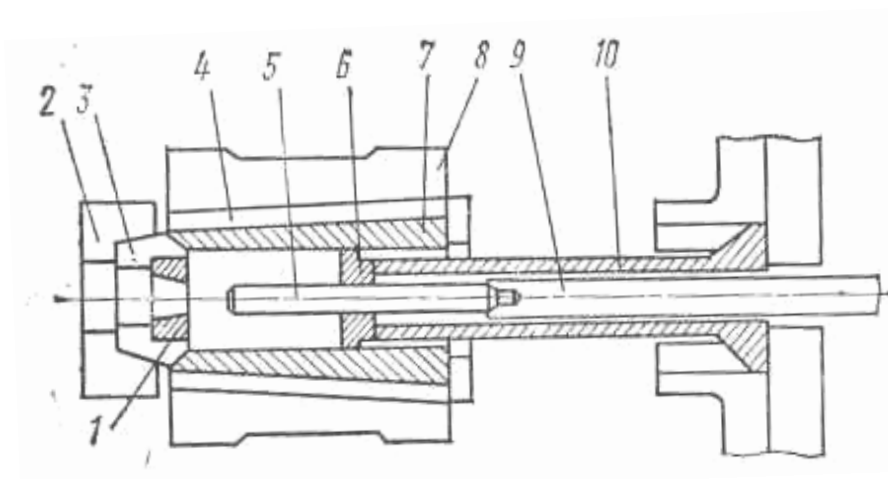


Рис. 2.12. Конструктивная схема штампового инструмента для выдавливания труб на горизонтальном гидравлическом прессе:
 1 – матрица; 2 – кольцо промежуточное; 3 – кольцо матрицедержателя; 4 – промежуточная втулка; 5 – игла;
 6 – пресс-шайба; 7 – внутренняя (рабочая) втулка; 8 – контейнер;
 9 – иглодержатель; 10 – шплинтон

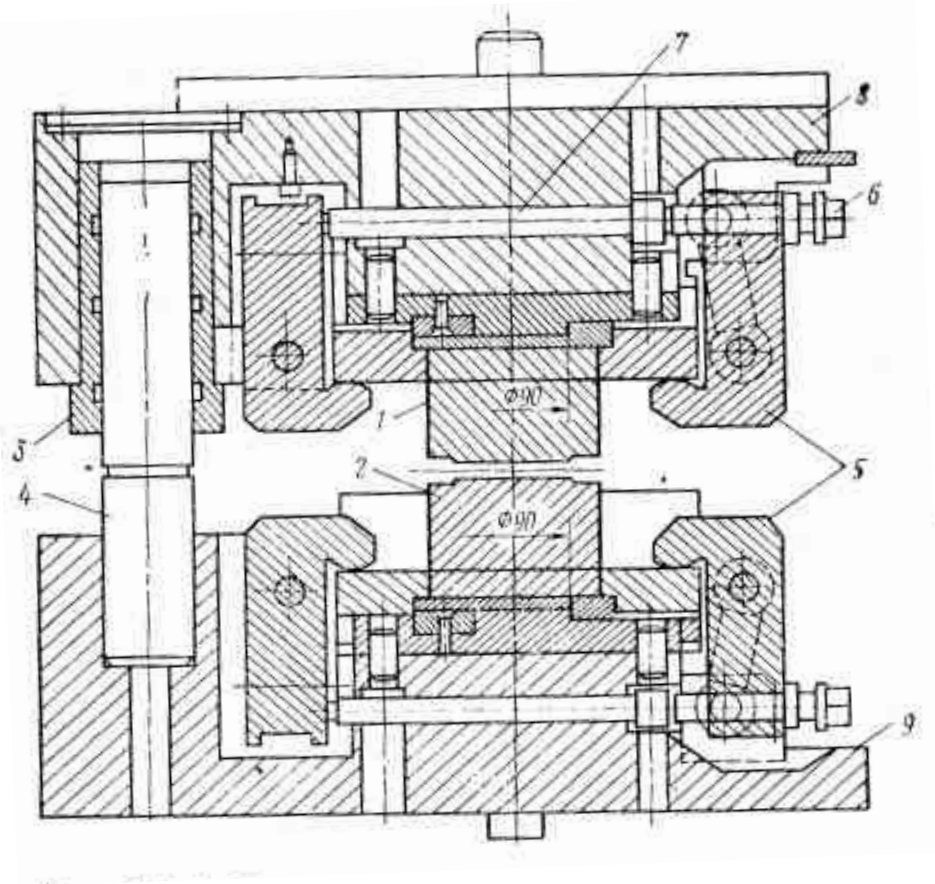


Рис. 2.13. Схема конструкции штампа для штамповки поковок на кривошипном горячештамповочном прессе (гравюра на вставках 1 и 2 показана):

- 1 – верхняя вставка; 2 – нижняя вставка; 3 – направляющая втулка;
- 4 – направляющая колонка; 5 – накладки; 6 – зажимной болт;
- 7 – нажимной стержень; 8 – верхний пакет; 9 – нижний пакет

Как правило, штампы, предназначенные для этого кузнечно-прессового оборудования, состоят из большого числа деталей, выполняющих отдельные функции: формообразование, крепление, установку и направление движения. Рассмотрим основные технологические процессы горячего деформирования металлов. Упрощенные схемы инструмента для их осуществления представлены на рис. 2.14.

Открытую (облойную, рис. 2.14, а) и закрытую (безоблойную, рис. 2.14, б) штамповку производят путем формовки заготовки, установленной в нижней половине 2 штампа, за счет движения верхней половины штампа. Эти технологические процессы выполняют на молотах всех типов, винтовых пресс-молотах, кривошипных горячештамповочных и гидравлических штамповочных прессах.

Винтовые пресс-молоты, кривошипные и гидравлические прессы оборудуют механизмами выталкивания отштампованной поковки; выталкиватели 3 обычно устанавливают в нижней половине штампа. Правку поковок (рис. 2.14, в) производят на этом же оборудовании; иногда применяют обрезные прессы. Штампы для правки также состоят из двух половин.

Разделительные операции горячей штамповки можно выполнять как заключительный переход непосредственно на молотах и горизонтально-ковочных машинах; однако предпочтительней отформованную на молоте или прессе поковку передавать для обрезки облоя на специальные обрезные прессы. Конструкция отрубного ножа 4 молотового штампа приведена выше (см. рис. 2.7). На рис. 2.14, г показан отрезной ручей горизонтально-ковочной машины. Готовую поковку отрезают от прутка путем перемещения подвижной полуматрицы 5. Для повышения стойкости режущих кромок обе полуматрицы (подвижную и неподвижную) обычно оснащают отрезными вставками 6.

Обрезку облоя и пробивку отверстий производят соответственно обрезными или пробивными пуансонами 7; для этого поковку устанавливают в матрицу 8 (рис. 2.14, д, е).

Конструкция и схема работы высадочных штампов зависят от применяемого для штамповки кузнечно-прессового оборудования. При высадке из штучных заготовок на кривошипных горячештамповочных прессах и винтовых пресс-молотах чаще всего используют схему, показанную на рис. 2.14, ж. Заготовку устанавливают в матрице 5 и высаживают высадочным пуансоном 4; затем готовую поковку удаляют выталкивателем 3. При высадке из прутка на горизонтально-ковочных машинах (рис. 2.14, з) прутки сначала зажимают полуматрицами 5; затем производят высадку пуансоном 4.

Штамповку выдавливанием производят на кривошипных горячештамповочных и гидравлических прессах (рис. 2.14, и, к). Заготовку укладывают в матрицу 8 и выдавливают пуансоном 9. Для выталкивания готовой поковки служит выталкиватель 5.

Схема штампов, применяемых для выдавливания профилей и труб на вертикальных или горизонтальных гидравлических прессах, представлена на рис. 2.14, л, м. При выдавливании сплошных профилей заготовку (или слиток) укладывают в контейнер 12; затем за счет движения пресс-шайбы 11, закрепленной на пуансоне 10, ее выдавливают через профильную матрицу 13 (рис. 2.14, л). При выдавливании полых профилей заготовку сначала прошивают иглой 15; затем ее выдавливают через промежуток 14, образованный иглой и матрицей (рис. 2.14, ж).

Вальцовку заготовок производят профилированием во вращающихся бандажах (валках) 16, закрепленных на валках ковочных вальцев (рис. 2.14, н). Деформирование на радиально-обжимных машинах выполняют бойками 17 с соответствующим рабочим профилем. При этом заготовка подается в зону действия бойков (рис. 2.14, о).

Раскатку кольцевых заготовок, устанавливаемых на центральном валке 18, производят нажатием вращающегося нажимного вала 19; для стабилизации и контроля процесса раскатки служат направляющие и контрольные ролики 20 (рис. 2.14, п). Накатку зубчатых профилей и резьбы на заготовках также выполняют специальными вращающимися валками.

В настоящее время принято основные детали штампов горячего деформирования именовать следующим образом:

- верхний и нижний штампы – соответственно верхняя и нижняя половины цельного или сборного (скрепленного) штампа (детали 1 и 2 на рис. 2.14);
- штамповая или ручьевая вставка – формообразующая деталь сборного или скрепленного штампа; гравюра вставки полностью соответствует одному или нескольким переходам штамповки (детали 1, 2 на рис. 2.12);
- вкладыш (или боек), знак, прошивник (или прошивень) – формообразующие детали штампа, формирующие наружные и внутренние (неглубокие и глубокие) участки поковки (деталь 1 на рис. 2.13);
- пуансон – подвижная деталь штампа выдавливания, высадочного, прошивного и обрезного штампов (детали 4 и 9 на рис. 2.14);

– матрица – неподвижная деталь штампа выдавливания, высадочного, прошивного или обрезного штампов; в матрицу обычно укладывают заготовки перед штамповкой, обрезкой или высадкой. В штампах выдавливания отдельно различают контейнер, в который помещают заготовку, и матрицу, через которую выдавливают необходимый профиль (детали 8, 13 на рис. 2.14);

– полуматрицы – составные части разъемной матрицы (деталь 5 на рис. 2.14);

– толкатель (или выталкиватель) – деталь штампа, служащая для выталкивания готовой штамповки; иногда толкатель формирует полости (деталь 3 на рис. 2.14);

– блок, блок-штамп, пакет – крепежная и установочная части сборного штампа (детали 5 и 6 на рис. 2.11 или 8 и 9 на рис. 2.13);

– бандаж – крепежная и установочная части скрепленного штампа; зачастую бандажом называют кольцевой штамп-валок ковочных валцов;

– направляющие колонки и втулки – направляющие детали сборных штампов (детали 3 и 4 на рис. 2.14);

Различают также с ъ е м н и к и (деталь 3 на рис. 2.3), служащие для съема поковки с прошивных или обрезных пуансонов, детали выталкивающих устройств, вспомогательные детали штампов.

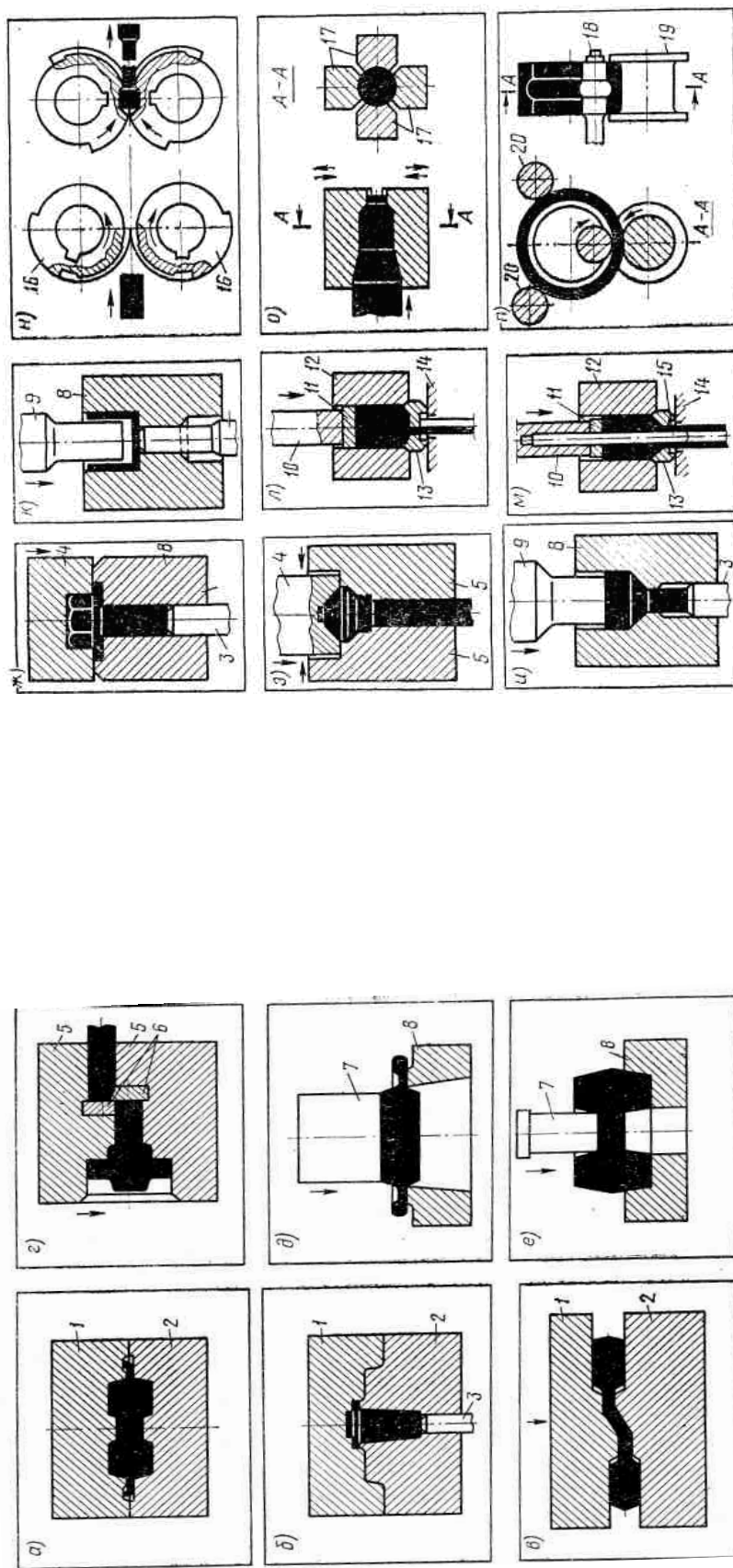


Рис. 2.14. Схемы штампов, применяемых для выполнения различных технологических процессов деформации:

а, б – соответственно открытая и закрытая объемная штамповки; в – правка; г – отрезка; д – прямое
е – пробивка; ж – высадка штучной заготовки; з – высадка от прутка; и, к – соответственно прямое и обратное
выдавливание; л, м – соответственно выдавливание сплошного и полого (труба) профиля; н – вальцовка;

о – радиальная ковка; п – раскатка

3. ШТАМПЫ ДЛЯ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ И ПРАВКИ

При объемной штамповке заготовка получает заданные размеры и форму за счет заполнения металлом рабочей полости штампа; при правке за счет пластической деформации устраняется искажение формы заготовки.

Рассмотрим штампы, в которых пластическая деформация металла происходит преимущественно методом осадки, однако при этом частично возможны выдавливание, прошивка и протяжка.

3.1. Молотовые штампы

Для объемной штамповки на молотах применяют в основном цельные штампы. Их габаритные размеры колеблются в широких пределах. Так, штамп молота с массой падающих частей 0,63 т имеет размеры $180 \times 380 \times 380$ мм и массу 65 кг, а штамп молота с массой падающих частей 50 т – размеры $600 \times 4500 \times 1360$ мм и массу 27 т. Габаритные размеры и масса штамповых кубиков в зависимости от типа и массы падающих частей молотов приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Габаритные размеры и масса штамповых кубиков

Тип молота	Масса падающих частей, т	Масса штампуемых кубиков, кг	Габаритные размеры штампового кубика, мм				Масса штампового кубика, кг	
			высота	ширина	длина	минимальная высота без заострения	минимальная	максимальная
Фрикционный	0,5	До 1	180	350	450	90	65	230
	0,75	1–1,5	180	400	500	110	75	280
	1,0	1,5–2,5	180	450	550	110	100	355
	1,5	2,5–5	220	600	670	130	150	695
Паровоздушный	0,63	До 1	180	380	380	90	65	205
	1,0	1–2,5	180	450	450	110	75	285
	2,0	2,5–7	220	550	670	130	200	650
	3,15	7–17	320	670	800	170	300	1 260
	5,0	20–40	320	800	950	200	500	1 910
	10,0	70–100	380	1000	1180	230	1000	3 520
	16,0	180–300	500	1120	1500	250	1600	6 595
	25,0	Более 300	500	1250	1800	300	2500	8 830
Бесшаботный	5,0	20–40	300	710	1320	180	500	2 205
	10,0	70–100	350	900	2000	230	1000	5 085
	22,5	300 и более	500	1180	2800	290	2500	12 700
	50,0	300 и более	600	1350	4500	320	5000	26 800

При необходимости высоту штампового кубика для фрикционных молотов можно увеличить в 1,5 – 2 раза, для паровоздушных в 1,2 – 1,5 раза, для бесшаботных в 1,1 – 1,25 раза. Однако при этом следует соответственно уменьшить другие размеры кубика, с тем чтобы сохранить его максимально допустимую массу. В соответствии с ГОСТ 7831 – 78 масса заготовок для штампов не должна превышать 16 485 кг; заготовки большей массы изготавливают по специальному заказу.

Выбор размеров и массы молотовых штампов и штамповых кубиков производят в соответствии с размерами поковки; при этом учитывают необходимость обеспечить достаточную прочность штампа, а также возможность одновременного изготовления двух и более поковок.

Высота штампа определяется глубиной штамповочных ручьев (рис. 3.1), а длина и ширина – размерами поковки в плане; при этом учитывают размеры облойной канавки и стремятся обеспечить необходимую толщину стенки штампа (рис. 3.2). В том случае, если на гравюре штампа расположено несколько ручьев, толщина разделяющей их стенки должна составлять 0,6 ширины гравюры, но не менее 10 – 11 мм. Масса верхнего штампа не должна превышать 30% от массы падающих частей молота (баба – шток – поршень); практически у паровоздушных молотов она составляет около 10%, а у фрикционных – около 25%.

Для удовлетворительного формообразования поковки при штамповке на молотах необходимо полное смыкание верхнего и нижнего штампов. Действующие при этом динамические нагрузки могут вызвать смятие зеркала штампа (свободной от ручьев и замков площади поверхности разъема). Поэтому необходимо проводить соответствующие расчеты на прочность. Рекомендуемые размеры зеркала штампов составляют: для молотов с массой падающих частей до 4 т – не менее 300 см² на 1 т массы падающих частей, для молотов с массой падающих частей более 4 т – не менее 250 см² на 1 т массы падающих частей.

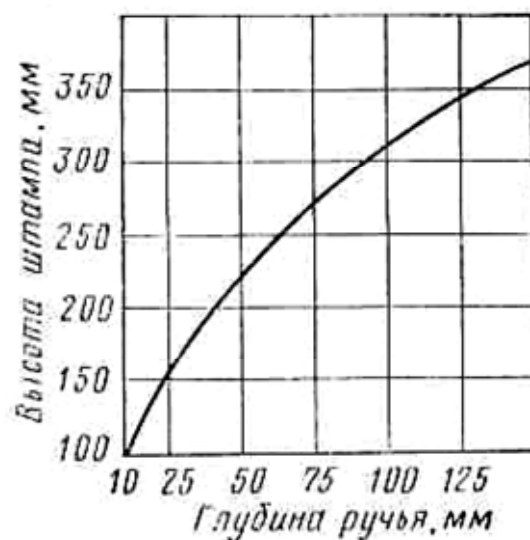


Рис. 3.1. Зависимость высоты штампа от глубины ручья

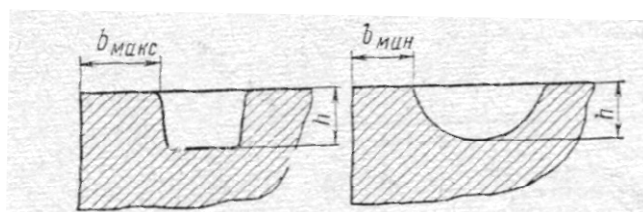


Рис. 3.2. Влияние конфигурации полости и глубины ручья на толщину стенки штампа:

h, мм	10	32	50	60	80	100	125	160
$b_{\text{макс}}$, мм	30	50	65	75	95	120	140	150
$b_{\text{мин}}$, мм	20	40	55	65	80	80	80	80

Размеры бабы и штамподержателя, к которым крепят хвостовики штампов, определяют в соответствии с ГОСТ 7024 – 85; зазор между штампом и направляющей молота допускают не менее 10 – 20 мм, ГОСТ 7024 – 85.

Работоспособность молотовых штампов зависит прежде всего от конструктивных особенностей чистовых формообразующих ручьев; их износ является ведущим при определении стойкости штампов. Поэтому в дальнейшем основное внимание уделяется рассмотрению конструкции чистовых формообразующих ручьев.

Конфигурацию ручья рассчитывают по чертежу горячей поковки: при этом выбирают необходимые припуски и допуски, штамповочные уклоны, ра-

диусы сопряжений, закруглений и переходов. Соответствующие рекомендации приведены в справочнике под редакцией Е.И. Семенова [4]. В качестве примера укажем лишь, что наружные штамповочные уклоны составляют $3 - 7^\circ$, внутренние – $5 - 12^\circ$; радиусы сопряжений, закруглений и переходов достигают 1,5 – 5 мм (при высоте ребра до 5 мм) и 6 – 25 мм (при высоте ребра до 100 мм). При конструировании окончательного ручья ребра, бобышки и другие трудно-заполняемые элементы поковки располагают в верхнем штампе и на значительном расстоянии от клещевины, а части поковки, застревающие в штампе, 9 – ближе к клещевине.

В открытых молотовых штампах часть металла с целью полного формообразования поковки вытесняется в облойную канавку; в закрытых же штампах технологический излишек металла незначителен. Число ручьев в открытых штампах может достигать шести, а в закрытых трех (обычно один).

Штамповка в закрытых штампах обеспечивает значительную экономию металла и способствует повышению точности поковок. Однако закрытые молотовые штампы применяют лишь для изготовления поковок, имеющих в плане форму тел вращения. Применение штамповки в закрытых штампах ограничивается повышенными требованиями к точности размеров заготовок, качеству их нагрева под штамповку, необходимостью точного дозирования энергии удара молота при штамповке.

Работоспособность формовочных, а также обрезных и пробивных штампов (при выполнении следующих за штамповкой операций обрезки облоя и пробивки отверстий) в значительной мере зависит от конфигурации облойных канавок и наметок для образования полостей в поковке.

Облойные канавки открытых молотовых штампов состоят из облойного мостика и магазина и имеют различную конфигурацию и размеры (рис. 3.3). Наиболее распространены облойные канавки, показанные на рис. 3.3, а, б; канавку с магазином в верхней и нижней половинах штампа (рис. 3.3, в) применяют на отдельных участках или по всему контуру окончательного ручья при изготовлении сложных поковок с повышенным отходом металла в облой.

Клиновидную канавку, показанную на рис. 3.3, г, рекомендуют для круглых в плане поковок при равномерном облое, а показанную на рис. 3.3, д – при неравномерном облое.

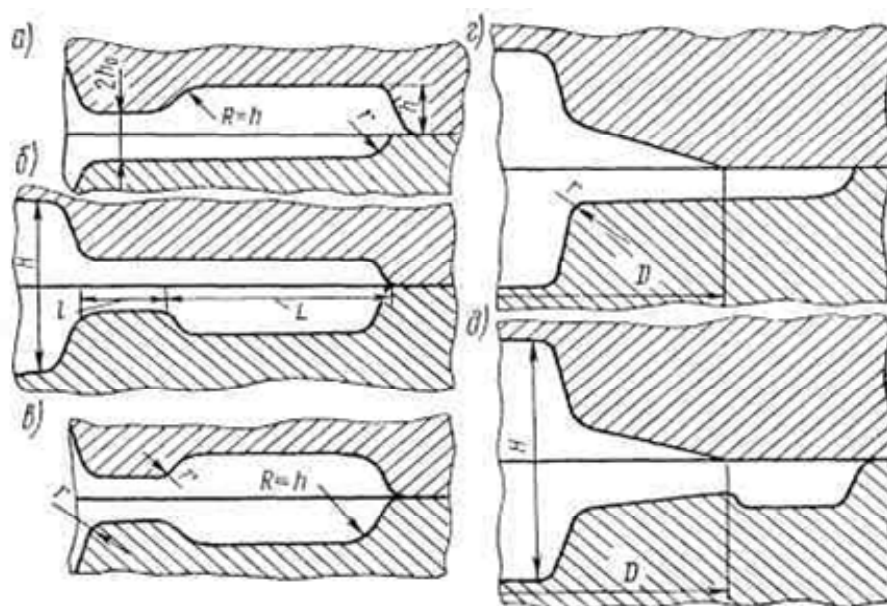


Рис. 3.3. Конструкция облойных канавок молотовых штампов:
а – магазин расположен в верхней половине штампа;
б – магазин расположен в нижней половине штампа;
в – магазин расположен в обеих половинах штампа;
г, д – клиновидная форма

Форма наметок для прошивки отверстий показана на рис. 3.4. Толщина перемычки 5 составляет $(0,7 - 0,8) D$ мм ($0,7$ – при $H - 25$ мм, $0,8$ – при >25 мм). Величины l и h принимают в соответствии с данными табл. 3.2, а размеры r , r_1 , α и β – из справочника [4]. Остальные параметры рассчитывают с учетом геометрии прошиваемого отверстия.

Так, например, $d_0 = D - 2 \tan \beta$; $d = d_0 - 2r$.

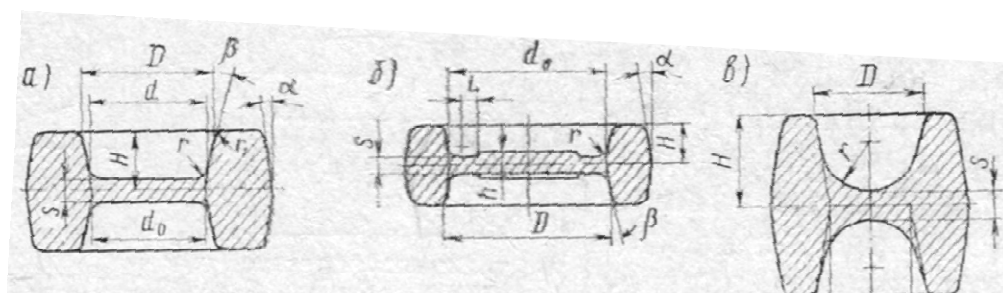


Рис. 3.4. Форма наметок для прошивки отверстий:
а – при $D < 100$ мм; б – при $D \geq 100$ мм;
в – при $D \geq 20$ мм и $S \geq 0,8 \sqrt{D}$ (глухая наметка)

Применение клиновидных канавок позволяет уменьшить потери металла, и число ударов молота; одновременно увеличивается стойкость штампов. Рекомендуемые размеры облойных канавок приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Рекомендуемые размеры облойных канавок (мм) *								
Масса надающих частей молота, т	Толщина облойного мостика $2h_0$	Глубина магазина h	Ширина облойного мостика l		Ширина магазина L	Радиус закругления мостика r при глубине ручья H		
			при осадке	при выдавливании		до 10	10—20	более 20
До 1	1—1,6	4	6	8	25—30	1—1,5	1,5—2	1,5—3
	1,6—2	5	10	12	28—32	1,5	2	2,5
1—2	2—3	5—6	9—10	10—12	30—40	1,5—2	1,5—3	1,5—4
	3—4	6—8	14	16	38—42	2—2,5	2,5—3	3—3,5
2—4	3—4	6—8	12—13	13—16	40—50	1,5—2	2—3	2—4
	5—6	10	18	20	46—50	2,5—3	3—3,5	3,5—4
4—6,3	4—6	8—10	14—15	15—22	50—60	2—3	3—4	3—6
	7—8	12—14	20	22	50—55	3—3,5	3,5—4	4—4,5
6,3—10	6—8	10—12	16—18	18—30	60—70	2—3	3—4	3—6
	9—10	15—16	24	25	55—60	3,5—4	4—4,5	4,5—5

Существенным резервом повышения экономической эффективности горячей штамповки на молотах (как и на другом кузнечно-прессовом оборудовании) является применение сборных и скрепленных штампов (см. рис. 2.9 и 2.10); при этом весь ручей штампа или его часть выполняют сменным или запрессовывают горячей посадкой. При использовании сборных и скрепленных штампов вкладыши и вставки изготавливают из штамповых сталей повышенной теплостойкости и прочности (цельные штампы изготавливать из таких сталей нетехнологично и экономически нецелесообразно). Кроме того, появляется возможность штамповать близкие по конфигурации и размерам поковки с применением универсального блок-штампа и нормализованных вставок, т. е. использовать групповые методы штамповки в мелкосерийном производстве.

Использование сменных молотовых вставок позволяет за счет применения повышеннолегированных штамповых сталей в 1,5—3,5 раза увеличить стой-

кость штампов. Даже при мелкосерийном производстве расход штамповой стали уменьшается на 30–50%, трудоемкость изготовления штамповой оснастки – на 50–55%.

Обычно крепление вставок в молотовых штампах производят клиньями и горячей посадкой. Конструкции блок-штампов, вставок и клиньев для крепления призматических угловых, призматических и цилиндрических вставок молотов с массой падающих частей 0,63–3,15 т (рис. 3.5 и 3.6) стандартизованы.

Их размеры представлены в табл. 3.3 и 3.4.

Масса блок-штампов, изготавливаемых вместо штамповой стали из конструкционной стали марок 45Х или 40Х, в 10–20 раз больше массы сменных вставок; это и обеспечивает значительную экономию штамповой стали. Цилиндрические вставки применяют для штамповки круглых в плане и имеющих глубокие ручьи поковок, а призматические – для штамповки поковок с мелкими ручьями или поковок, имеющих в плане удлиненную форму. Как правило, угловые призматические вставки и соответствующие им блок-штампы более сложны в изготовлении, однако их применение обеспечивает повышенную точность штампуемых поковок.

Сборные штампы для паровоздушных молотов большой мощности (масса падающих частей 5 т и выше) в настоящее время применяют редко. Имеются сведения об использовании их на Ижевском металлургическом заводе и заводе «Уралхиммаш».

Горячую посадку цилиндрических вставок долгие годы считали единственным надежным способом крепления. В настоящее время ее применяют относительно редко. Это связано с отсутствием взаимозаменяемости вставок и блок-штампов, необходимостью снимать штамп с молота для замены вставки, значительной трудоемкостью запрессовки и распрессовки вставки.

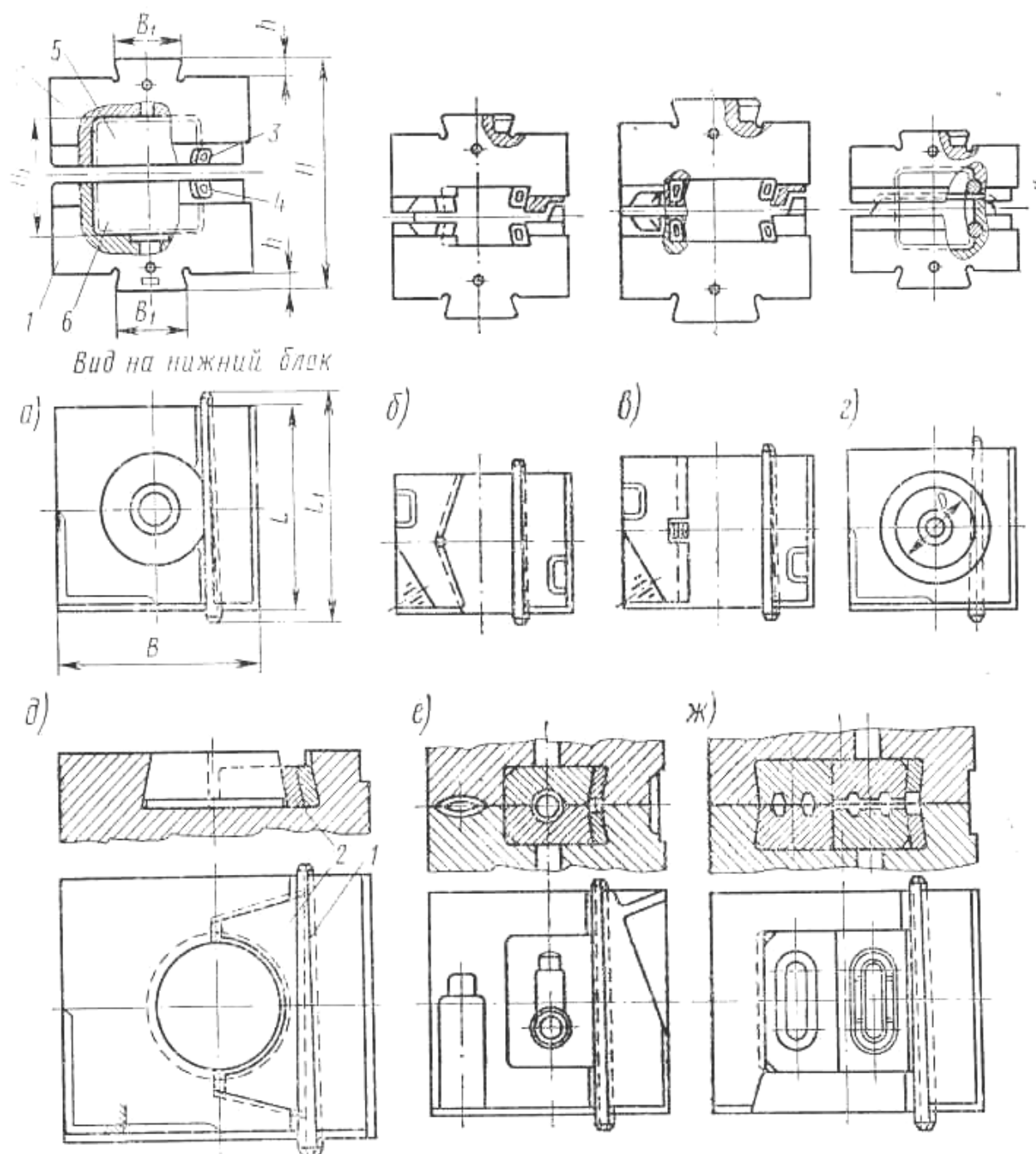


Рис. 3.5. Конструктивное исполнение молотовых блок-штампов с клиновым креплением вставок:

а – обычный блок, крепление цилиндрических вставок призматическим клином; б – блок с замком и угловыми призматическими вставками; в – блок с замком и прямоугольными призматическими вставками; г – блок с замком, крепление цилиндрических вставок круглым клином; д – обычный блок, крепление цилиндрических вставок обоймой и клином; е – блок с закрытым (глухим) гнездом и прямоугольными призматическими вставками; 1, 2 – соответственно нижний и верхний блоки; 3, 4 – соответственно верхний и нижний клинья; 5, 6 – соответственно верхняя и нижняя вставки

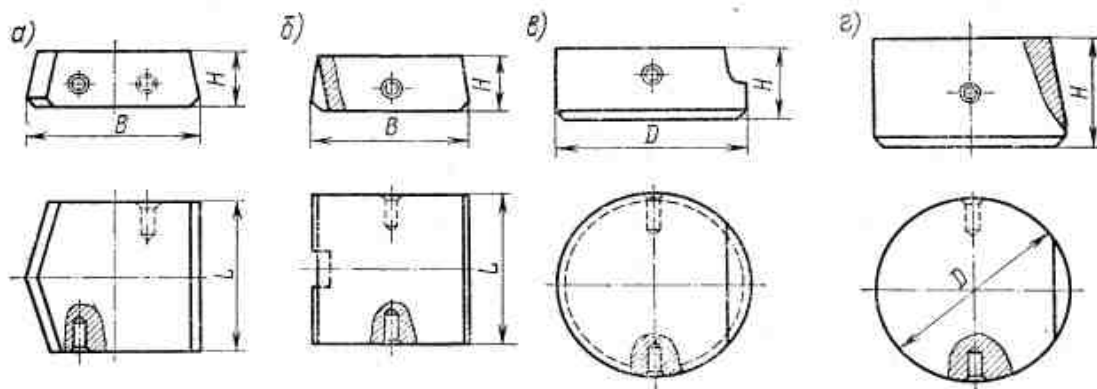


Рис. 3.6. Схемы молотовых вставок с клиновым креплением:
а – угловая призматическая; б – прямоугольная призматическая; в – цилиндрическая для крепления призматическим клином;
г – цилиндрическая для крепления цилиндрическим клином

Таблица 3.3

Размеры и масса стандартных молотовых блок-штампов

Масса поющих частей молота, т	Ширина блока B	Ширина хвостовика B_1	Длина блока L	Длина клина L_1	Размер гнезда b или D	Высота хвостовика h	Закрытая высота блок-штампа H		Высота под вставку H_1		Масса блок-штампа, кг
							наименьшая	наибольшая	наименьшая	наибольшая	
							размеры, мм				

Блок-штампы для призматических вставок

0,63	380	160	320	460	195—205	46	442	500	122	180	287—316
1,0	480	200	360	500	225—250	51	522	600	122	200	512—552
1,6	530	200	400	540	282—312	51	602	680	162	240	716—764
2,0	560	200	450	590	312—352	51	682	760	162	240	986—1046
2,5	630	300	500	640	336—376	66	682	760	222	280	1151—1260
3,15	670	300	560	700	356—396	66	722	800	202	280	1463—1613

Блок-штампы для цилиндрических вставок

0,63	360	160	340	480	200,2	46	502	560	162	220	386—390
1,0	450	200	420	560	250,2	51	522	580	242	300	562—567
1,6	530	200	530	670	280,3	51	562	620	262	320	952—956
3,0	560	200	530	670	320,3	66	642	700	282	340	1142—1148
2,5	600	300	560	700	340,3	66	702	760	302	360	1434—1440
2,15	630	300	630	770	380,3	66	742	800	322	380	1790—1796

Для замены изношенной вставки весь штамп нагревают до температуры 200 – 300°C. Затем вставку охлаждают водяным душем (рис. 3.7). За счет интенсивного охлаждения размеры вставки уменьшаются; это позволяет легко удалить ее из гнезда. Вставку для замены подбирают в соответствии с фактическими размерами блок-штампа; этим обеспечивают рекомендуемый натяг (0,1 – 0,2% от диаметра). Затем блок-штамп нагревают, закладывают вставку и

производят охлаждение до комнатной температуры; после охлаждения штамп снова готов к эксплуатации.

Наиболее рационально применять горячую посадку для крепления быстроизнашивающихся элементов штамповочных ручьев (наметок, прошивной и различных вкладышей). Размеры посадочных мест D и H (рис. 3.8) определяют с учетом следующих соотношений: для вставок с $l > 60$ мм величина, равная $0,6D$; для вставок с $D < 60$ мм величина $H = D$; натяг для вставок с $D = 60 - 120$ мм составляет $0,2 - 0,3$ мм.

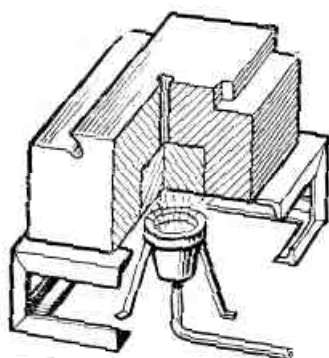


Рис. 3.7. Приспособление для выпрессовки штамповой вставки

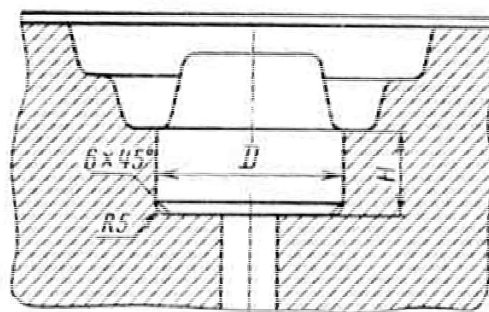


Рис. 3.8. Конструкция наметки-вкладыша, запрессованного в штамп методом горячей посадки

Во вставке молотового штампа могут одновременно размещаться черновой и чистовой ручки. При этом заготовительные ручки и отрубной нож располагают в блок-штампе (рис. 3.9). Вкладыши можно устанавливать не только в цельных штампах, но и во вставках.

Таблица. 3.4

Размеры и масса стандартных вставок для клинового крепления в молотовых блок-штампах

Масса подающих частей молота, т	Призматические вставки				Цилиндрические вставки		
	H , мм	B , мм	L , мм	масса, кг	D , мм	H , мм	масса, кг
0,63	61—90	170	160—320	12—35	200	81—100	20—24
1	61—100	200	200—360	18—48	250	121—150	47—57
1,6	81—120	250	250—400	37—88	280	131—160	63—77
2	81—120	280	250—450	42—112	320	141—170	89—100
2,5	101—140	300	400—500	88—150	340	151—180	108—129
3,15	101—140	320	450—560	108—185	380	161—190	146—169

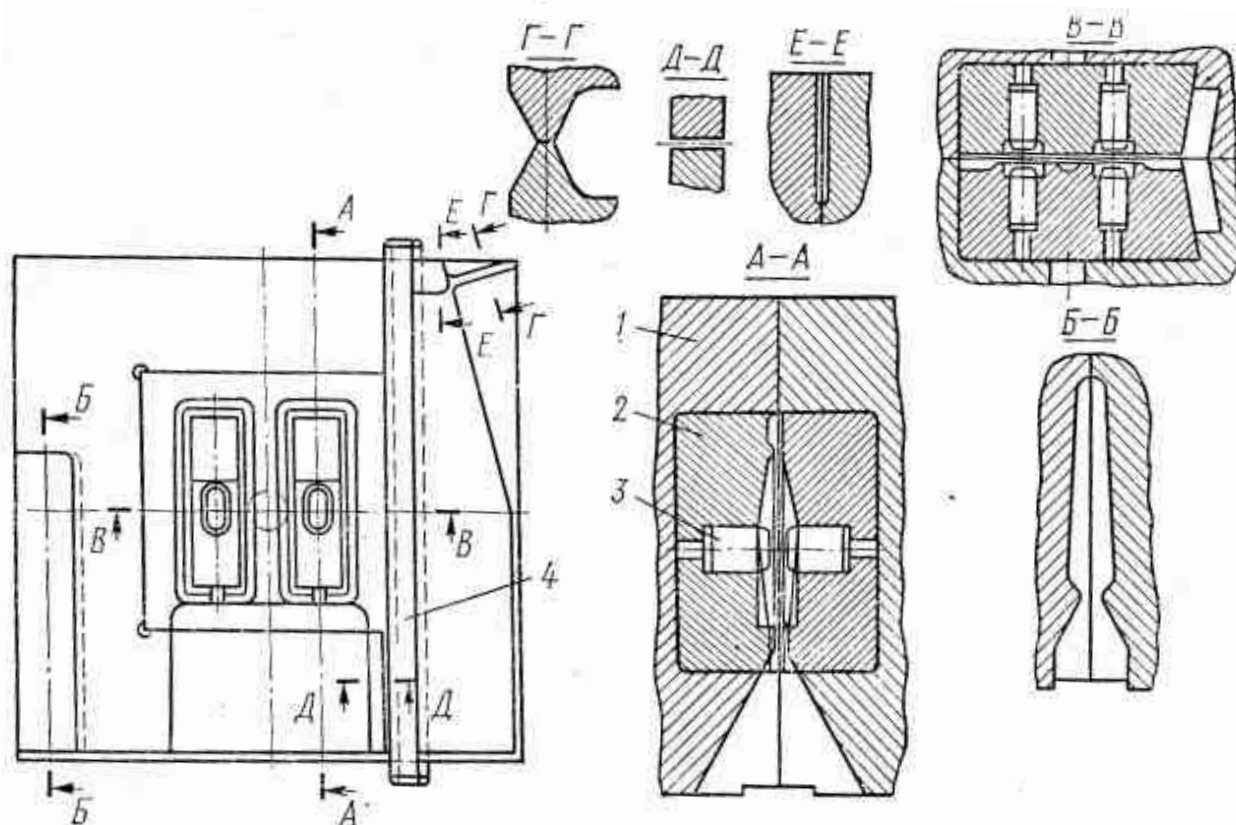


Рис. 3.9. Схема молотового штампа с прямоугольными вставками, закрепляемыми клином в закрытом гнезде; вкладыши запрессованы во вставки методом горячей посадки: 1 – блок-штамп; 2 – вставка; 3 – вкладыш-прошивень; 4 – клин

Горячую правку в правочных штампах на молотах и прессах с использованием нагрева под штамповку производят в том случае, если мощность соответствующего кузнечно-прессового оборудования недостаточна для холодной правки. Ручей правочного штампа изготавливают по номинальным размерам поковки, размеры корректируют на величину усадки при частичном охлаждении поковки. Конструкцию правочного штампа следует по возможности упростить: спрямить сложный контур, не обжимать небольшие выступы, открыть ручей для улучшения доступа к поковке и т. д. Конструкция штампа для правки поковки типа рычага приведена на рис. 3.10.

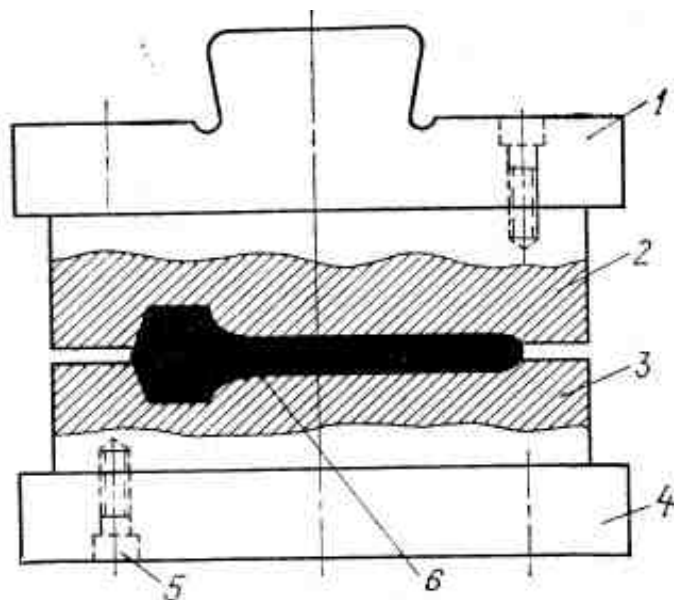


Рис. 3.10. Схема штампа для правки:
1 – верхний блок; 2, 3 – рабочие вставки; 4 – нижний блок; 5 – болт; 6 – поковка

3.2. Штампы винтовых и гидровинтовых пресс-молотов

Штампы винтовых и гидровинтовых пресс-молотов отличаются от молотовых штампов прежде всего тем, что они являются в большинстве случаев одноручьевыми, без заготовительных переходов. Заготовки для окончательной штамповки подготавливают на другом оборудовании: ковочных вальцах, электровысадочных машинах, молотах и т. д. Возможна штамповка партии поковок на винтовом пресс-молоте в предварительном штампе, затем после повторного нагрева – в окончательном чистовом штампе. Штампы винтовых пресс-молотов снабжены нижним выталкивателем с большим ходом; это позволяет штамповать поковки с длинным стержнем. По сравнению с молотами винтовые пресс-молоты имеют большую площадь стола; это дает возможность устанавливать сложные сборные штампы.

Конструкции цельных штампов винтовых пресс-молотов представлены на рис. 3.11 и 3.12. Для того чтобы обеспечить соосность верхнего и нижнего штампов при штамповке невысоких поковок, применяют крестовые или угловые замки, а при штамповке высоких поковок – направляющие колонки. Конструктивные особенности сборного штампа с призматическими вставками и на-

правляющими колонками, применяемого на винтовых формах и повышенном выходе металла в облой, таковы, что магазин располагают в обеих половинах штампа (см. рис. 3.3, в).

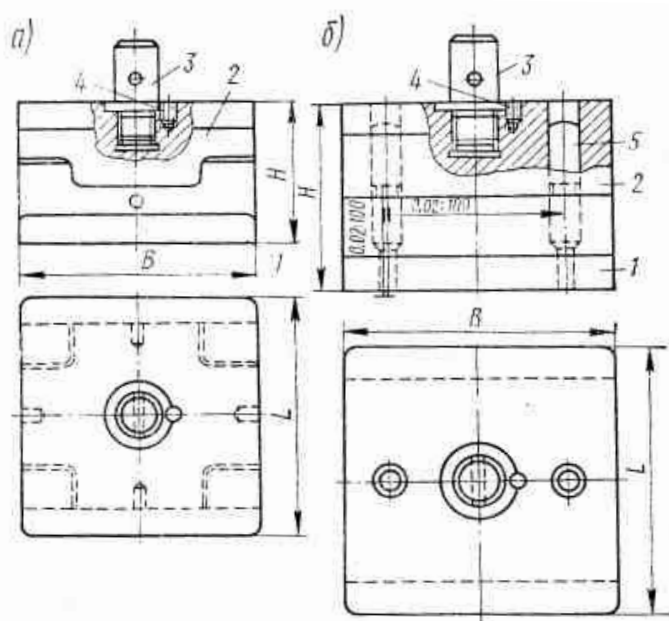


Рис. 3.11. Схема цельных штампов винтовых пресс-молотов:

а – с угловыми замками; б – с направляющими колонками; 1, 2 – нижняя и верхняя половины штампа; 3 – хвостовик; 4 – винт-фиксатор; 5 – направляющая колонка

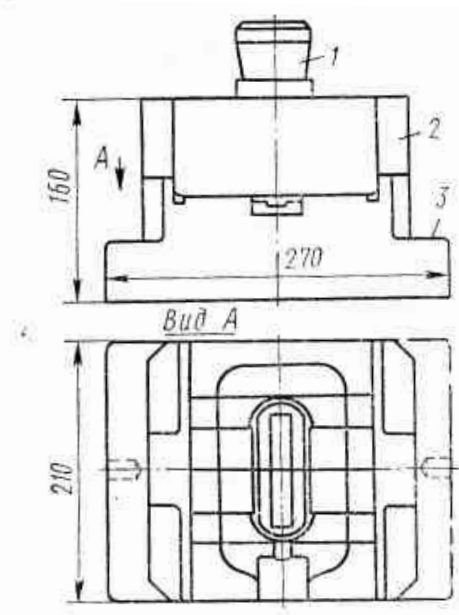


Рис. 3.12. Схема цельного штампа винтового пресс-молота для изготовления поковок удлиненной формы: 1 – хвостовик; 2 – верхний штамп; 3 – нижний штамп

Конструкция и размеры наметок для прошивки отверстий при штамповке на винтовых пресс-молотах также идентичны применяемым на молотах (см. рис. 3.4, а, в). Глухую наметку выполняют при $D = 12 - 30$ мм и $S < 0,8D$. Наметку со скосом под пробивку применяют при $S > 30$ мм; при этом, если $H < 25$ мм, величина $S = 0,7D$, при $H > 25$ мм $S = 0,81D$.

Крепление верхнего штампа или блок-штампа к ползуну производят с помощью круглого хвостовика (см. рис. 3.11) или хвостовика с заплечиками (см. рис. 3.12). Допустимо крепление с помощью винтов или скоб (рис. 3.14, а). Нижние штампы и блок-штампы крепят в основном с помощью винтов и скоб, а вставки – клиньями.

Конструкция штампов винтовых пресс-молотов позволяет осуществлять их охлаждение водой в процессе эксплуатации или подогрев перед началом работы. Для этого в штампах выполняют каналы для подвода воды или монтируют элементы сопротивления для нагрева электрическим током.

3.3. Штампы кривошипных горячештамповочных прессов

Штампы кривошипных горячештамповочных прессов по назначению можно разделить на универсальные и специальные. Наиболее часто применяют универсальные штампы; они позволяют путем замены формообразующих элементов (ручьевых вставок, пуансонов и матриц) осуществлять штамповку поковок близкой конфигурации и размеров в одном пакете или блок-штампе. Специальные штампы применяют при массовом производстве для штамповки одной поковки сложной конфигурации в тех случаях, когда использование универсального штампа затруднено. На рис. 3.13 приведена конструктивная схема универсального штампа для кривошипного горячештамповочного пресса усилием 20 000 кН. Штамп предназначен для штамповки круглых в плане и имеющих удлиненную форму поковок. Соответственно этому применяют пакеты из трех цилиндрических или трех призматических вставок. Штамп состоит из верхнего 1 и нижнего 2 блок – штампов. В нижнем запрессовывают направляющие колонки 3, а в верхнем – втулки 4.

С помощью специального рычажно-кулачкового механизма 5 при водятся в движение выталкиватели 6, расположенные в верхнем и нижнем блок-штампах. Вставки 7 расположены на подштамповых плитах, их крепят к блоку с помощью клиновых накладок 9 и скоб 10. Для фиксирования вставок в направлении, параллельном фронту пресса, служит винтовой зажим 11. Блок-штампы крепят к ползуну и столу пресса болтами, проходящими через отверстия 12.

Обычно в универсальных штампах применяют три пары вставок. При двухпереходной штамповке одна пара вставок нерабочая. В отдельных случаях применяют и четвертую осадочную пару вставок; ее обычно располагают отдельно от других вставок в передней части штампа. Как правило, встав-

ку окончательного ручья размещают в центре пакета, место расположения других вставок зависит от того, с какой сторон подают заготовку и где расположен обрезной пресс.

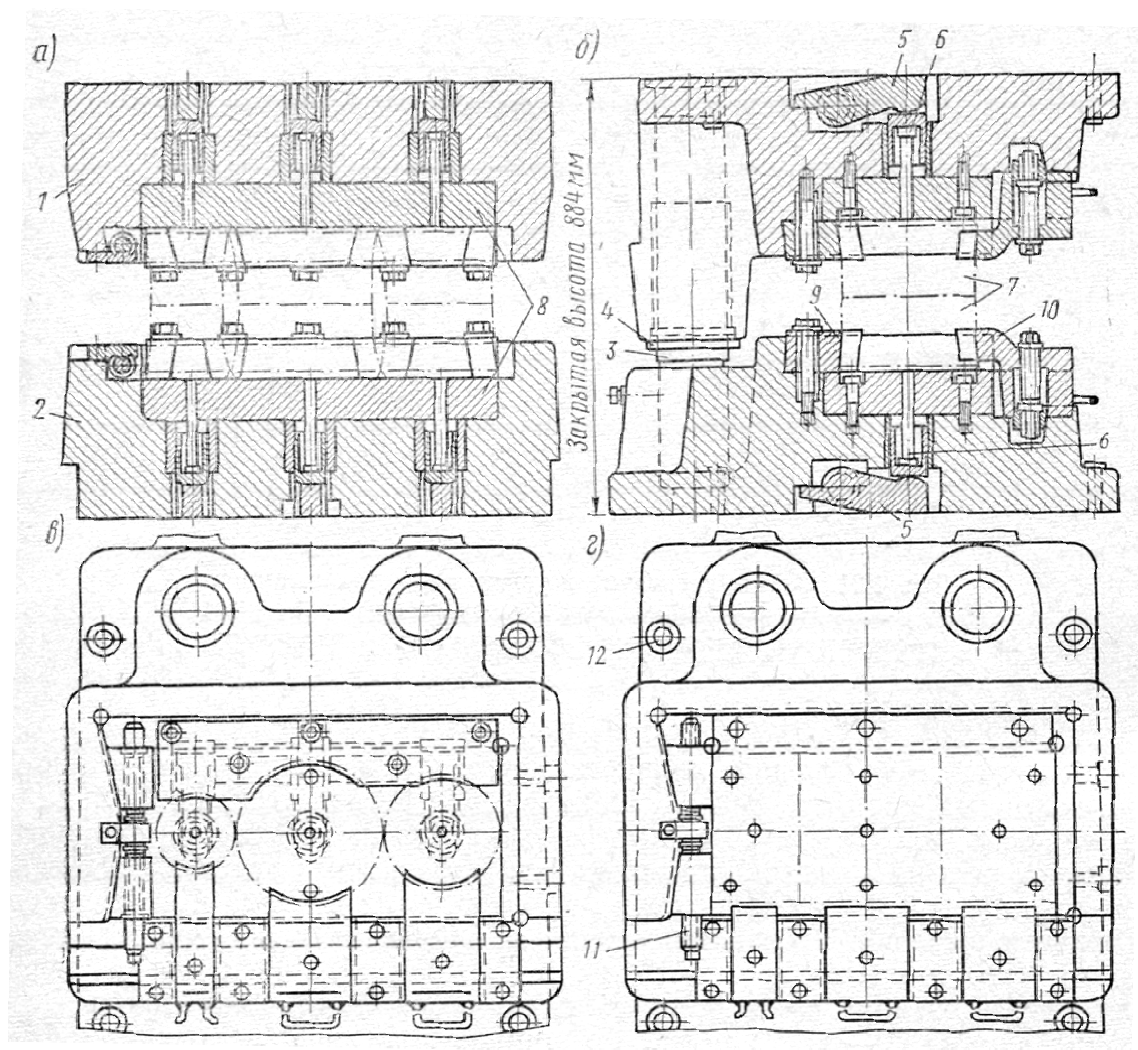


Рис. 3.13. Схема универсального штампа для горячей штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе усилием 20 000 кН:
а – разрез параллельно фронту прессы; б – разрез перпендикулярно фронту прессы;
в, г – вид сверху на нижний блок-штамп соответственно с цилиндрическими и призматическими вставками

Конструктивные схемы универсальных штампов кривошипных горячештамповочных прессов отличаются друг от друга исполнением системы выталкивания (центральная или рычажно-кулачковая), расположением накладок (правостороннее или левостороннее) и системой крепления нижних вставок (облегченное или усиленное крепление скобами или накладками). Схемы крепления вставок в пакетах представлены рис. 3.14. В табл. 3.5 приведены габ-

ритные размеры штампового пространства кривошипных горячештамповочных прессов, которые учитывают при расчете размеров штампов.

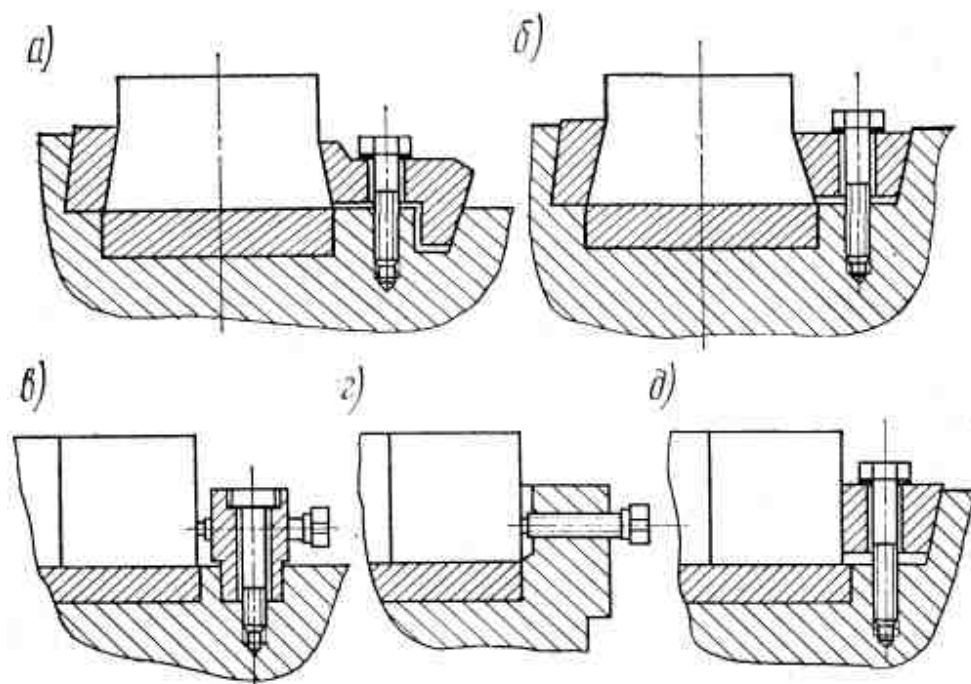


Рис. 3.14. Схемы крепления вставок в пакетах штампов кривошипных горячештамповочных прессов: а – продольное накладками; б – продольное прижимными клиньями; в – боковое упорными болтами через стойку; г – боковое упорными болтами через стенку блока; д – боковое прижимными клиньями

Таблица 3.5

Габаритные размеры штампового пространства кривошипных горячештамповочных прессов, мм

Усилие пресса, кН(тс)	Закрытая высота	Длина ползуна	Ширина ползуна	Длина стола	Ширина стола
6 300(630)	560	600	600	820	640
10 000(1000)	560	720	720	990	770
16 000(1600)	660	910	860	1200	940
20 000(2000)	890	1010	960	1300	1060
25 000(2500)	890	1120	1070	1400	1200
31 500(3150)	1000	1230	1230	1500	1360
40 000(4000)	1000	1420	1420	1620	1570
50 000(5000)	1150	1540	1540	1780	1720
63 000(6300)	1150	1680	1680	1950	1900
80 000(8000)	1240	1880	1880	2150	2100

Для штамповки поковок удлиненной формы и небольшой высоты применяют призматические вставки. Их конструкция и основные размеры представлены на рис. 3.15 и в табл. 3.6.

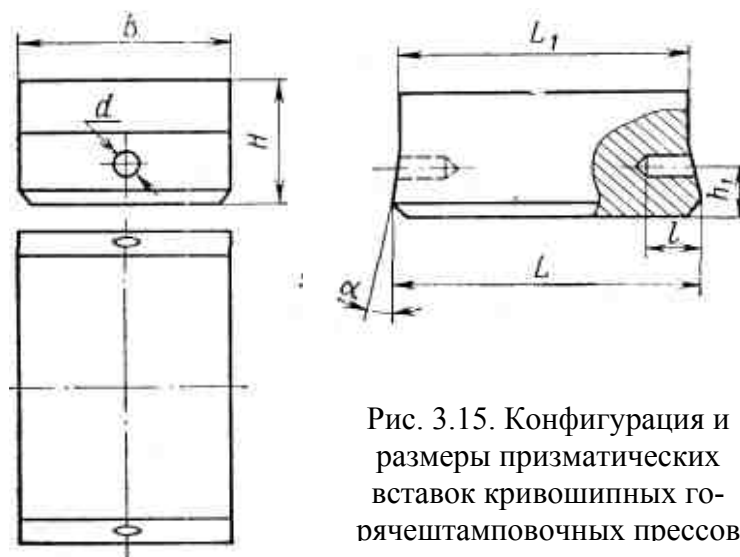


Рис. 3.15. Конфигурация и размеры призматических вставок кривошипных горячештамповочных прессов

Таблица 3.6

Размеры и масса вставок для кривошипных горячештамповочных прессов

Усилие пресса, кН (тс)	Высота H	Ширина B	Длина L/L_1	Диаметр отверстий d	Координаты отверстий		Угол крепежной грани α	Масса вставки, кг
					h_1	l		
	размеры, мм							
6 300 (630) 6 300 (630) 6 300 (630) 10 000 (1000)	100	80 110 150 300	<u>200</u> 180	16	32	32	7°	11,5 16 22 44
6 300 (630) 6 300 (630) 10 000 (1000) 10 000 (1000)	100	100 140 190 380	<u>250</u> 230	16	32	32	7°	18,5 26 35 70
10 000 (1000) 10 000 (1000) 16 000 (1600) 16 000 (1600)	125	120 180 240 480	<u>320</u> 294	16 16 20 20	40	32 32 40 40	7°	35,5 54 78 143
16 000 (1600) 16 000 (1600) 25 000 (2500) 40 000 (4000)	160	160 220 300 600	<u>400</u> 355	20 20 20 30	50	40 40 40 60	10°	72 105 140 280
25 000 (2500) 25 000 (2500) 40 000 (4000)	200	200 280 380	<u>500</u> 445	30	60	60	10°	145 200 280
25 000 (2500) 40 000 (4000) 40 000 (4000)	250	280 340 480	<u>630</u> 570	30	50	60	10°	320 400 560

Цилиндрические вставки ранее применяли для штамповки круглых в плане поковок. Однако в последнее время и для круглых поковок предпочитают применять призматические вставки. Их проще регулировать; кроме того, крепление призматических вставок более надежно. При этом формообразующие детали штампов изготавливают в виде цилиндрических матриц или вкладышей и крепят в призматической вставке накладками или горячей посадкой (рис. 3.16).

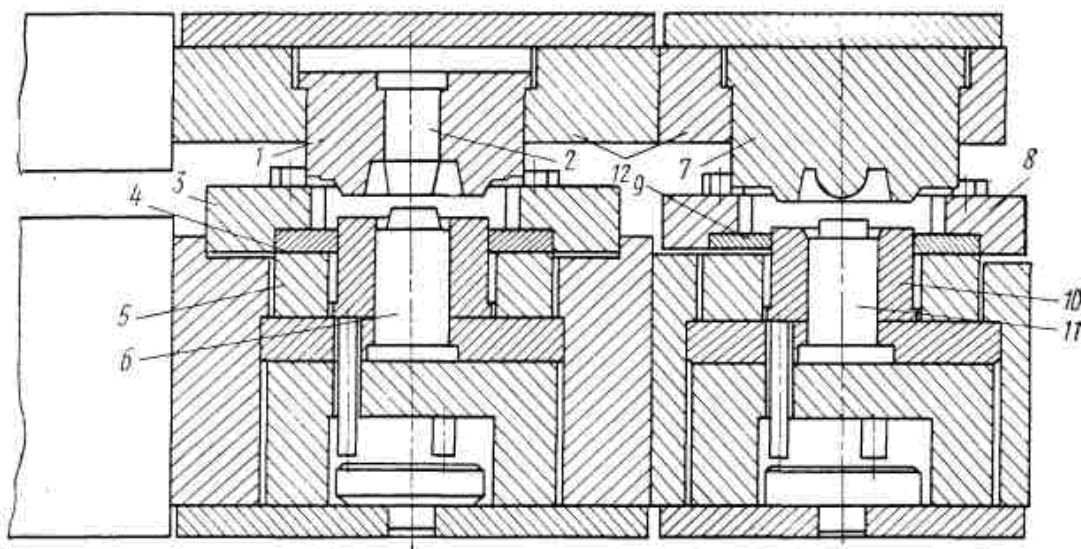


Рис. 3.16. Схема формообразующих вставок штампа кривошипного горячештамповочного прессы для штамповки поковки шестерни:
 чистовой ручей (в центре): 1 – пуансон; 2 – верхний прошивень; 3 – зубчатый вкладыш; 4 – опорное кольцо-вставка; 5 – вкладыш-выталкиватель; 6 – нижний прошивень; черновой ручей (справа): 7 – пуансон; 8 – зубчатый вкладыш; 9 – опорное кольцо-вставка; 10 – вкладыш-выталкиватель; 11 – прошивень; 12 – призматические универсальные вставки для крепления формообразующих вставок

Штампы кривошипных горячештамповочных прессов конструируют так же, как и молотовые. На зеркале вставки в соответствии с чертежом горячей поковки выполняют окончательный ручей с облойным мостиком, литник и выемку для клещевины. В теле вставки высверливают отверстия для выталкивателя, транспортные отверстия, а при необходимости – водоохлаждающие каналы. Применяют открытый, односторонний и двухсторонний облойные мостики (рис. 3.17). В большинстве случаев используют открытый мостик (тип I); односторонний (тип II) применяют в том случае, если кромка ручья удалена от края вставки. На участках ручья, в которых в облой вытесняется большое количество металла, выполняют двухсторонний облойный мостик (тип III). Наконец,

для вставок горячей правки и калибровки используют облойный мостик типа IV. Размеры облойных мостиков штампов кривошипных горячештамповочных пресов представлены в табл. 3.7.

Для уменьшения потерь металла в облой и повышения стойкости штампов иногда применяют облойные мостики клиновидной формы (см., например, рис. 3.3, г). В отдельных случаях для увеличения сопротивления вытеканию металла в облой толщину мостика h_3 уменьшают на 40 – 50% или же его ширину увеличивают на 50 – 70%. Выбор системы выталкивания определяется конфигурацией поковок.

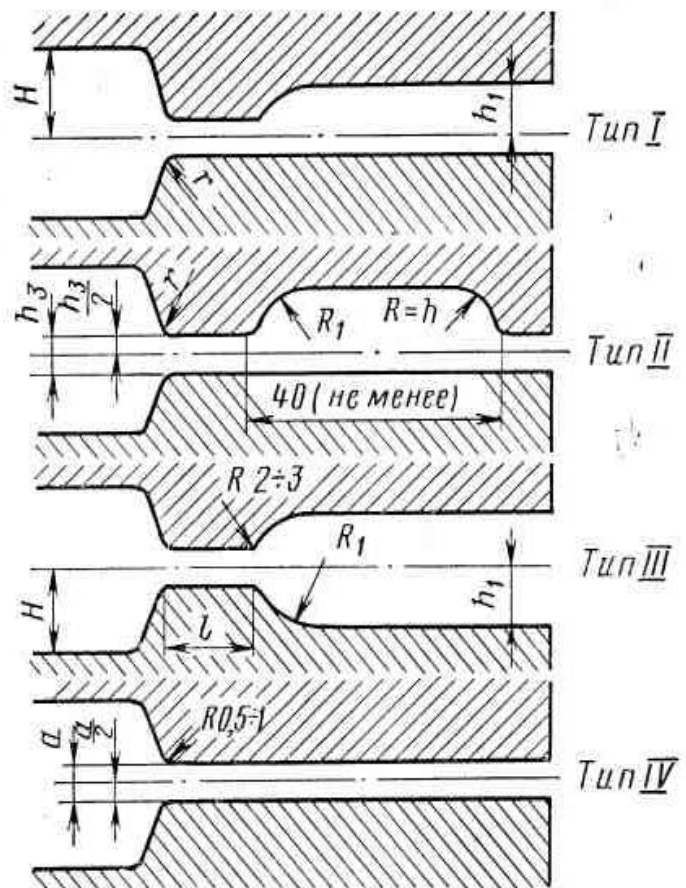


Рис. 3.17. Схемы основных типов облойных канавок штампов кривошипных горячештамповочных пресов

Таблица 3.7

Размеры облойных мостиков штампов кривошипных горячештамповочных пресов, мм

Усилие прессы, кН(тс)	Толщина облойного мостика		Ширина мостика l	Глубина канавки h_1	Радиус канавки R_1	Глубина ручья H	Радиус закругле- ния мости- ка r
	h_3	a					
6 300 (630)	1—1,5	0,6—1	4—5	5	15	1—3	0,5
10 000 (1000)	1,5—2	1—1,5	4—6	6	15	3—8	1
16 000 (1600)	2—2,5	1,2—1,6	5—6	6	20	8—20	1,5
20 000 (2000)	2,5—3	1,4—1,8	6	6—8	20	20—30	2
25 000 (2500)	2,5—3	1,6—2	6	6—8	20	30—60	3
31500—40 000 (3150—4000)	3,5—4	2—2,5	6—8	8	25	60—80	3,5—4
50 000—63 000 (5000—6300)	4—5	3—3,5	8—12	9—12	30	Более 80	5—6

Для поковок, которые необходимо принудительно выводить только в окончательном ручье, а также выталкиваемых с помощью одного выталкивателя в каждом ручье, более удобна центральная система с выталкивателями, работающими непосредственно от толкателя пресса или через специальную траверсу. При использовании нескольких выталкивателей более целесообразна рычажная или рычажно-кулачковая система удаления поковок.

3.4. Штампы гидравлических прессов

Для выполнения формоизменяющих операций горячей объемной штамповки на гидравлических прессах применяют три типа штампов:

- крупногабаритные открытые для штамповки ребристых поковок из легких сплавов на мощных прессах (рис. 3.18);
- крупногабаритные закрытые для штамповки круглых в плане поковок (рис. 3.19);
- закрытые и открытые для штамповки сложных поковок с применением накладных колец и плит (рис. 3.20).

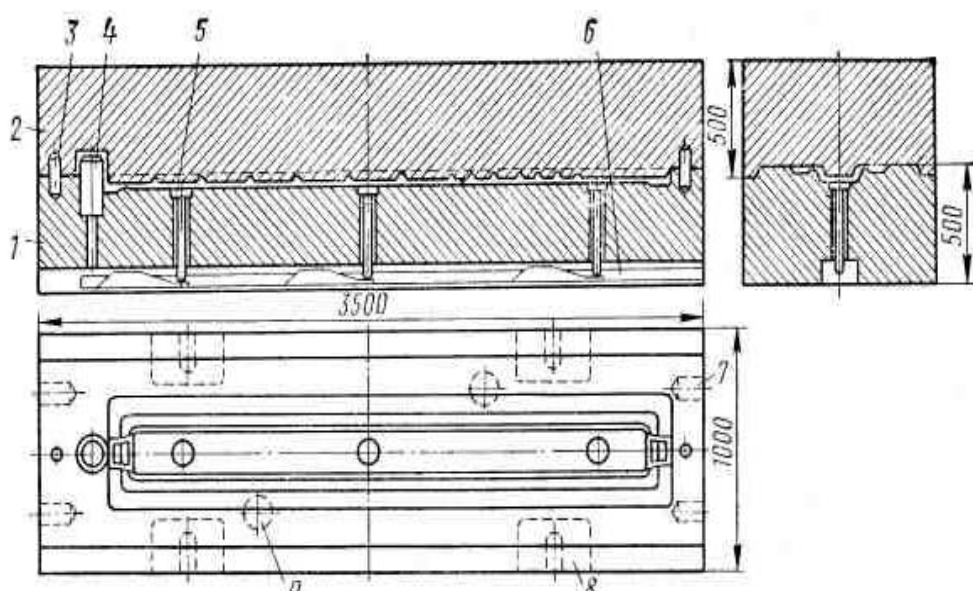


Рис. 3.18. Схема штампа мощного гидравлического пресса для изготовления крупной панели с односторонними ребрами:

- 1, 2 – соответственно нижняя и верхняя половины штампа; 3 – пробка для термопары;
 4 – направляющая колонка; 5 – выталкиватель; 6 – тяга; 7 – подъемное отверстие;
 8 – пазы для крепления; 9 – отверстия для фиксирования нижнего штампа на штамподержателе

Вследствие больших габаритных размеров ребристых поковок из легких сплавов штампы обычно изготавливают одnorучьевыми. Многопереходную же штамповку производят последовательно в разных штампах: предварительных и окончательном.

При штамповке поковок с односторонними ребрами гравюру располагают в нижнем штампе; при этом рабочую поверхность верхнего штампа углубляют и выполняют гладкой. В штампах с двухсторонними ребрами фрезеруют обе половины гравюры; при этом линия разъема делит деталь по толщине пополам.

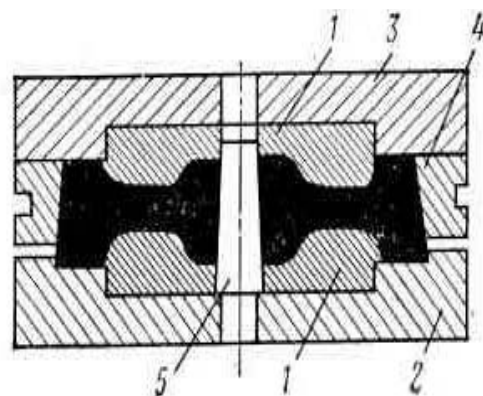


Рис. 3.19. Схема закрытого штампа гидравлического пресса для изготовления поковок вагонных колес:
1 – рабочие вставки для ступицы; 2 – нижний штамп;
3 – верхний штамп;
4 – вставка для обода;
5 – прошивень

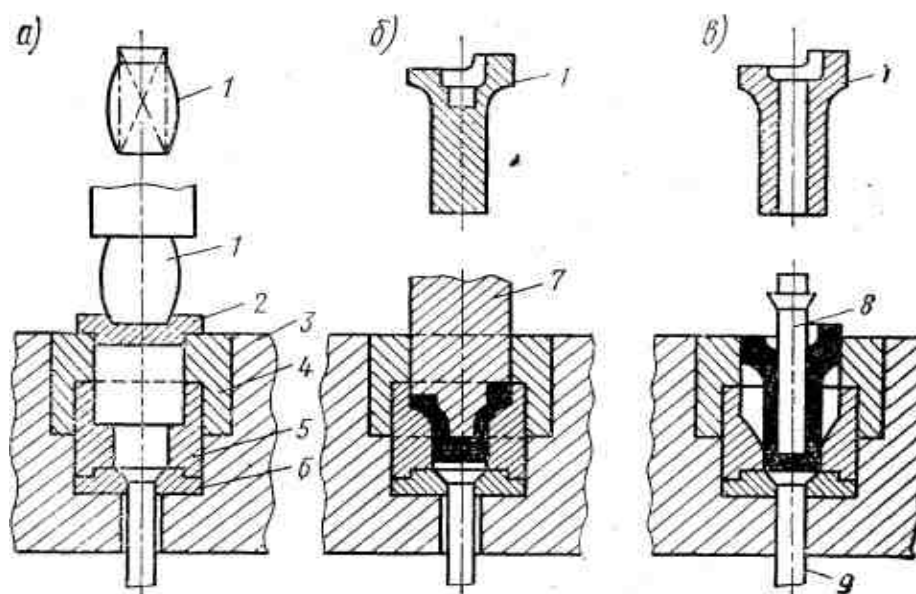


Рис. 3.20. Схема штампа гидравлического пресса для изготовления поковки втулки с применением накладного кольца и сменных пуансонов: а, б, в – соответственно I, II и III – переходы: 1 – заготовка и поковка по переходам; 2 – осадочная плита; 3 – матрица; 4, 5, 6 – вставки матрицы; 7 – формующий пуансон; 8 – прошивной пуансон; 9 – выталкиватель

Для того чтобы облегчить удаление готовой поковки, у штампов гидравлических прессов, так же как и у штампов молотов и фрикционных пресс-молотов, выполняют штамповочные уклоны величиной $3 - 7^\circ$; для лучшего за-

полнения полости штампа места переходов закругляют. Внутренние радиусы закругления составляют 1,5 – 6 мм, а наружные – 3 – 15 мм. Ручей окончательных чистовых штампов изготавливают с облойными канавками, аналогичными приведенным на рис. 3.3, а, б. Иногда применяют сборные штампы со вставками из высоколегированной стали.

Штампы крепят на штамподержателях и подштамповых плитах; с их помощью усилия деформирования распространяются на возможно большую площадь стола и поперечины гидравлического пресса.

Конструктивная схема штампового набора мощного гидравлического пресса приведена на рис. 3.21. Штампы к штамподержателям, штамподержатели к подштамповым плитам и плиты к прессу крепят болтами, вставляемыми в специальные Т-образные пазы; иногда применяют крепление по типу «ласточкина хвоста», характерное для молотовых штампов.

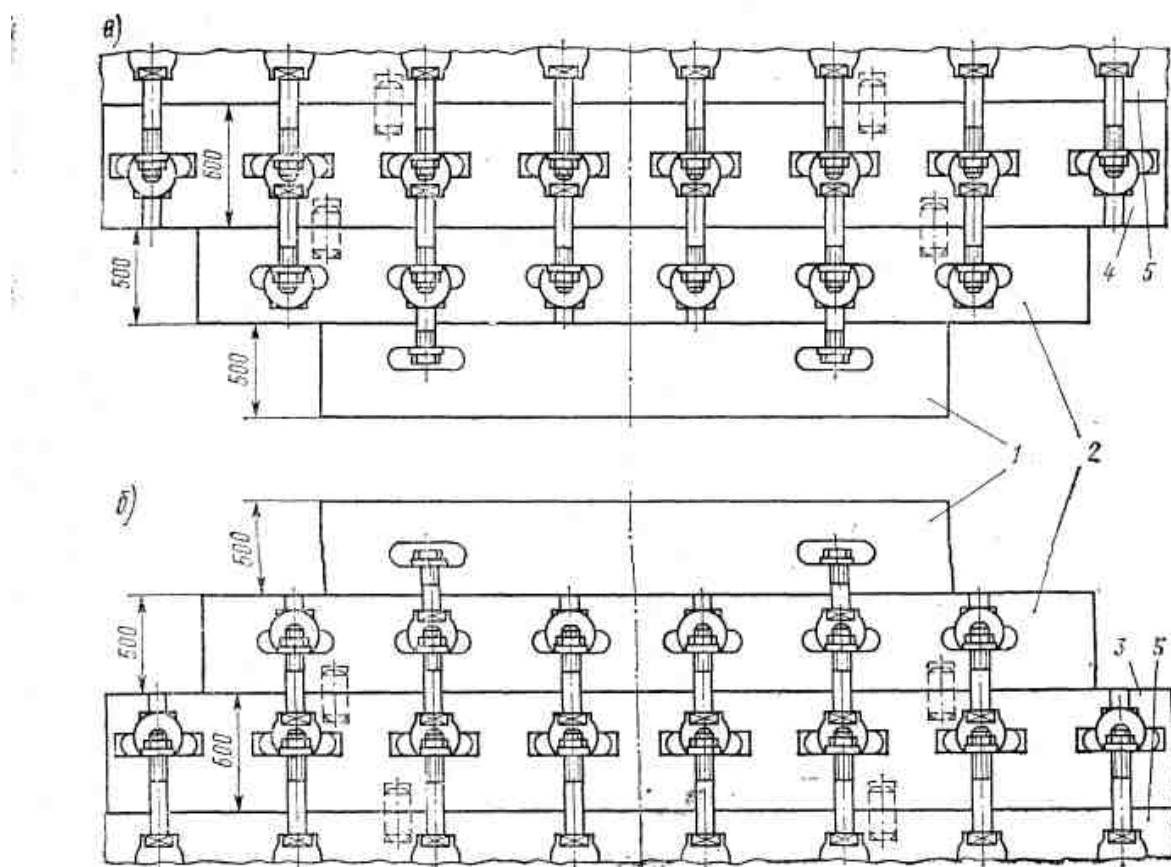


Рис. 3.21. Схема штамповочного набора мощного гидравлического пресса: а – верхний набор; б – нижний набор; 1 – штамп; 2 – штамподержатель; 3, 4 – промежуточные плиты; 5 – опорные плиты стола и подвижной поперечины

Для транспортирования штампов и подштамповых плит на их торцовых гранях предусмотрены подъемные S (транспортные) отверстия. Центрирование верхнего и нижнего штампов друг относительно друга осуществляется за счет колонок и замков. Они же воспринимают боковые усилия и предохраняют гравюру штампов от перекоса. В нижних половинах штампов размещают выталкиватели, приводимые в движение специальными штангами с клиновым профилем.

Масса штампов мощных гидравлических прессов – 10 – 25 т, а штамподержателей и подштамповых плит – 30 – 85 т; их габаритные размеры могут достигать 600 × 3500 × 5900 мм.

Оптимальные условия деформирования поковок отмечаются при штамповке в нагретых штампах; для подогрева в штампах или штамподержателях устанавливают индукторы. Более равномерного нагрева и минимального расхода электроэнергии достигают при установке индукторов непосредственно в штампе (рис. 3.22). Обычно температура нагрева гравюры составляет от 250 до 400 °С, мощность источников энергии – 200 – 250 кВт.

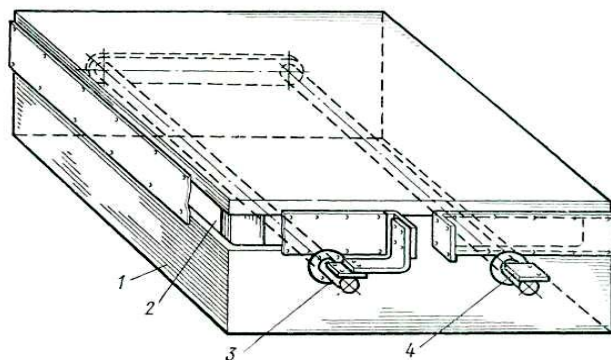


Рис. 3.22 Схема нагрева штампа размерами 3000 х 2000 х 500 мм с помощью индукторов :

1 – штамп; 2 – боковой шинный индуктор; 3 – стержневой индуктор;
4 – выводящие клеммы питания

Штампы рассмотренных конструкций применяют в тех случаях, когда усилие пресса достаточно для деформирования крупногабаритных поковок (от 50 до 750 тыс. кН). При недостаточном усилии пресса производят последовательную штамповку (рис. 3.23) или штамповку в секционном штампе (рис. 3.24). При этом штамповку крупных поковок выполняют последовательно, по участкам; для этого стол пресса или штамп перемещают.

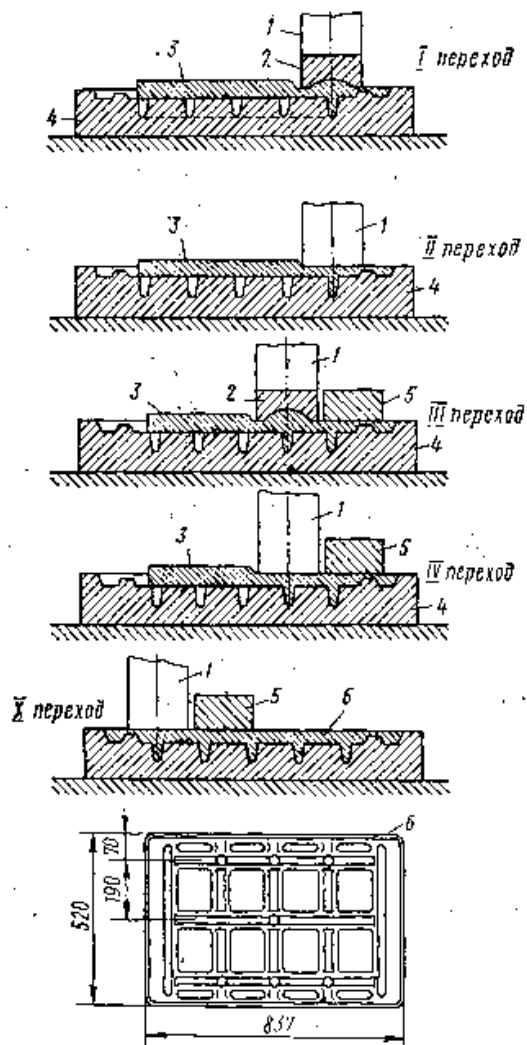


Рис. 3.23. Схема последовательной штамповки поковки крупной панели за 10 переходов на гидравлическом прессе усилием 26000 кН:

1 – верхний штамп; 2 – накладная плита; 3 – заготовка; 4 – нижний штамп; 5 – прижимная плита; 6 – готовая поковка

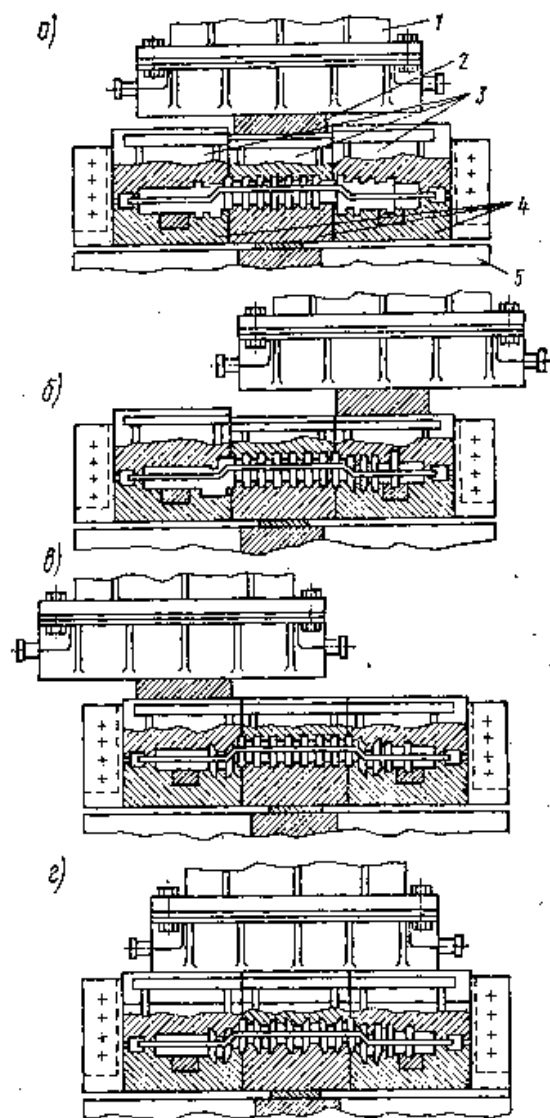


Рис. 3.24. Схема секционной штамповки крупного коленчатого вала на гидравлическом прессе: а, б, в – соответственно штамповка средней правой и левой частей; г – калибровка готовой поковки всеми секциями штампа; 1 – траверса; 2 – накладка; 3, 4 – секции соответственно верхнего и нижнего штампа; 5 – стол прессы

На гидравлических прессах средней мощности штампуют вагонные колеса, крупные шестерни, втулки, муфты с фланцами и др. Применяемые для этой цели штампы аналогичны соответствующим штампам винтовых и кривошипных прессов. Однако малые скорости деформирования и отсутствие динамических нагрузок позволяют в этих штампах применять незакрепленные деформи-

рующие детали: осадочные плиты, накладные кольца и пуансоны. Кроме того, при разработке системы крепления штампов гидравлических прессов можно ограничиться болтами, скобами и легкоъемными накладками; действительно, при статической нагрузке нарушения крепления, как правило, не наблюдается.

3.5. Штампы ковочных вальцев

Выше уже указывалось, что ковочные вальцы применяют для профилирования заготовок под последующую штамповку (на молоте или прессе) и окончательной штамповки мелких и средних поковок переменного сечения. Для предварительного профилирования применяют открытые (консольные) вальцы, а для штамповки – закрытые (двухопорные). Профилирование и штамповку выполняют в одно- и многоручьевых штампах.

Одноручьевую вальцовку в открытых ромбических или гладких ручьях производят в том случае, когда коэффициент вытяжки « m » не превышает 2,2, коэффициент вытяжки « m » определяют по формуле

$$m = F_0 / F_k,$$

где, F_0 – начальная площадь сечения заготовки; F_k – конечная площадь сечения заготовки). При этом вальцовку выполняют в два или несколько переходов (с поворотом заготовки на 90° после каждого перехода) для вытяжки конца заготовки или ее средней части. При большей величине коэффициента вытяжки « m » применяют многоручьевую вальцовку. В тех случаях, когда необходимо получить фасонную заготовку под последующую штамповку, производят вальцовку в закрытых ручьях.

При многопереходной вальцовке отмечается значительное подстуживание мелких заготовок; поэтому число переходов обычно ограничивают двумя и используют двухклетевые консольные ковочные вальцы для непрерывной вальцовки. Схема такого процесса представлена на рис. 3.25.

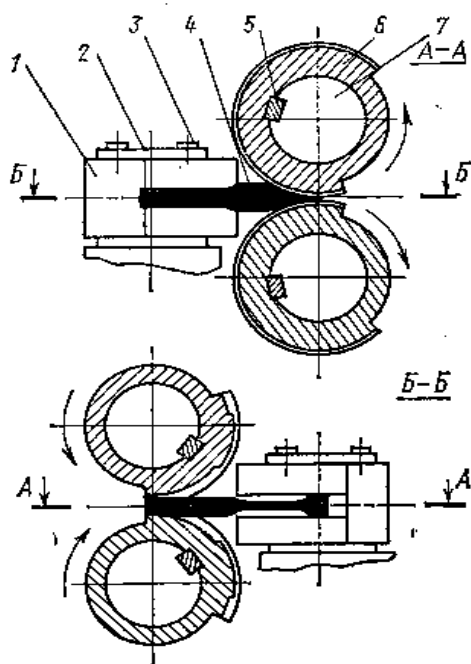


Рис. 3.25. Схема непрерывной вальцовки заготовок в двух-клетевых ковочных вальцах:

- 1 – валок первой клетки;
- 2 – крышка; 3 – болт;
- 4 – профилируемая заготовка;
- 5 – шпонка; 6 – валок второй клетки; 7 – вал второй клетки

На рабочей поверхности инструмента изготавливают калибры (при профилировании) или гравюры (при штамповке). В отличие от прокатных валков вальцовочные валки имеют рабочие и холостые участки (см. рис. 2.14, о). Калибры могут быть гладкими, ромбическими и овальными, открытыми и закрытыми [5]. Расчет калибров производят в соответствии с требуемыми размерами заготовки и рекомендациями, приведенными в справочнике [4].

Форма наметок для выполнения отверстий при штамповке на вальцах, а также высота и толщина стенок вставок приведены на рис. 3.26 и в табл. 3.8.

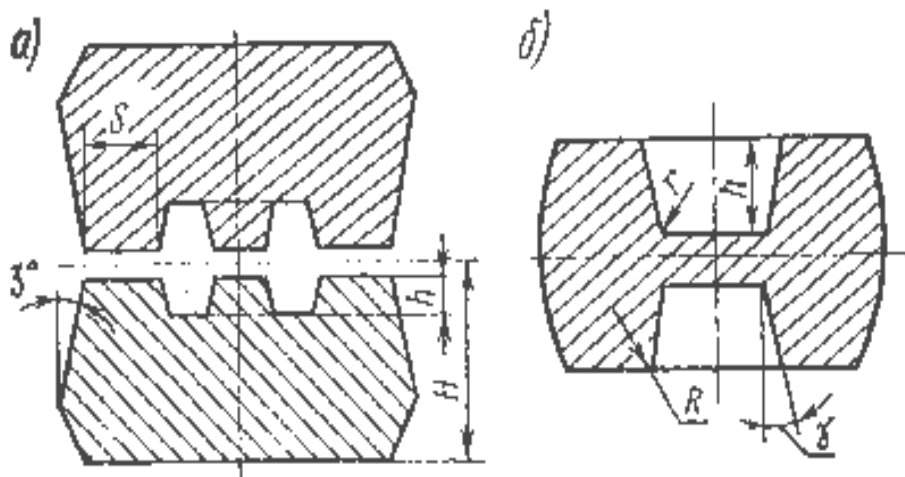


Рис. 3.26. Схемы конструктивных элементов вальцовочных штампов (а) и поковки (б)

Ручьи для вальцовки выполняют на цилиндрической поверхности секторных вставок или бандажей (рис. 3.27). При угле ручья α менее 180° штамп

изготавливают в виде секторных вставок, при $180^\circ < \alpha < 270^\circ$ – в виде бандажей – валков (колец, полностью охватывающих вал).

Таблица 3.8

Конструктивные элементы вальцовочных штампов и ручьев

Усилие, кН(тс)	Глубина ручья h , мм	Высота штампа H , мм	Толщина стенки S , мм	Угол наклона γ , град	Внешний радиус R , мм	Внутренний радиус r , мм
160(16)	5	30	15	7	2	4
250(25)	10	40	20	10	3	5
500(50)	15	50	25	10	3	5
1000(100)	20	60	30	12	4	6
1600(160)	25	70	35	12	4	6
2000(200)	30	80	40	12	4	6

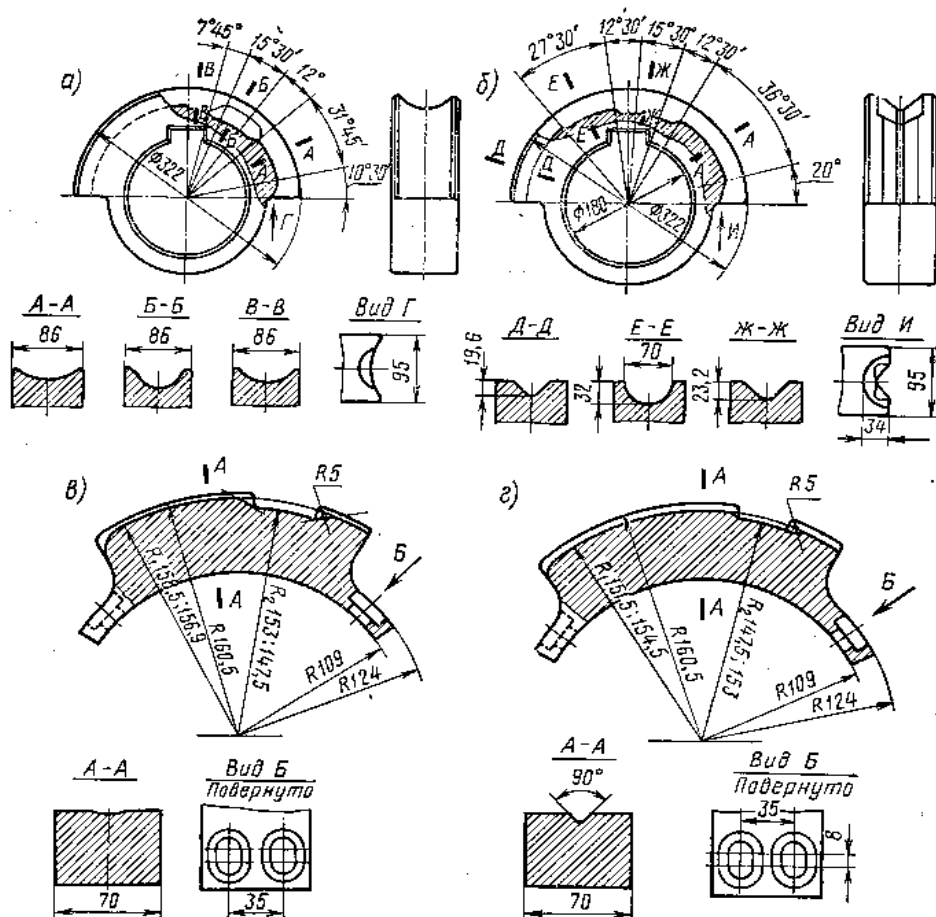


Рис. 3.27. Схемы цельных штампов (бандажи) ковочных вальцев для профилирования заготовки шатуна (а – первый переход, б – второй переход) и секторы для профилирования заготовки гаечного ключа (в – первый переход, г – второй переход)

Крепление вставок и бандажей производят с помощью болтов, шпонок, клиновых накладок, разъемных колец и зажимных обойм (рис. 3.28 – 3.29). Габаритные размеры штампового пространства отечественных валцов и их техническая характеристика приведены в табл. 3.9.

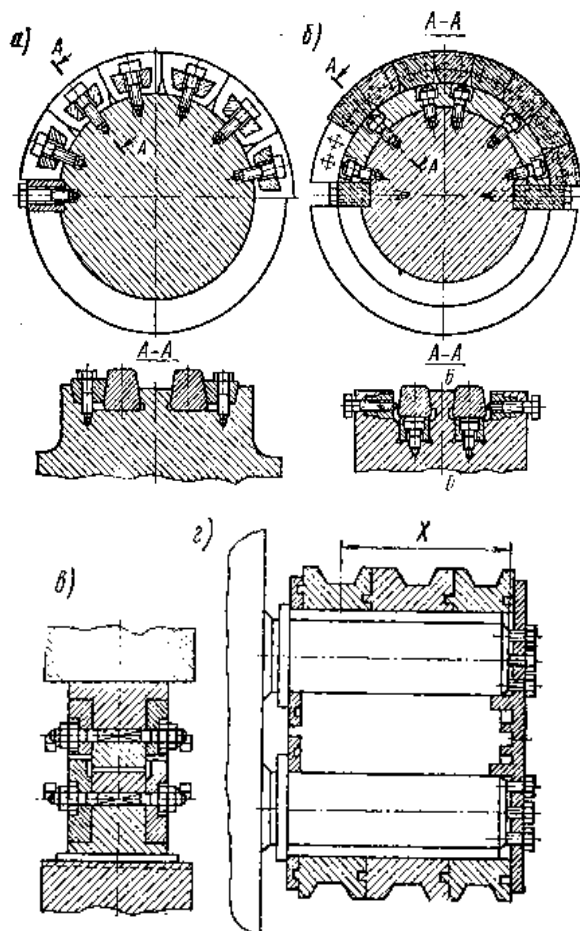


Рис. 3.28. Схемы крепления вальцовочных секторов:

- а – клиновидными шпонками;
- б – болтами; в – разъемными кольцами;
- г – прижимными кольцами

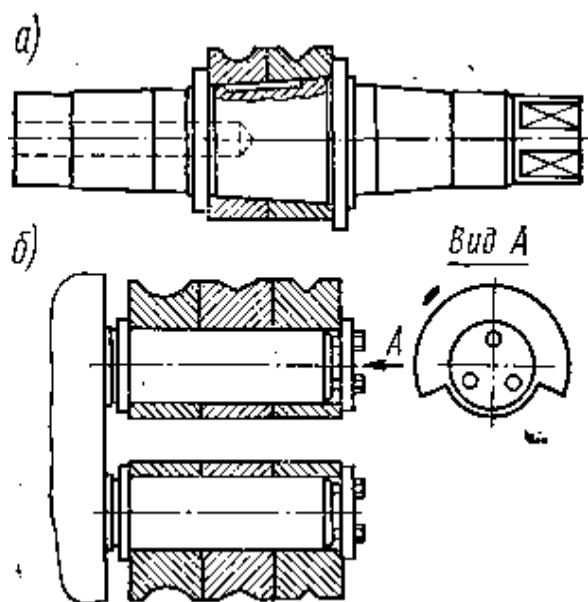


Рис. 3.29. Схемы крепления вальцовочных бандажей (валков):
а – резьбовым кольцом (на двухпорном вале); б – прижимной крышкой (на консольном вале)

При выполнении на вальцах окончательной формовки поковок толщина заусенцев, т. е. зазор между крайними внешними поверхностями валков, составляет 1,5 – 2,0 мм. Увеличение зазора до 3 мм и более приводит к незаполнению ручья и заклиниванию поковок; уменьшение же зазора до 0,5 – 0,8 мм вызывает резкое увеличение износа штампов. При конструировании ручьев следует учитывать также пружинение валков, которое достигает 1 – 1,5 мм

Таблица 3.9

Техническая характеристика и размеры валков ковочных вальцев

Усилие, кН(тс)	Межосевое расстояние	Размеры вала		Исходная заготовка		Величина регулировки межосевого расстояния
		диаметр	длина	наибольшая сторона квадрата	длина	
размеры, мм						

Вальцы ковочные закрытые

400(40)	320	200	400	40	—	—
350(35)	500	300	650	40	—	60
1000(100)	500	320	630	63	—	20
1600(160)	500	320	630	80	—	20
2500(250)	900	600	1180	110	—	25

Вальцы ковочные консольные одноклетевые

200(20)	160	90	160	45	—	6
500(50)	320	180	280	63	—	6
800(80)	320	180	280	85	—	6
1000(100)	400	225	360	115	—	6

Вальцы ковочные консольные двухклетевые

125(12,5)	125	70	55	30	65—250	—
200(20)	160	90	75	45	65—250	—
500(50)	250	140	95	70	100—350	—
800(80)	320	180	120	85	100—350	—

Помимо рассмотренных выше методов продольной вальцовки в последние годы начали применять также поперечную вальцовку на плоско-прокатных или валково-сегментных вальцах.

При поперечной вальцовке деформация заготовки происходит в направлении поперек движению валков или клиньев. Схема штампа для штамповки двухстороннего гаечного ключа методом поперечной вальцовки приведена на рис. 3.30. Его крепят болтами к валу ковочных вальцев.

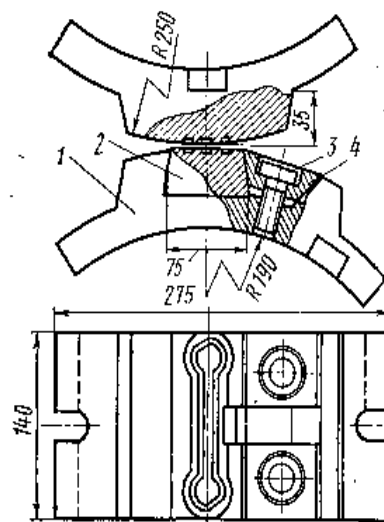


Рис. 3.30. Схема штампа для поперечной вальцовки (верхняя половина – цельная, нижняя – сборная):
1 – штамп; 2 – рабочая вставка; 3 – болт;
4 – прижим

3.6. Штампы раскаточных машин и накатных станов

На раскаточных машинах производят горячую раскатку кольцевых заготовок, получаемых штамповкой на горизонтально-ковочных машинах и штамповочных молотах или ковкой на ковочных молотах и гидравлических прессах. За счет раскатки получают точные кольцевые заготовки с заданным наружным или внутренним симметричным или несимметричным профилем в радиальном сечении. Типичными представителями этих поковок являются заготовки для внутренних и наружных колец подшипников, колесные бандажы, различные втулки и муфты. На накатных станах на наружную поверхность цилиндрических заготовок накатывают зубья шестерен и звездочек, шлицы и резьбу.

Горячую раскатку производят открытым или закрытым способом (рис. 3.31).

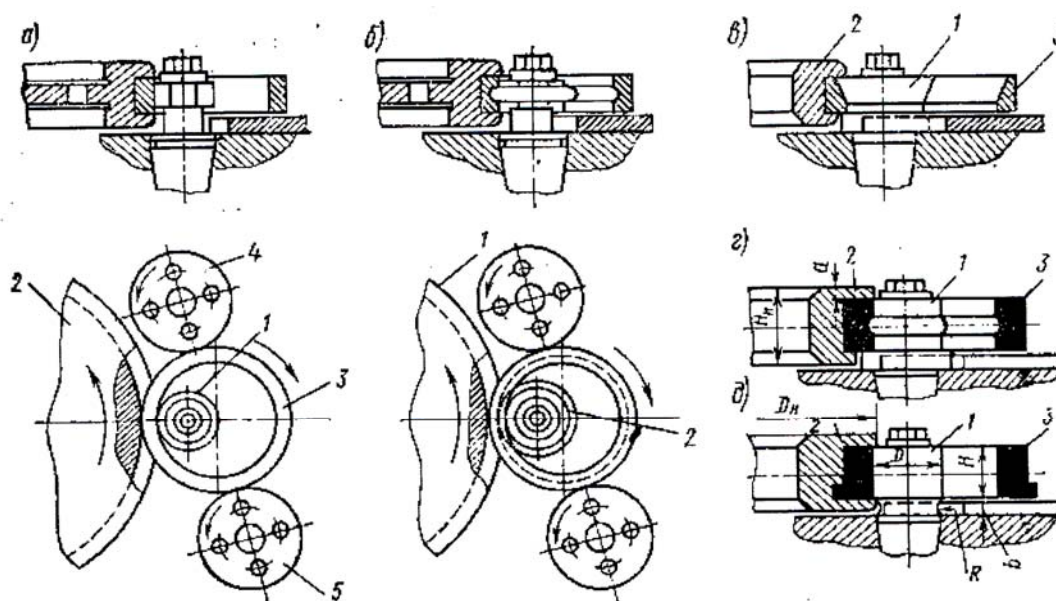


Рис. 3.31. Схемы раскатки колец:

а – открытая раскатка наружной поверхности; б – то же, внутренней поверхности;
в, д – закрытая раскатка наружной поверхности; г – то же, внутренней поверхности;
1 – центральный (опорный) валок; 2 – нажимной валок; 3 – раскатываемая заготовка;
4 – направляющий ролик; 5 – контрольный ролик

Наиболее распространен открытый способ раскатки. При этом способе заготовку 3 раскатывают между наружными рабочими поверхностями центрального 1 и нажимного 2 валков; ролик 4 направляет движение заготовки, а ролик 5 служит для контроля процесса раскатки. При закрытом способе раскатку заготовки производят внутри валка-матрицы 2.

Горячую накатку зубьев производят двумя способами (рис. 3.32). Зубчатые колеса с модулем менее 4 мм накатывают при осевой подаче заготовки 1 двумя валками 2, имеющими коническую заборную и цилиндрическую калибрующую части (рис. 3.32, а); перед накаткой заготовку нагревают в индукторе 3. Колеса с модулем 5 мм и выше накатывают при радиальной подаче двух пар валков 2 (рис. 3.32, б); при этом заготовка 1 удерживается парой опорных колец 4. Такой же технологический процесс применяют при накатке зубьев звездочек.

Горячую накатку резьбы (с шагом более 8 мм) производят двумя или тремя валками, имеющими негативную по отношению к изделию резьбу (рис. 3.32, в). Валки 2 устанавливают к оси заготовки 1 под углом, равным разности углов подъема винтового профиля на валке и изделии; заготовка приводится во вращение и за счет сил трения подается в валки.

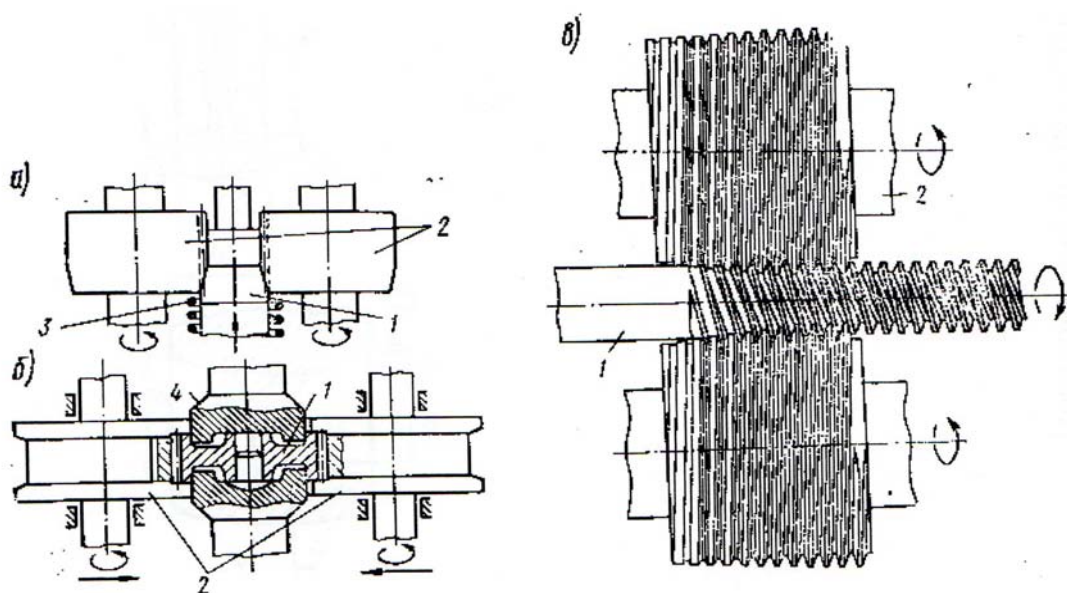


Рис. 3.32. Схемы накатки:

а – зубьев шестерен с осевой подачей заготовок; б – зубьев шестерен с радиальной подачей зубчатых валков; в – резьбы методом косой прокатки

Раскаточный инструмент состоит из центрального и нажимного валков и направляющих роликов, а накаточный – из гладких и зубчатых или резьбовых валков (рис. 3.31 и 3.33).

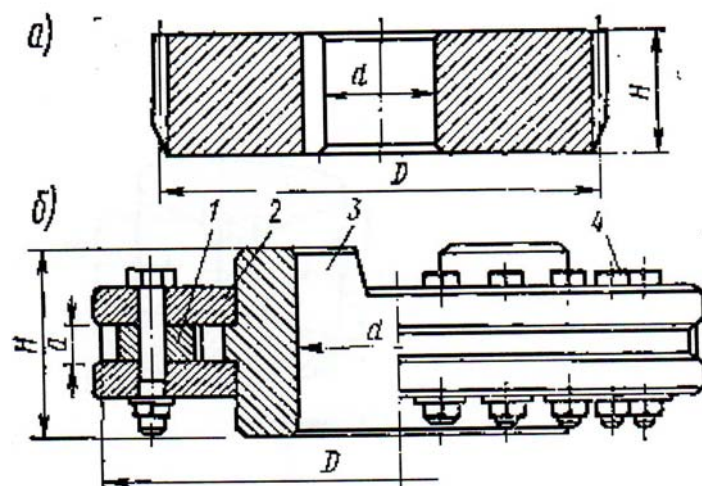


Рис. 3.33. Инструмент для накатки зубьев шестерен: а – цилиндрический накатник со скосом в заборной части; б – сборный накатник; 1 – зубчатый вкладыш; 2 – реборда; 3 – муфты; 4 – болт

Габаритные размеры этого инструмента, зависящие от конфигурации поковки, приведены в табл. 3.10 и 3.11. В табл. 3.11, помимо этого, представлена техническая характеристика станов для накатки зубчатых колес и крупных резьб.

Таблица 3.10

Постоянные размеры сменного раскаточного инструмента

Усилие нажимного вадка, кН(тс)	Нажимной валок			Центральный валок		Направляющий валок		Зазор между нажимным валком и осью центрального вадка
	D	H	a	b	R	D_H	H_H	
	размеры, мм							
60—63 (6—6,3)	420	110	16	21	4	95—100	65	1—3
100—120 (10—12)	510	110—130	18	Сборный		120	80	2—4
160(16)	690	182	21	24	9	150	120	5—6
320(32)	670	182	21	24	9	150	120	5—6
600—700 (60—70)	1150	50—160	Гладкий	Гладкий	80—110	150	240	—

Размеры изделий и инструмента накатных станов

Усилие валков, кН(тс)	Диаметр валков, мм	Наибольший диаметр изделия, мм	Наименьший диаметр изделия, мм	Наибольший модуль или шаг, мм	Длина резьбы, мм
Станы для накатки зубчатых колес					
150(15)	200	200	30	3,5	—
200(20)	—	250	40	5,0	—
250(25)*	390	340	50	25,4	—
300(30)	270	320	120	7,0	—
400(40)	500	600	300	6,5	—
600(60)	400	350	180	9,0	—
Станы для горячей накатки резьбы					
250(25)	150—250	90	24	24	150
300(30)	170—220	80	36	10	1900
400(40)	250—300	180	50	31,4	800

* Стан для накатки звездочек.

4. ВЫСАДОЧНЫЕ ШТАМПЫ

Горячую высадку поковок производят в основном на горизонтально-ковочных машинах и реже на винтовых пресс-молотах. На штамповочных молотах высадку производить нерационально из-за отсутствия выталкивателей, а на кривошипных горячештамповочных прессах из-за ограниченной закрытой высоты штампа и малого хода ползуна. Гидравлические прессы имеют низкую производительность, поэтому их также практически не применяют для горячей высадки поковок.

Операция высадки заключается в деформировании части заготовки (см. рис. 2.14,ж). Возможны два варианта штамповки: в первом случае изготавливают поковку с утолщением (вал – шестерню, болт и т. п.), во втором – оформленную часть поковки прошивают и получают поковку круглую в плане (кольцо, втулку, муфту и т. п.).

В последние годы начинают применять процесс электровысадки; его производят на электровысадочных машинах, оборудованных устройствами для контактного нагрева и нагружения заготовки. Несмотря на низкую производительность, процесс электровысадки является экономичным; его применение обеспечивает экономию металла за счет отсутствия угара и облоя; кроме того, появляется возможность производить высадку проката любого профиля и длины ($l > 25 - 60d$). Однако в настоящее время еще не накоплен опыт, позволяющий объективно оценивать конструктивные формы и работоспособность инструмента для электровысадки.

4.1. Штампы горизонтально-ковочных машин

Инструмент, предназначенный для горячей высадки поковок на горизонтально-ковочных машинах, состоит из блока пуансонов и блока матриц (рис. 4.1).

Особенности штампового инструмента горизонтально-ковочных машин следующие: ось деформирования горизонтальная, матрицы имеют разъем параллельно оси деформирования, число ручьев в матрицах обычно не менее двух (чаще всего 3 – 5).

Штамповку на горизонтально-ковочных машинах производят следующим образом. Заготовку устанавливают в первом заготовительном ручье неподвижной полуматрицы и зажимают ее подвижной полуматрицей (усилие зажима составляет 30% от усилия высадки); затем переднюю часть заготовки деформируют пуансоном. После этого пуансон и подвижная полуматрица отходят, и заготовку передают в следующий ручей.

Основными формоизменяющими переходами при высадке на горизонтально-ковочных машинах являются набор и формовка (с прошивкой и частичным выдавливанием). Разделительные операции – прошивка, обрезка облоя и отрезка. В качестве подготовительных операций перед отрезкой выполняют подъем или пережим заготовки.

Набор – заготовительный переход, необходимый для подготовки к формовке. При наборе высаживается относительно большая часть стержня $l > 2,5 d$, где l – высаживаемая часть стержня, а d – диаметр стержня заготовки. При высадке труб $l < 2 t$, где t – толщина стенки трубы. Схема наборных ручьев представлена на рис. 4.2. Чаще всего применяют набор в пуансоне. Набор в матрице и смешанный набор (в пуансоне и матрице) производят в том случае, если необходимо получить двойной конус или конус, обращенный основанием к пуансону;

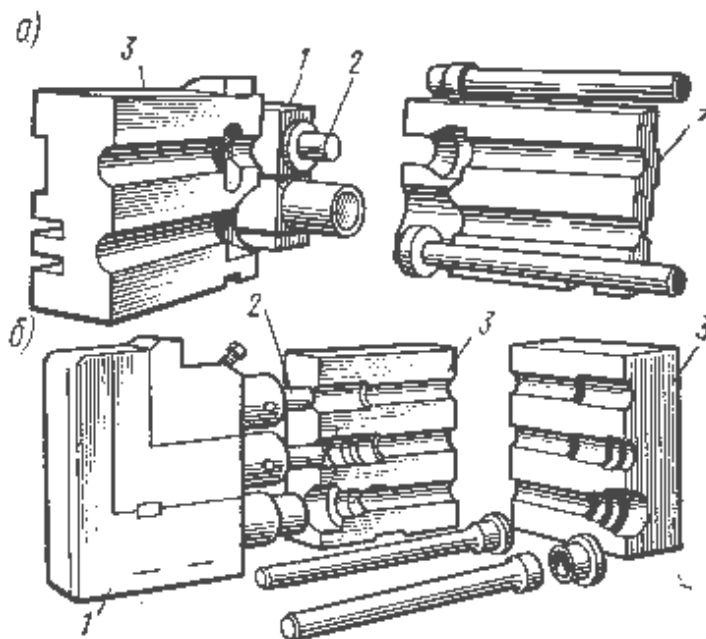


Рис. 4.1. Схемы штампов горизонтально-ковочных машин:
а – двухручьевой; б – трехручьевой; 1 – блок пуансонов; 2 – пуансон; 3 – полуматрицы

такой же набор применяют и для получения бурта под последующую прошивку. Набор в скользящих матрицах производят тогда, когда высаживаемая часть заготовки расположена на значительном расстоянии от ее переднего конца.

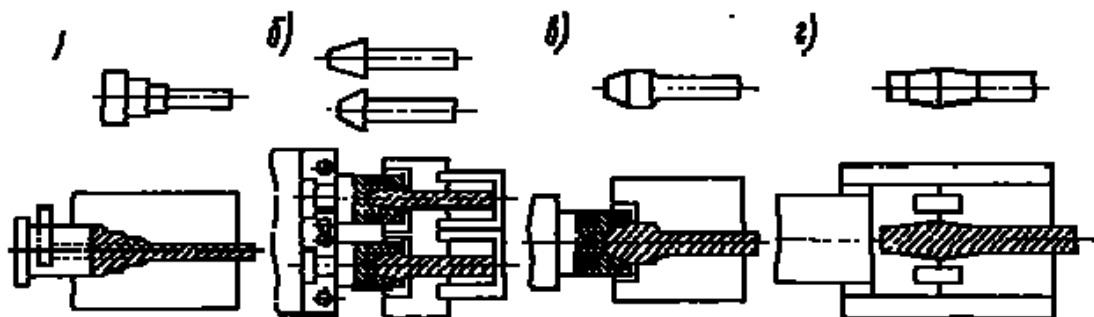


Рис. 4.2. Схема видов наборных ручьев:

а – в матрице; б – в пуансоне; в – в пуансоне и матрице; г – в скользящих матрицах

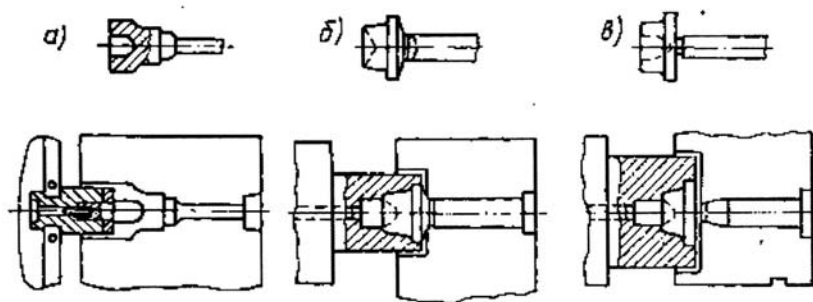


Рис. 4.3. Схема видов формовочных ручьев:

а – в матрице; б – в матрице и пуансоне; в – в пуансоне с пережимом

Формовка – получение окончательной конфигурации поковки. Ее можно производить в два перехода – предварительный и окончательный. При формовке осадка может сочетаться с выдавливанием и прошивкой заготовки.

Схема формовочных ручьев приведена на рис. 4.3. Формовку в матрице производят в том случае, когда в поковке необходимо получить конусы, обращенные основанием к пуансону; операция прошивки подготавливает отверстие в поковке, а операция пережима – место последующей отрезки поковки.

На рис. 4.4 и 4.5 приведены конструкции штампов для высадки поковок на горизонтально-ковочных машинах. При высадке торсионного стабилизатора сначала производят набор металла на торце заготовки, а затем его формовку (рис. 4.4). При высадке муфты в первом ручье производят набор металла и предварительную прошивку отверстия, во втором оформляют наружные размеры поковки и углубляют отверстие, а в третьем калибруют отверстие и отрезают поковку от прутка (рис. 4.5).

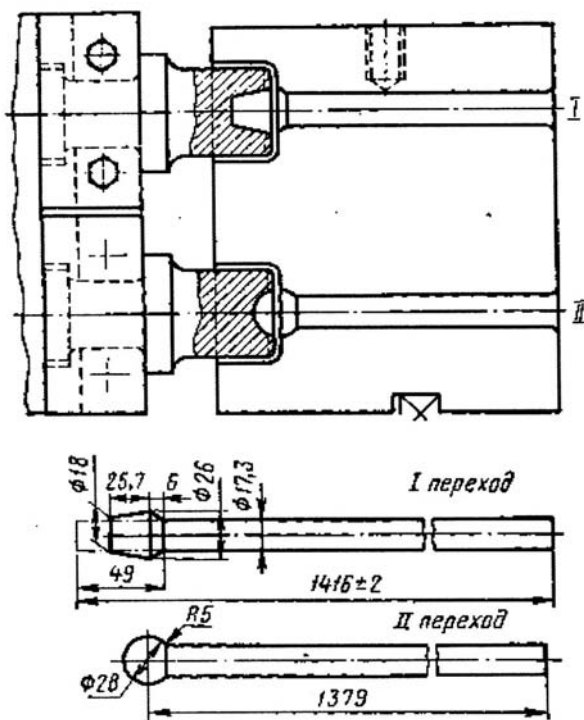


Рис. 4.4. Схема штампа для высадки головки торсионного стабилизатора

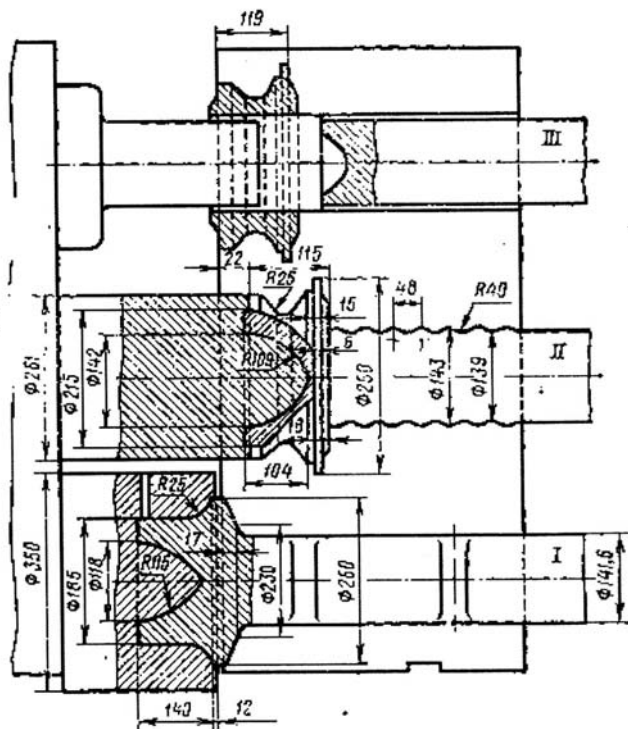


Рис. 4.5. Схема штампа для высадки муфты с прошивкой отверстия и отделением поковки от прутка

Для улучшения зажима заготовки полуматрицами зажимную часть ручья (рис. 4.6) выполняют определенной длины l с зазором A . Величину l можно уменьшить за счет применения рифленых ручьев. Размеры зажимных ручьев приведены в табл. 4.1.

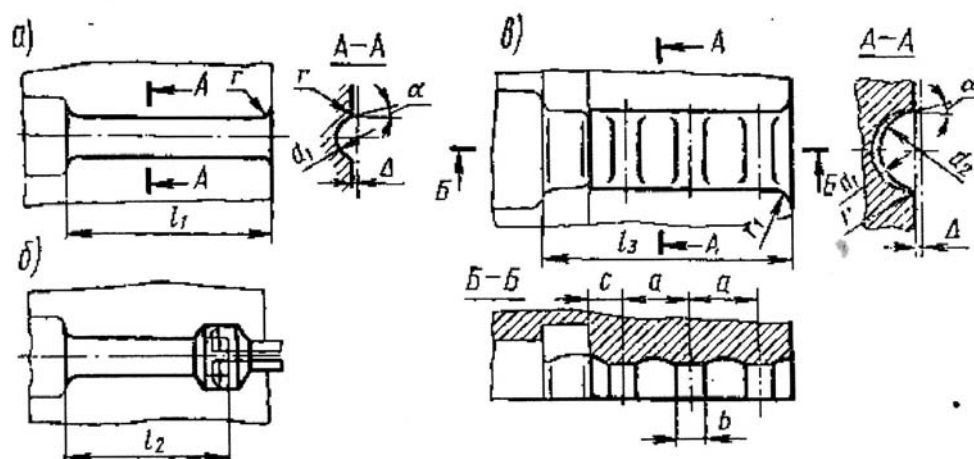


Рис. 4.6. Схема форм и размеров зажимным ручьев матриц горизонтально-ковочных машин: а – при штамповке от переднего упора; б – при штамповке с упор-клещами; в – при штамповке от переднего упора в ручьях с рифленой поверхностью

Таблица 4.1

Размеры зажимных ручьев матриц горизонтально-ковочных машин, мм

Диаметр высаживаемого прутка d	Длина ручья		Зазор между полуматри- цами 2А	Радиусы		Элементы рифленых зажимных ручьев		
	гладкого l_1	рифленого l_2		r	r_1	a	b	c
До 10	60	50	0,1	1	2	8	3	6
10—20	100	80	0,2	1,5	3	10	4	8
20—30	120	100	0,3	1,6	5	16	5	10
30—40	160	120	0,4	2	5	20	6	12
40—50	200	160	0,5	2,5	6	25	8	16
50—60	250	200	0,6	2,5	6	32	10	20
60—70	250	200	0,7	3	8	32	12	25
70—80	320	250	0,8	3,5	10	36	12	25

Конструкцию и размеры наборных, формовочных, подъемных, пережимных и других ручьев высадочных штампов горизонтально-ковочных машин подбирают и рассчитывают в соответствии с действующими нормативными материалами в зависимости от требуемой конфигурации поковок.

Зачастую пуансоны, зажимные и формообразующие ручки изготавливают сменными (рис. 4.7 и 4.8). Это позволяет повысить стойкость инструмента и облегчить переналадку горизонтально-ковочных машин.

Конструкция сборных пуансонов приведена на рис. 4.7, а их размеры — в табл. 4.2. Сменные вставки крепят винтами, штифтами, клиньями или накладными гайками.

Таблица 4.2

Размеры сборных пуансонов горизонтально-ковочных машин, мм

Усилия, кН (тс)	Диаметр поковки D_{II}	Диаметр отверстия d_0	Прошивень		Болт		Хвостовик			
			d_2	l_2	d_1	l_1	M	D	d	m
1 000 (100)	До 80	До 25	d_0+3	32	M16	25	55	50	35	39
1 600 (160)	До 80	25—32	d_0+3	40	M16	32	60	55	40	42
2 500 (250)	До 80	32—40	d_0+5	40	M20	36	70	60	45	50
4 000 (400)	До 80	40—50	d_0+6	50	M20	36	80	70	50	58
6 300 (630)	До 80	50—60	d_0+8	60	M24	36	90	80	55	65
8 000 (800)	80—100	50—60	d_0+10	68	M24	40	100	90	60	72
10 000 (1000)	100—120	60—80	d_0+10	80	M30	40	110	100	70	78
12 500 (1250)	120—160	Свыше 80	d_0+10	80	M30	40	115	110	80	79

Вставки матриц могут быть двух типов: в виде половин цилиндров – их крепят в полуматрице винтами (см. рис. 4.7 и 4.8) и прямоугольные – их устанавливают в соответствующих пазах полуматриц и крепят болтами или клином (рис. 4.9). Прямоугольные вставки применяют при небольших размерах штампуемой поковки. Их можно применять многократно за счет изготовления ручья на двух и даже четырех гранях. Основные габаритные размеры и масса цельных полуматриц и пуансонов горизонтально-ковочных машин приведены в табл. 4.3.

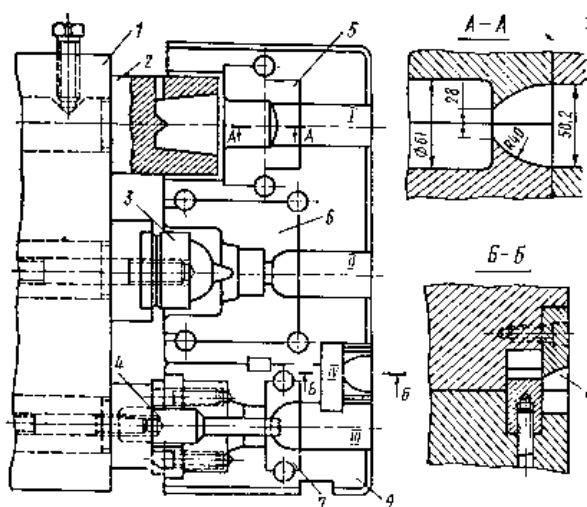


Рис. 4.7. Схема штампа с сборочными пуансонами и матричными вставками для высадки втулки с фланцем:

1 – блок пуансонов; 2 – наборный пуансон;
3 – формовочный пуансон; 4 – просечной пуансон; 5 – наборная вставка; 6 – формовочная и пережимная вставка; 7 – просечная вставка;
8 – отрезные ножи (для отрезки дефектного прутка); 9 – блок вставок

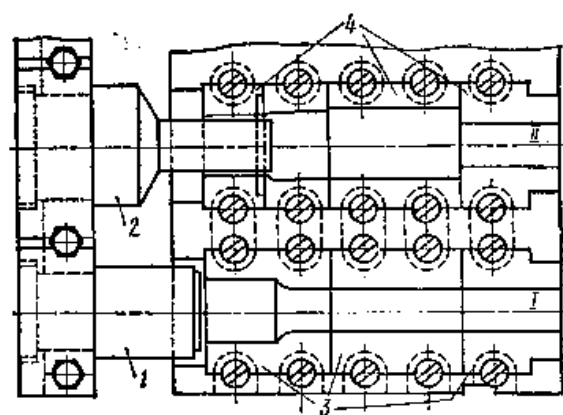


Рис. 4.8. Схема штампа со сменными матричными вставками для высадки головки тяги обрезки облоя:

1 – пуансон I перехода (набор);
2 – пуансон II перехода (обрезка облоя); 3 – вставки матрицы I перехода;
4 – вставки матрицы II перехода

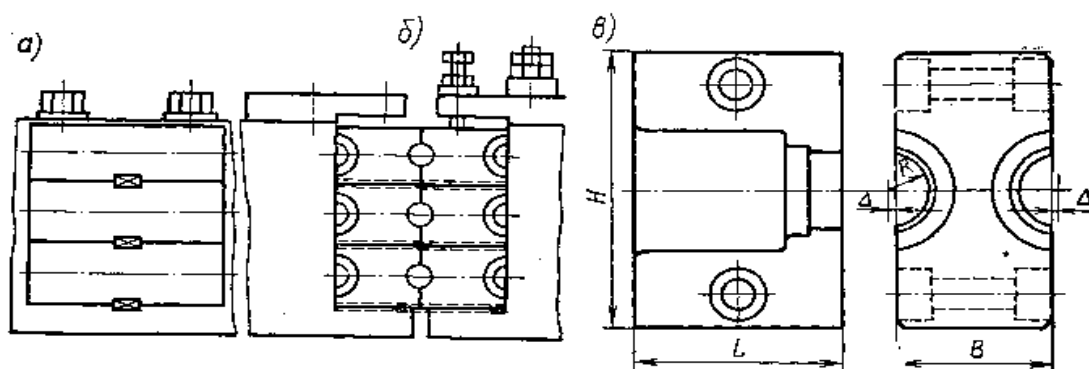


Рис. 4.9. Схемы крепления (а – стяжными болтами, б – зажимными болтами) и конструкция (в) прямоугольных матричных вставок горизонтально-ковочных машин

Таблица 4.3

Размеры и масса цельных штампов горизонтально-ковочных машин

Усилие, кН(тс)	Полуматрицы				Пуансоны			
	высота	шири- на	длина	масса, кг	высота	ширина	длина	масса, кг
1 000(100)	250	100	100—160	22—31	230	60	200—250	30—27
1 600(160)	310	120	140—120	40—58	330	80	250—320	53—60
2 500(250)	380	140	180—280	75—117	400	100	400—500	100—140
4 000(400)	480	160	220—360	133—217	500	130	500—630	208—295
6 300(630)	590	200	250—500	232—464	610	160	560—710	345—493
8 000(800)	660	220	250—500	284—569	680	200	630—710	547—691
10 000(1000)	740	240	280—560	390—780	760	210	650—800	655—917
12 500(1250)	820	260	320—630	536—1000	840	230	710—900	857—1335
16 000(1600)	920	290	400—710	834—1482	940	240	630	1000
20 000(2000)	1030	320	500—770	1287—1983	1050	260	710	1510
25 000(2500)	1150	350	630—820	1975—2570	1170	280	800	2045
31 500(3150)	1300	390	710—920	2810—3620	1320	300	900	2780

4.2. Штампы винтовых пресс-молотов

Высадочные штампы винтовых пресс-молотов отличаются от высадочных штампов горизонтально-ковочных машин вертикальным расположением оси деформирования и в большинстве случаев отсутствием разъема матрицы. На фрикционных пресс-молотах производят высадку болтов, винтов и поковок типа стержней с головками из штучных заготовок (рис. 4.10 и 4.11). После высадки поковки удаляют из ручьев толкателем.

Конструктивная схема верхней половины высадочных штампов аналогична рассмотренным выше конструктивным схемам формовочных штампов винтовых пресс-молотов. Нижняя часть высадочного штампа (рис. 4.12.) состоит из цилиндрической матрицы 3, закрепленной на нижней половине блока 1 с помощью разрезного кольца 4, обоймы 5 и болтов 6 с гайками 7 и шайбами 8.

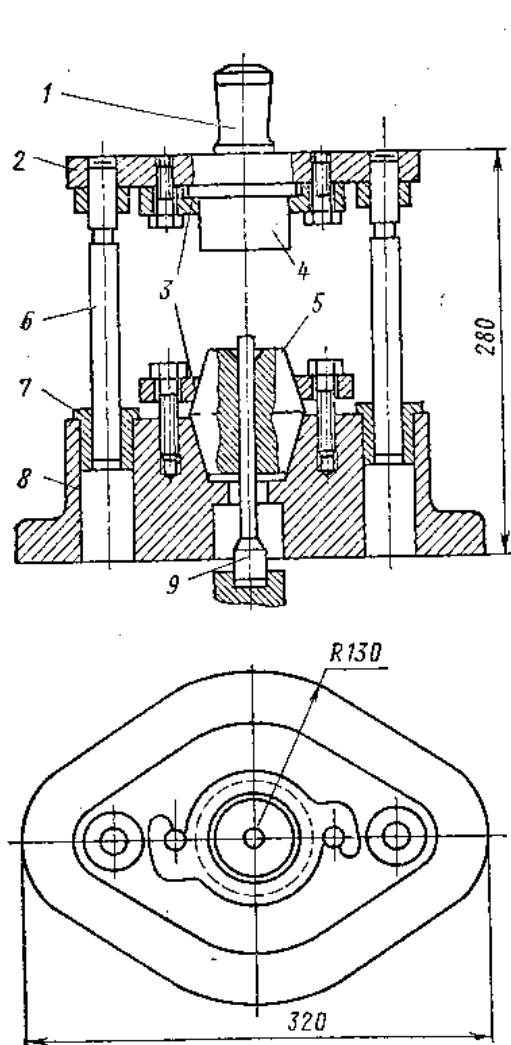


Рис. 4.10. Схема штампа винтового пресс-молота для открытой высадки поковок стержневого типа:

1 – хвостовик; 2 – верхний блок;
3 – прижимные кольца; 4 – пуансон;
5 – матрица; 6 – колонка; 7 – втулка;
8 – нижний блок; 9 – выталкиватель

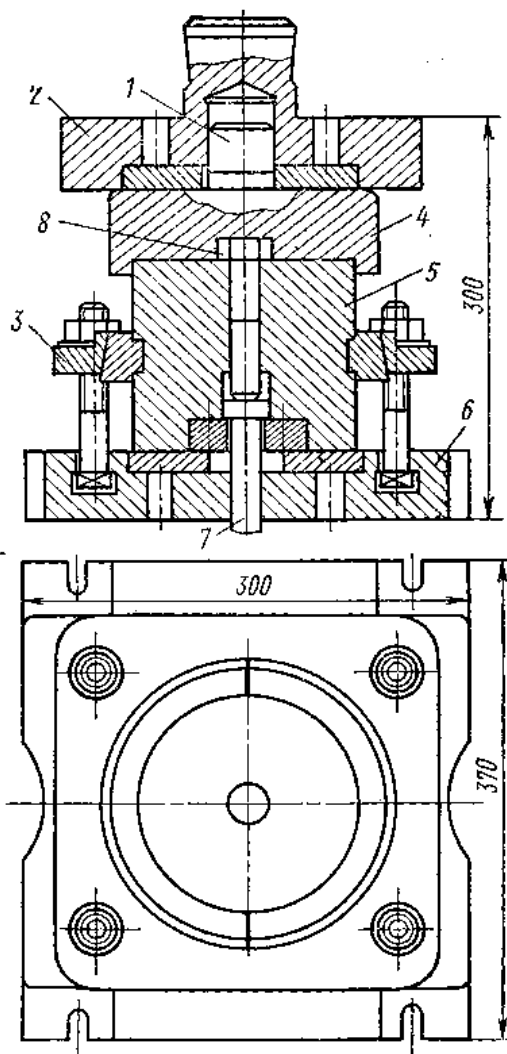


Рис. 4.11. Схема штампа винтового пресс-молота для закрытой высадки болтов:

1 – хвостовик; 2 – верхний блок;
3 – прижимные кольца; 4 – пуансон;
5 – матрица; 6 – нижний блок;
7 – выталкиватель; 8 – поковка

В том случае, если необходима высадка большей части заготовки, ее производят в два перехода: в первом – набор металла, во втором – окончательная формовка. Иногда применяют штамп, в котором заготовка при наборе и формовке размещается в одной и той же матрице; набор и формовку производят пуансонами, перемещающимися по салазкам (рис. 4.13). Такую конструктивную схему применяют на маломощных фрикционных прессах. Перемещение пуансонов осуществляется штамповщиком вручную.

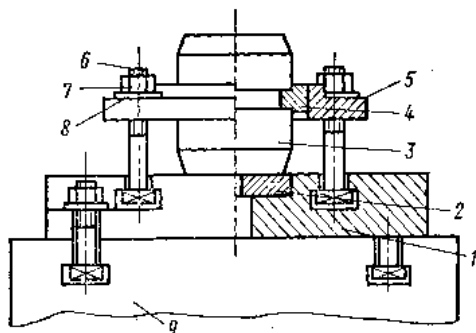


Рис. 4.12. Схема крепления сменных вставок для высадки болтов на винтовом пресс-молоте:

1 – нижний блок; 2 – подкладная плита;
3 – матрица (вставка); 4 – разрезное кольцо; 5 – обойма; 6 – болт; 7 – гайка;
8 – шайба; 9 – стол пресса

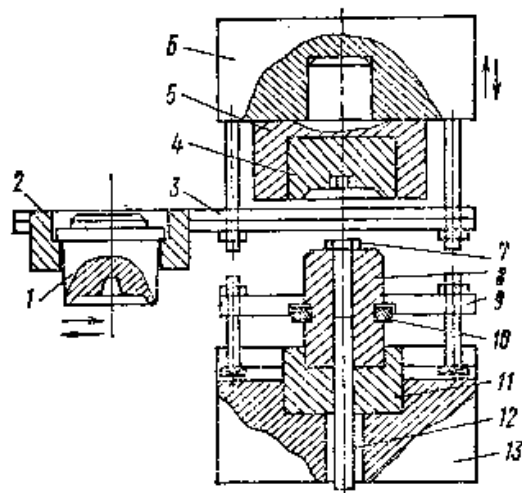


Рис. 4.13. Схема высадки болта с большой головкой на фрикционном прессе в два перехода с помощью пуансонов на подвижных салазках:

1 – пуансон наборный (I переход);
2 – державка пуансона; 3 – салазки;
4 – пуансон формовочный (II переход);
5 – пуансонодержатель; 6 – ползун пресса;
7 – поковка (болт); 8 – матрица;
9 – обойма; 10 – разрезное кольцо;
11 – подставка; 12 – выталкиватель;
13 – стол пресса

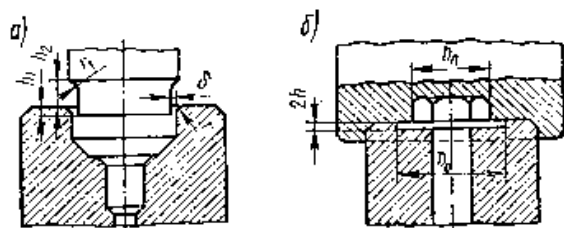


Рис. 4.14. Схемы конструктивных элементов штампов пресс-молотов при высадке в матрице (а) и пуансоне (б)

При закрытой высадке утолщений в матрице (рис. 4.14, а) высота недохода пуансона до матрицы $h_2=0.01P$, но не менее 2 мм (P – усилие пресс-молота). Глубина захода пуансона в матрицу до начала высадки $h_1>2r$, а радиус $r=1.7h_2$; зазор между матрицей и пуансоном $6 = 0,2h_1$. При закрытой высадке головок болтов в пуансоне в матрице целесообразно выполнять полость для заусенца (рис. 4.14, б). Размеры полости составляют:

$D_0=1,5D_n$; $2p = 0,02F_n$, где D_n – диаметр поковки в плане, а F_n – площадь проекции поковки на плоскость разреза.

Иногда высадку на винтовых пресс-молотах производят в матрицах с разъемом, параллельным оси поковки. Такие штампы часто применяют для штамповки выдавливанием; их конструктивные схемы рассмотрены ниже.

4.3. Штампы кривошипных горячештамповочных прессов

Для выдавливания на кривошипных горячештамповочных прессах, так же как и для объемной штамповки, применяют сборные штампы, состоящие из пакета или блок-штампа и сменных рабочих вставок: матриц, пуансонов и выталкивателей. Схема простейшего одно-ручьевого штампа для выдавливания приведена на рис. 4.15. Пуансон 1 крепят к верхней плите 2 с помощью прижимного кольца 3, для уменьшения износа верхней плиты устанавливают закаленную опорную плиту (прокладку) 4. Матрицу 6 запрессовывают в контейнер 5, а контейнер – в обойму 7. Направляющей для выталкивателя 15 является втулка 14. В штампе предусмотрены каналы для охлаждения водой и подачи смазки. Недостатком этого штампа является отсутствие направляющих устройств; в процессе работы это может привести к нарушению соосности верхней и нижней половин штампа и, следовательно, к поломке инструмента.

На рис. 4.16 приведена схема двухручьевого штампа, предназначенного для выдавливания мелких поковок (типа клапанов). Штамп имеет направляющие колонки. Сменные пуансоны крепят на пуансонодержателях накидными гайками. Матрицы центрируются на вкладышах; их крепят с помощью прижимных колец, шпилек и гаек. Положение пуансонов регулируют клином, приводимым в движение специальным винтом.

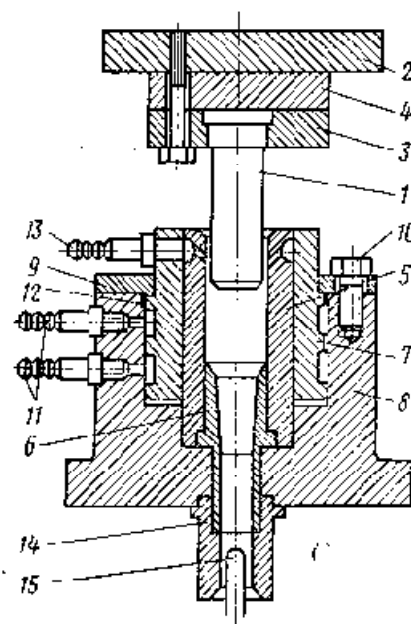


Рис. 4.15. Схема одноручьевого штампа для выдавливания мелких поковок (типа вращающихся центров):

- 1 – пуансон; 2 – крепежная плита; 3 – прижимное кольцо;
- 4 – опорная плита; 5 – контейнер; 6 – матрица; 7 – обойма;
- 8 – матрицедержатель;
- 9 – крышка; 10 – болт;
- 11 – штуцеры для подвода и отвода охлаждающей воды;
- 12 – прокладка; 13 – штуцер для подачи смазки; 14 – втулка; 15 – выталкиватель

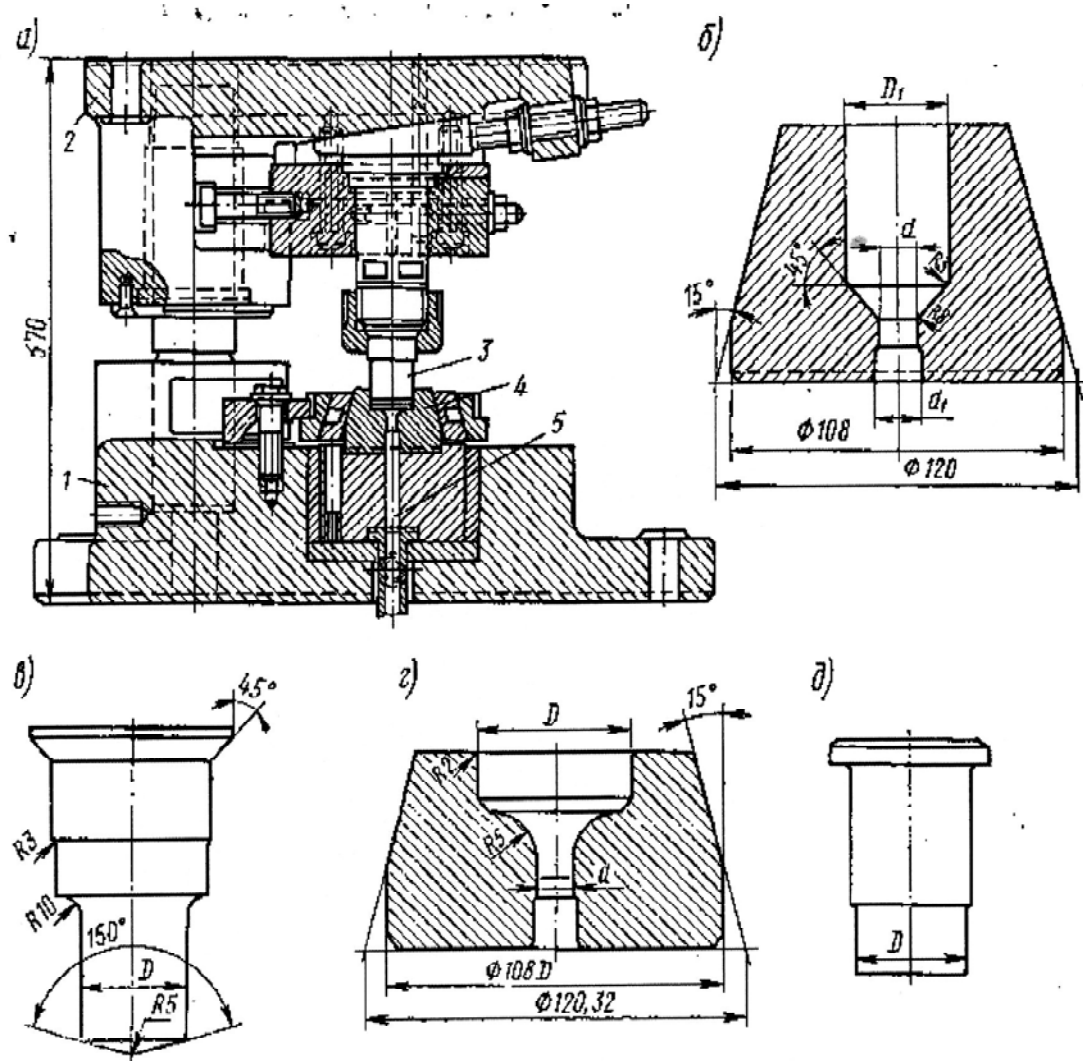


Рис. 4.16. Схема двухручьевого штампа и формообразующего инструмента для выдавливания мелких поковок (типа клапанов):
а – общий вид штампа; б – матрица I перехода; в – пуансон I перехода; г – матрица II перехода; д – пуансон II перехода; 1 – блок нижний; 2 – блок верхний; 3 – пуансон; 4 – матрица; 5 – выталкиватель

Для выдавливания более крупных поковок со сложной конфигурацией утолщенной части пуансоны изготавливают в виде круглых ручьевых вставок с соответствующей гравюрой (рис. 4.17). При этом во вставках окончательной штамповки выполняют облойный мостик. В штампах, предназначенных для изготовления поковок с отверстием в центре, во втором и третьем ручьях располагаются верхние вставки с пуансонами для обратного выдавливания (рис. 4.18).

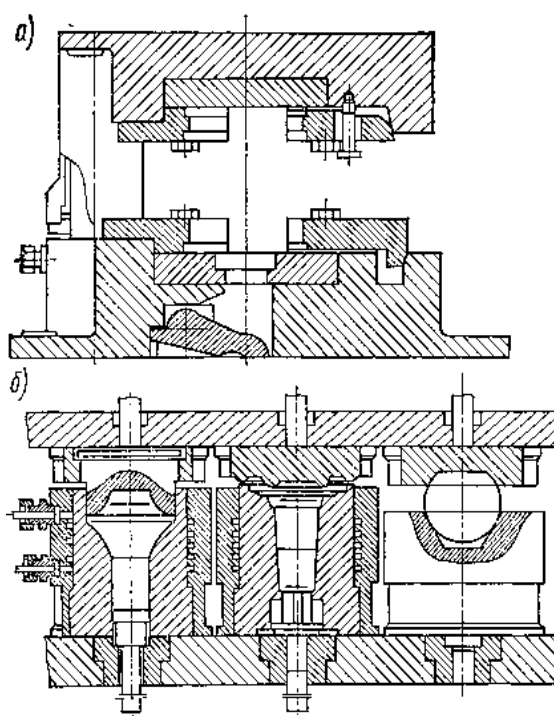


Рис. 4.17. Схема пакета (а) и ручьевые вставки (б) трехручьевого штампа для выдавливания цапфы поворотного кулака

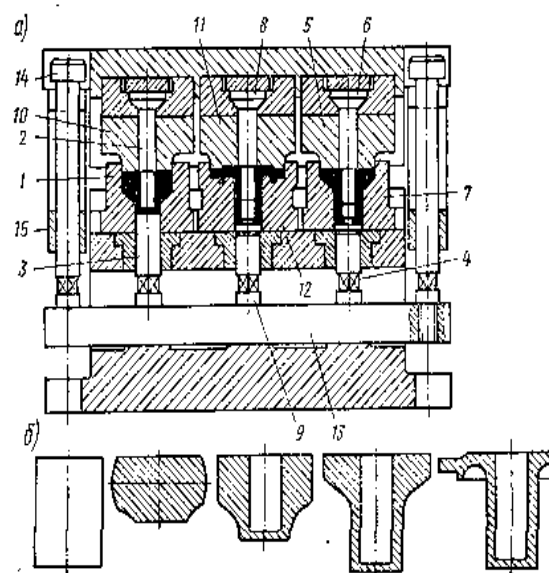


Рис. 4.18. Схема штампа для выдавливания полой поковки (а); на виде б показаны заготовка и поковки по переходам штамповки:
1, 7, 12 – матрицы; 2, 6, 8 – прошивни; 3, 4, 9 – выталкиватели; 5, 10, 11 – пуансоны; 13 – траверса; 14 – тяга траверсы; 15 – направляющая втулка

При штамповке поковок с поперечным выдавливанием отростков матрицы выполняют с разъемом в горизонтальной плоскости. Схема выдавливания поковок в матрицах с горизонтальным и вертикальным разъемом показана на рис. 4.19. Деформирование производят пуансоном; матрицы закреплены в плитах прижимами.

Крупные матрицы и пуансоны изготавливают цельными с прямоугольными вставками (осадочные и предварительные) или круглыми вкладышами (окончательные); их скрепляют прижимами в прямоугольных или круглых обоймах (рис. 4.20).

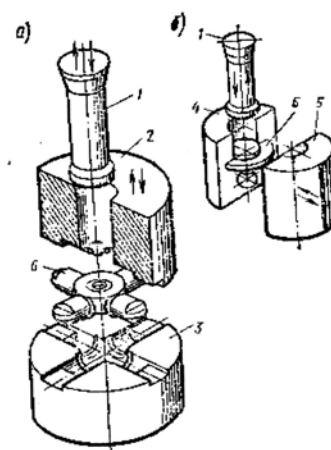


Рис. 4.19. Схемы выдавливания поковок в матрицах с горизонтальным (а) и вертикальным (б) разрезами:

1 – пуансон; 2 – верхняя полуматрица; 3 – нижняя полуматрица; 4, 5 – соответственно левая и правая полуматрицы; 6 – поковка

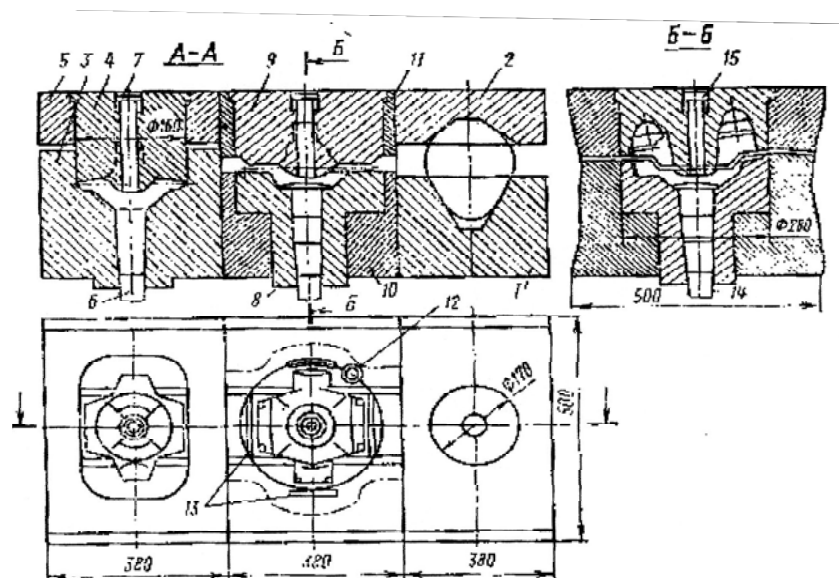


Рис. 4.20. Схема комплекта ручьевых вставок для выдавливания крупной поковки поворотного кулака на кривошипном горячештамповочном прессе:

- 1, 2 – осадочные вставки; 3 – матрица предварительного перехода; 4 – пуансон;
 5 – пуансонодержатель; 6, 7 – выталкиватели; 8, 9 – формообразующие вставки
 окончательного перехода; 10, 11 – корпуса; 12 – фиксатор;
 13 – шрифты; 14, 15 – выталкиватели

Для штамповки выдавливанием применяют кривошипные горячештамповочные прессы большей мощности, чем для объемной штамповки; эти прессы имеют увеличенное штамповое пространство. Поэтому штампы для горячего выдавливания имеют большие габаритные размеры. Кроме того, для штампов выдавливания необходимо обеспечить соосность верхней и нижней половин; это достигается соответствующим конструктивным исполнением и высокой точностью обработки деталей в процессе изготовления. В начальный момент деформирования пуансон должен входить в матрицу на глубину 2 – 3 мм; при этом зазор должен составлять 0,05 – 0,24 мм на диаметр для мелких поковок и 0,4 – 0,5 мм на диаметр для крупных поковок. Отклонения на непараллельность опорных поверхностей штампов и неперпендикулярность к ним осей матриц и пуансонов не должны превышать 0,015 мм на 100 мм длины.

При конструировании матрицы для прямого выдавливания принимают высоту заготовки (и глубину контейнера) h_k , не превышающей пяти диаметров d_k (рис. 4.21). Оптимальная величина угла φ составляет 35 – 50°, а длина калибрующего пояса $h = 5$ мм – натяг (в мм) при запрессовке матричных вставок в

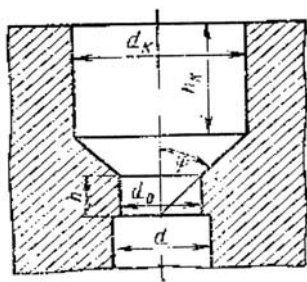


Рис. 4.21. Основные размеры матрицы для горячего выдавливания

бандажи рассчитывают по формуле

$$\delta = 12 h^{-6} D T_y,$$

где D – наружный диаметр вставки, мм; T – температура нагрева бандажа перед сборкой, °С. При выдавливании поковок, отличающихся по конфигурации от тел вращения, верхнюю и нижнюю полуматрицы предохраняют от поворота и смещения специальными штифтами.

Другие конструктивные особенности и размеры инструмента для выдавливания поковок на кривошипных горячештамповочных прессах практически не отличаются от рассмотренных выше применительно к штампам объемной штамповки.

5. ШТАМПЫ ДЛЯ ПРОЦЕССА ВЫДАВЛИВАНИЯ

Горячее выдавливание поковок производят на кривошипных горячештамповочных и гидравлических прессах, винтовых и гидровинтовых пресс-молотах. Кривошипные горячештамповочные прессы обычно применяют при крупносерийном производстве. Гидравлические прессы используют для выдавливания крупных поковок или длинных профилей и труб; это естественно, так как для выполнения подобных операций необходимо обеспечить большие усилия и ход инструмента.

Различают прямое и обратное выдавливание (см. рис. 2.14, и, к). Выдавливание профилей и труб в основном производят прямым методом. Близкой к схеме обратного выдавливания является закрытая прошивка и вытяжка пустотелых поковок; ее обычно осуществляют на гидравлических прессах.

Различают также поперечное, наклонное и комбинированное выдавливание. В последнем случае при формообразовании поковки одновременно осуществляют прямое и обратное выдавливание, а также прошивку. Такая схема деформации характерна для процессов безоблойной штамповки в разъемных матрицах.

5.1. Штампы винтовых и гидровинтовых пресс-молотов

Штамповку выдавливанием на винтовых и гидровинтовых пресс-молотах производят в основном в матрицах с продольным разъемом, параллельным оси деформирования поковки. На пресс-молотах, как правило, изготавливают поковки с боковыми отростками и фланцами, расположенными на расстоянии от торцов. Схема штампа с разъемными матрицами для поперечного выдавливания поковок на винтовых пресс-молотах приведена на рис. 5.1. Во время штамповки полуматрицы удерживаются в конической полости обоймы; по окончании штамповки они вместе с поковкой выталкиваются. После извлечения поковки полуматрицы под действием собственной массы вновь устанавливаются в обойме.

На мощных винтовых и гидровинтовых пресс-молотах для разъема штампов применяют приспособления с пневматическим или гидравлическим приводом (рис. 5.2). Во время деформирования полуматрицы удерживаются специальной обоймой, закрепленной на верхнем ползуне; после окончания штамповки их раздвигают с помощью пневматического или гидравлического привода.

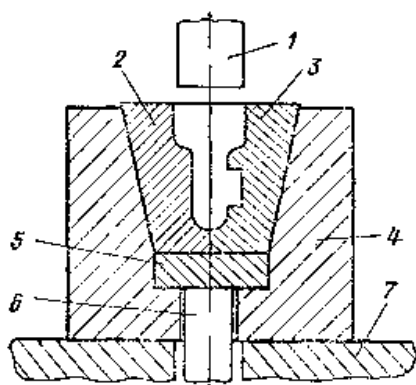


Рис. 5.1. Схема штампа с разъёмной матрицей для выдавливания поковок на винтовом пресс-молоте:

1 – пуансон; 2, 3 – левая и правая полуматрицы; 4 – блок матрицы; 5 – выталкивающее кольцо; 6 – выталкиватель; 7 – стол пресса

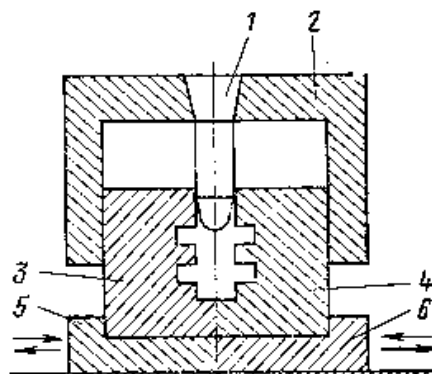


Рис. 5.2. Схема штампа с принудительным разъемом матриц (с помощью гидравлического привода) при выдавливании поковок на мощном гидравлическом пресс-молоте:

1 – пуансон; 2 – бандаж; 3, 4 – полуматрицы; 5, 6 – ползунки; 7 – стол пресса

Ручьи и формообразующие детали штампов выдавливания конструируют так же, как и соответствующие элементы штампов объемной штамповки и высадочных штампов винтовых пресс-молотов (см. выше).

5.2. Штампы гидравлических прессов

При штамповке на гидравлических прессах применяют схемы прямого (рис. 5.3), обратного (рис. 5.4) и поперечного (рис. 5.5) выдавливания.

Штамповку прямым выдавливанием в штампе, показанном на рис. 5.3, производят обычным способом. Заготовку помещают в контейнерную часть матрицы 5, деформируют пуансоном 3 и после отхода траверсы пресса 1 в верхнее положение выталкивают толкателем 10. При обратном выдавливании в

штампе, показанном на рис. 5.4, заготовку помещают в матрицу 3, задвигают съемник 5 влево и производят деформирование пуансоном 4. При обратном ходе пуансона снимают поковку и сдвигают съемник вправо; затем поковку толкателем 6 выталкивают. Матрицы и пуансоны крупных штампов такого типа оборудуют устройствами для охлаждения.

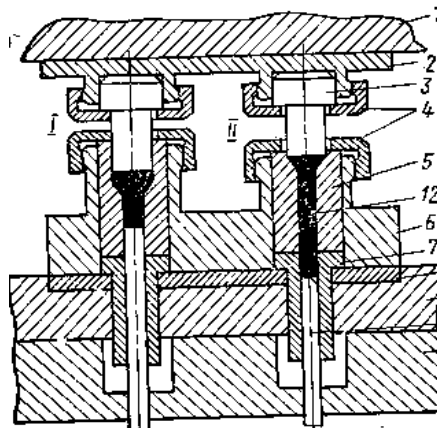


Рис. 5.3. Схема штампа для прямого выдавливания стержня с утолщением в два перехода на гидравлическом прессе:
I – первый (предварительный) переход;
II – второй (окончательный) переход:
1 – траверса пресса; 2 – плита; 3 – пуансон; 4 – накидная гайка; 5 – матричная вставка; 6 – корпус матрицы; 7 – направляющая втулка; 8 – планка; 9 – плита; 10 – толкатель; 11 – стол пресса; 12 – поковка

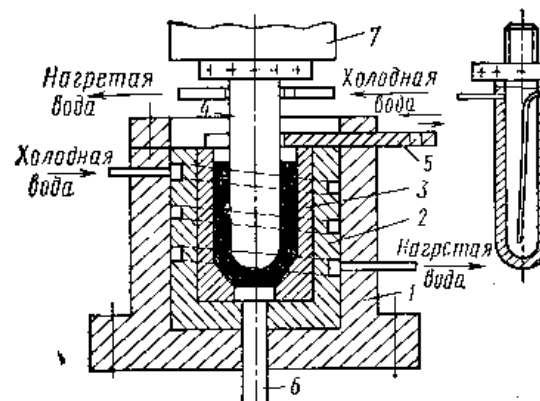


Рис. 5.4. Схема штампа для обратного выдавливания поковки снаряда на гидравлическом прессе:
1 – корпус матрицы; 2 – водоохлаждаемая рубашка; 3 – вставка матрицы;
4 – пуансон; 5 – съемник; 6 – толкатель;
7 – ползун пресса

Процесс штамповки по схеме поперечного выдавливания в штампе, показанном на рис. 5.5, производят следующим образом. Нагретую заготовку помещают в рабочую полость собранного нижнего штампа, в корпусе 1 которого закреплены рабочая вставка 2, три боковых пуансона 3 и верхняя часть матрицы 4. Крепление выполнено прижимной плитой 5 с помощью двух клиньев 6. Пуансон 9, закрепленный на державке 8, входящей в пуансонодержатель 7, производит деформирование заготовки; при этом заполняется фигурная полость, образованная рабочими частями штампа. Затем выбивают клинья 6 и поднимают верхнюю часть матрицы 4 вместе с прижимной плитой 5. Поковку вместе с пуансонами 3 извлекают из вставки 2; после этого поковку освобождают от пуансонов. Затем производят сборку штампа и штамповку следующей поковки.

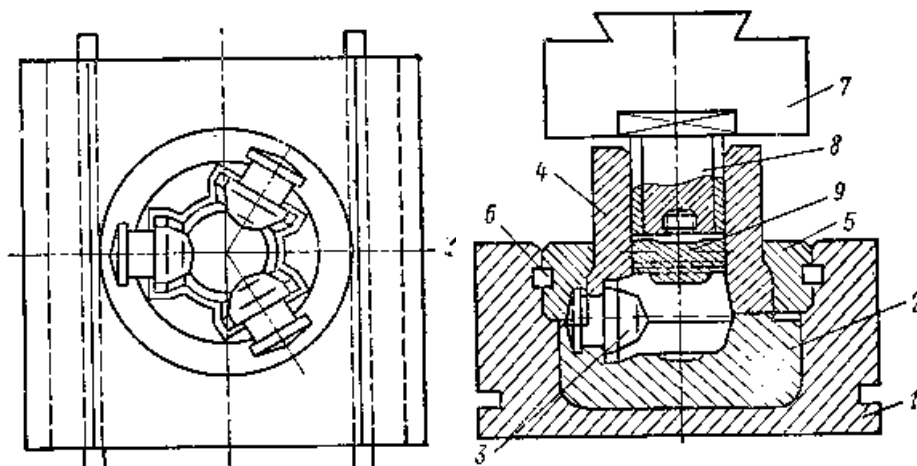


Рис. 5.5. Схема штампа для поперечного выдавливания втулки на гидравлическом прессе
1 – корпус; 2 – вставка; 3 – боковой пуансон; 4 – верхняя часть матрицы; 5 – прижимная плита; 6 – клин; 7 – пуансонодержатель; 8 – державка; 9 – пуансон

Штампы выдавливания гидравлических прессов обычно значительно крупнее, чем штампы выдавливания кривошипных горячештамповочных прессов, крепление их к корпусным деталям проще (зачастую без запрессовки рабочих элементов). Широко применяют внутреннее водяное охлаждение пуансонов и матриц. Часто используют легко-разборные конструкции штампов и накладного инструмента.

Более производительна штаповка выдавливанием в разъемных матрицах на специальных много-плунжерных гидравлических прес-сах для безоблойной штамповки. Применяемые при этом штампы схематически показаны на рис. 5.6. Рабочий инструмент состоит из пуансонов 3 (с прошивнем и без него) и полуматриц (с продольным или поперечным разъемом) 1 и 2. При

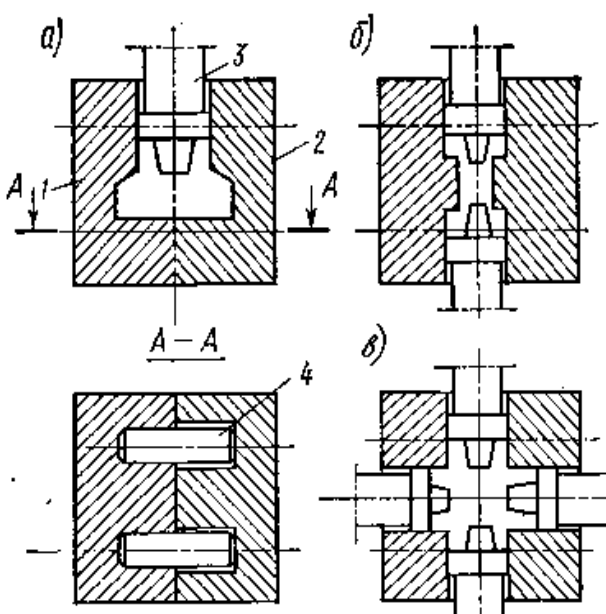


Рис. 5.6. Схема штампов для выдавливания поковок на многоплунжерных гидравлических прес-сах:

а – с одним пуансоном; б – с двумя пуансонами; в – с четырьмя пуансонами; 1, 2 – полуматрицы; 3 – пуансон; 4 – направляющие колонки

поперечном разьеме полуматрицы изготавливают с рабочими вставками, скрепленными с обоймами горячей посадкой. Во время деформирования полуматрицы удерживаются в рабочем положении с помощью прижимных цилиндров; усилие, создаваемое прижимными цилиндрами, в два раза больше, чем усилие деформирования. После окончания штамповки с помощью гидропривода осуществляют разъем полуматриц; затем штамповщик извлекает поковку. Смещение матриц предотвращается колонками 4 диаметром 70 – 125 мм.

При штамповке на гидравлических прессах широко применяют технологические процессы прошивки и вытяжки пустотелых поковок; эти процессы близки к деформированию обратным выдавливанием.

На рис. 5.7 схематически показан последовательный штамп для получения крупной пустотелой поковки. В первом переходе формируют нижний конус и наметку под прошивку, во втором – прошивают поковку, в третьем – вытягивают и калибруют ее по наружной поверхности.

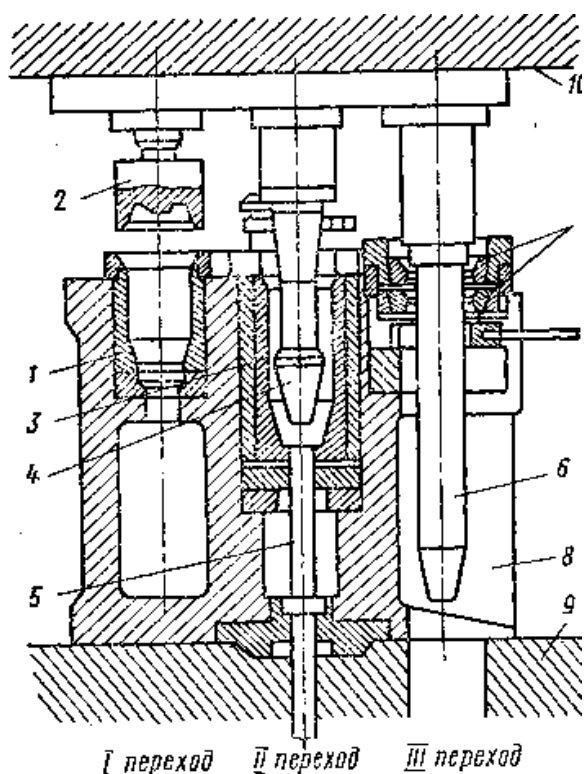


Рис. 5.7. Схема последовательного штампа для штамповки пустотелой поковки за три перехода:

I переход – осадка и наметка отверстия;
II переход – прошивка отверстия; III переход – протягивание (калибровка) поковки

вают и калибруют ее по наружной поверхности. К формообразующим деталям этого штампа относят матрицу 1, формующий пуансон 2, прошивную матрицу 3, прошивной пуансон 4, выталкиватель 5, протяжной пуансон 6 и вытяжные кольца 7. Матрицы и кольца обычно размещают в литом штампе 8, устанавливаемом на столе пресса 9, а пуансоны крепят к ползуну 10.

Мелкие пустотелые поковки штампуют в совмещенных штампах за одну установку (рис. 5.8). Сначала поковку с помощью накладного кольца 5, надетого на пуансон 1, осаживают, затем прошивают; после

удаления пробки 4, закрепленной клином 3, поковку этим же пуансоном вытягивают через отверстие в дне матрицы.

Применяют различные схемы прошивки и вытяжки: с неподвижной матрицей и подвижным пуансоном (рис. 5.9), с подвижной матрицей и неподвижным пуансоном (рис. 5.10), с неподвижными (рис. 5.11) и подвижными (рис. 5.12) кольцами. В тех случаях, когда для вытяжки поковки нужен большой ход пуансона, применяют горизонтальные вытяжные прессы (рис. 5.13).

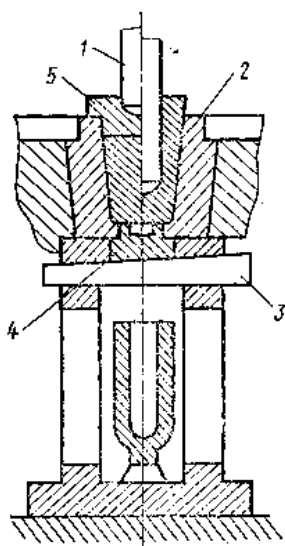


Рис. 5.8. Схема штампа для штамповки пустотелой поковки за одну установку: 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – клин; 4 – пробка; 5 – накладное кольцо

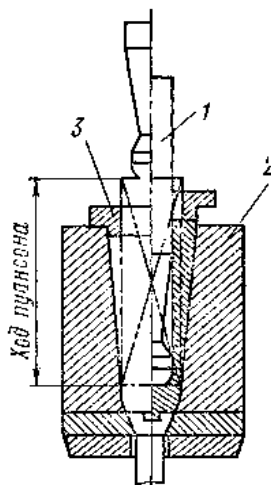


Рис. 5.9. Схема штампа для закрытой прошивки с неподвижной матрицей и подвижным пуансоном: 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – кольцо

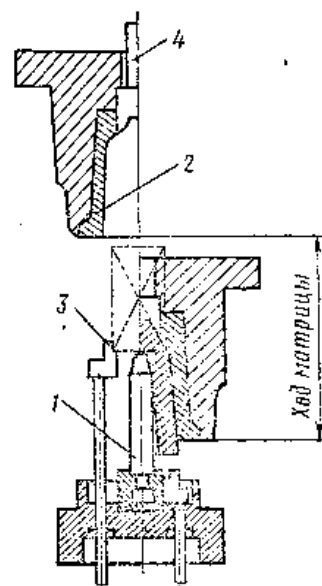


Рис. 5.10. Схема штампа для закрытой прошивки с подвижной матрицей и неподвижным пуансоном: 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – подставка; 4 – выталкиватель

Конструкция и размеры формообразующего инструмента для прошивных и вытяжных гидравлических прессов определяются размерами и формой поковки. Этим методом изготавливают большую номенклатуру (поковок от мелких снарядов до крупных цельноштампованных сосудов высокого давления).

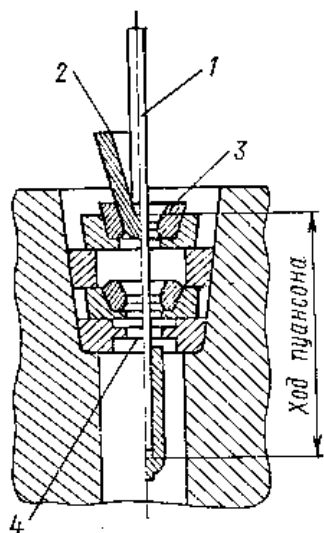


Рис. 5.11. Схема штампа для вытяжки полой поковки через неподвижные кольца:
1 – пуансон; 2 – проштампанная заготовка; 3 – первое кольцо; 4 – съемник

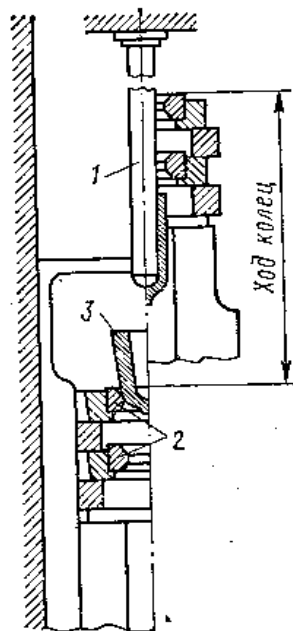


Рис. 5.12. Схема штампа для вытяжки полой поковки через подвижные кольца:
1 – пуансон; 2 – кольца; 3 – заготовка

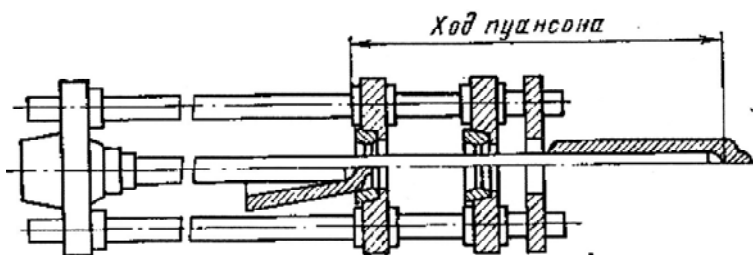


Рис. 5.13. Схема штампа для вытяжки поковки на горизонтальном прессе

Специфическим процессом горячего деформирования, осуществляемым только на гидравлических прессах, является выдавливание профилей и труб.

На рис. 5.14 приведена часто применяемая схема выдавливания труб на горизонтальном гидравлическом прессе. При усилии пресса 200 000 кН можно выдавливать слитки и заготовки диаметром до 1200 мм.

Нагретые заготовки или слитки укладывают в контейнер 8, прошивают иглой 11 и выдавливают пуансоном 13 с пресс-шайбой 12 через матрицу 1. Матрица закреплена в матрицедержателе 7, установленном в подвижной головке 5 пресса. Точность установки матрицы регулируют прокладками 4. Контейнер состоит из рабочей 9 и промежуточной 10 втулок, запрессованных в собственно контейнер 8. Пуансон соединяется с ползуном пресса с помощью резьбового 16 и конусного 17 колец.

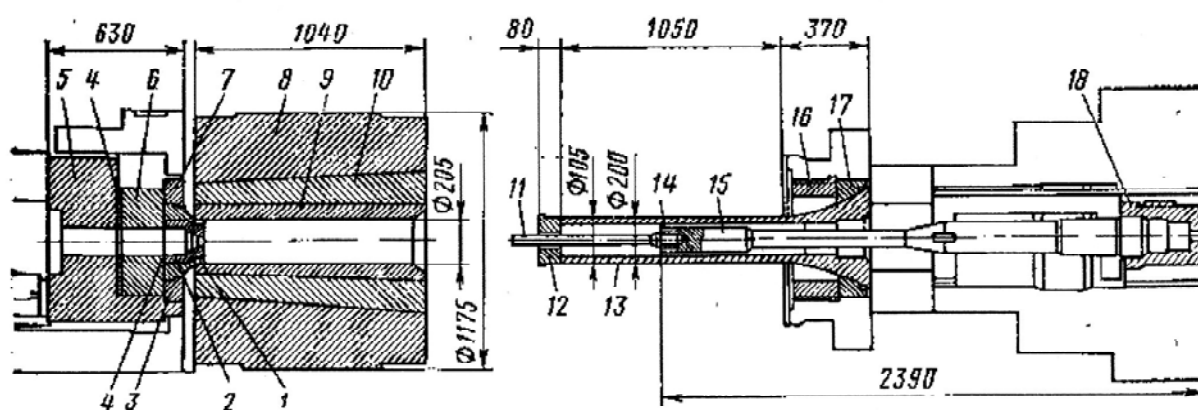


Рис. 5.14. Схема инструмента для выдавливания труб на горизонтальном гидравлическом прессе:

- 1 – матрица; 2 – кольцо промежуточное; 3 – кольцо крепление матрицедержателя; 4 – прокладки регулировочные; 5 – подвижная головка; 6 – опорное кольцо; 7 – матрицедержатель; 8 – контейнер; 9 – подвижная головка; 10 – промежуточная втулка; 11 – игла; 12 – пресс-шайба; 13 – пуансон; 14 – патрон переходной; 15 – иглодержатель; 16 – резьбовое кольцо; 17 – конусное кольцо; 18 – гайка-патрон

Рассмотрим конструктивные особенности формообразующих деталей штампового инструмента для выдавливания профилей и труб.

Контейнеры изготавливают сборными из двух, трех и более колец. Кольца насаживают друг на друга с натягом δ . Величину натяга определяют по методике В. В. Жолобова и Г. И. Зверева; в соответствии с этой методикой $\delta = (0,004 - 0,008) R$, где R – наружный радиус внутренних втулок. Конструкция и размеры контейнеров для прессов с различным усилием приведены на рис. 5.15. Масса контейнера может достигать 100 т и более.

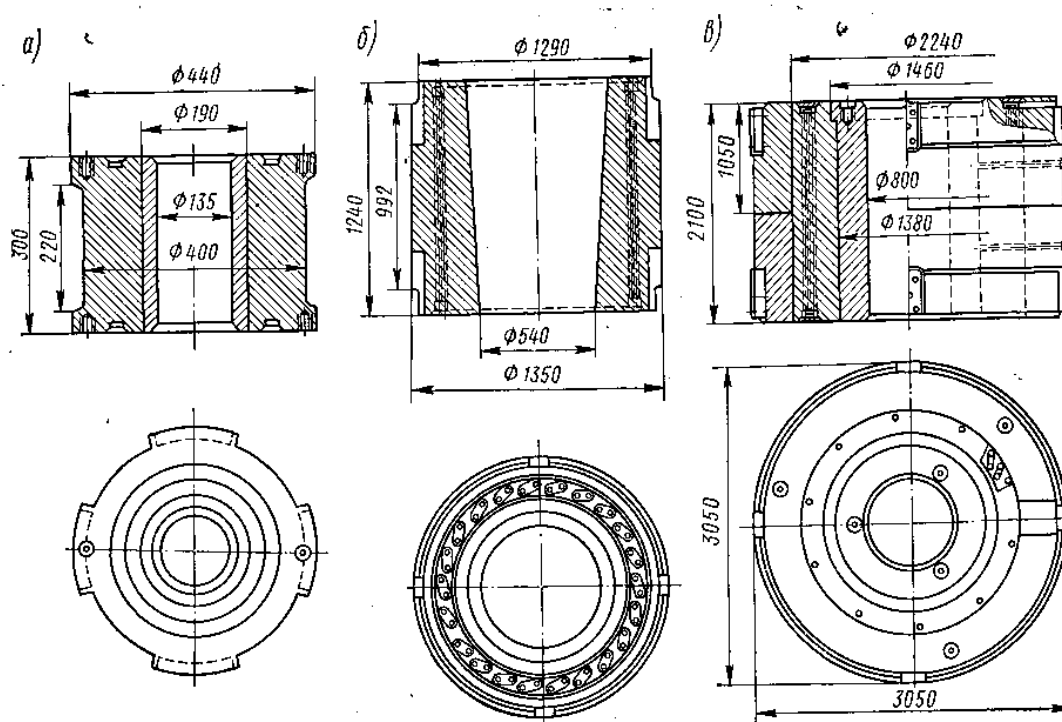


Рис. 5.15. Схема контейнеров прессов с усилием: а – 5000 кН, б – 50 000 кН, в – 200 000 кН

Число колец для изготовления контейнера определяют по величине удельного усилия выдавливания профиля или трубы; от усилия выдавливания зависят размеры промежуточных и наружных колец (табл. 5.1). Наружный диаметр контейнера $D_H = (4 - 5)D_{вн}$, где $D_{вн}$ – его внутренний диаметр.

Обычно контейнеры изготавливают из цилиндрических или конических колец (втулок); при прессовании плоских панелей применяют контейнеры со щелевидным отверстием, состоящие из круглых втулок и специальных вкладышей. Для улучшения условий выдавливания профилей и труб и повышения стойкости контейнеров применяют их предварительный подогрев специально вмонтированными электронагревателями.

Таблица 5.1

Размеры колец (втулок) контейнеров прутково-профильных и трубoproфильных гидравлических прессов		
Удельные усилия выдавливания профиля, МН/м ² (кгс/мм ²)	Наружный диаметр внутреннего кольца D_1 , мм	Наружный диаметр промежуточного кольца D_2 , мм
Трехслойный контейнер		
1000 (100)	$1,6D^*$	$1,8D$
800 (80)	$1,6D$	$1,6D$
630 (63)	$1,5D$	$1,5D$
Двухслойный контейнер		
500 (50)	$2D$	—
400 (40)	$1,8D$	—
315 (31,5)	$1,6D$	—
250 (25)	$1,4D$	—

* D — внутренний диаметр внутреннего кольца; его выбирают в соответствии с размерами и маркой заготовки и усилием пресса.

По конструкции различают конические, плоские, плоскоконические, радиальные, комбинированные (язычковые), сборные (разъемные) и многоканальные матрицы. Наиболее распространенные типы матриц представлены на рис. 5.16 и 5.17. Оптимальная величина угла входного конуса α составляет $25 - 40^\circ$, ширина калибрующего пояса $h = 4 - 10$ мм; габаритные размеры матриц D и H выбирают в соответствии с табл. 5.2.

Таблица 5.2

Габаритные размеры матриц для выдавливания профилей и труб, мм					
Диаметр контейнера	Максимальный наружный диаметр матрицы D	Максимальный рабочий диаметр матрицы * d	Толщина матрицы H		
			тип 1	тип 2	тип 3
100	80	50	20	25	35
112	90	56	20	25	35
125	100	63	25	30	40
140	112	71	25	30	40
160	125	80	25	35	45
180	140	90	25	35	45
200	160	100	30	40	50
224	180	112	30	40	50
250	200	125	35	45	55
280	224	140	35	45	55
315	250	160	40	50	60
355	280	180	40	50	60
400	315	200	45	55	70
450	355	225	45	55	70
500	400	250	50	60	80

* Рабочий диаметр матрицы показывает участок, внутри которого размещается сложный профиль выдавливаемого прутка или трубы.

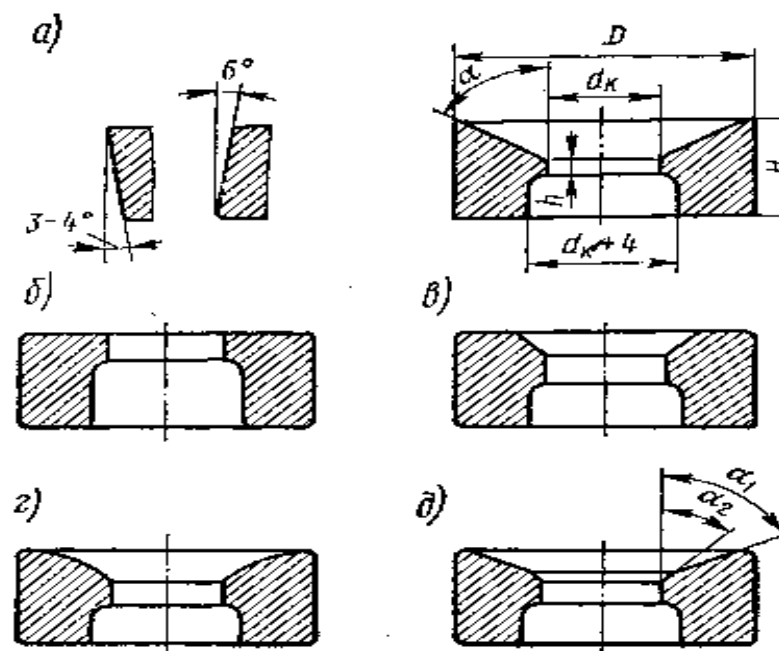


Рис. 5.16. Схемы типов матриц: а – коническая; б – плоская; в – плоскоконическая; г – радиальная; д – с двойным конусом

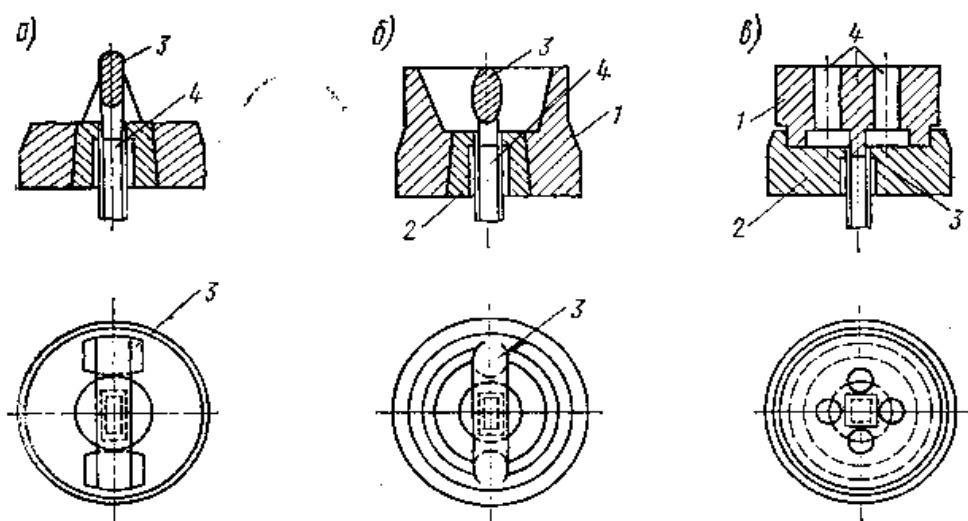


Рис. 5.17. Схемы основных типы комбинированных матриц: а – с двухпорным открытым рассекателем; б – с закрытым рассекателем; в – многоканальные; 1 – корпус; 2 – втулка; 3 – гребень; 4 – канал

Размеры рабочих каналов матриц зависят от размера выдавливаемого профиля. Разъемные матрицы применяют в том случае, если необходимо изменять сечение профиля по длине прутка: сначала выдавливают профиль мень-

ших размеров, затем матрицу разбирают и производят выдавливание профиля через более крупную матрицу. Многоканальные матрицы используют при выдавливании труб, прутков и сложных профилей; число каналов может достигать 30. Комбинированные (язычковые) матрицы применяют при выдавливании профилей сложной формы с внутренним отверстием диаметром 5 – 10 мм; в этом случае применение обычных матриц и игл затруднено.

Размеры пресс-шайб и игл соответствуют размерам контейнера и диаметру полости. Их крепят на пуансоне с помощью резьбы и накладных гаек. Некоторые виды игл, используемых при выдавливании, приведены на рис. 5.18.

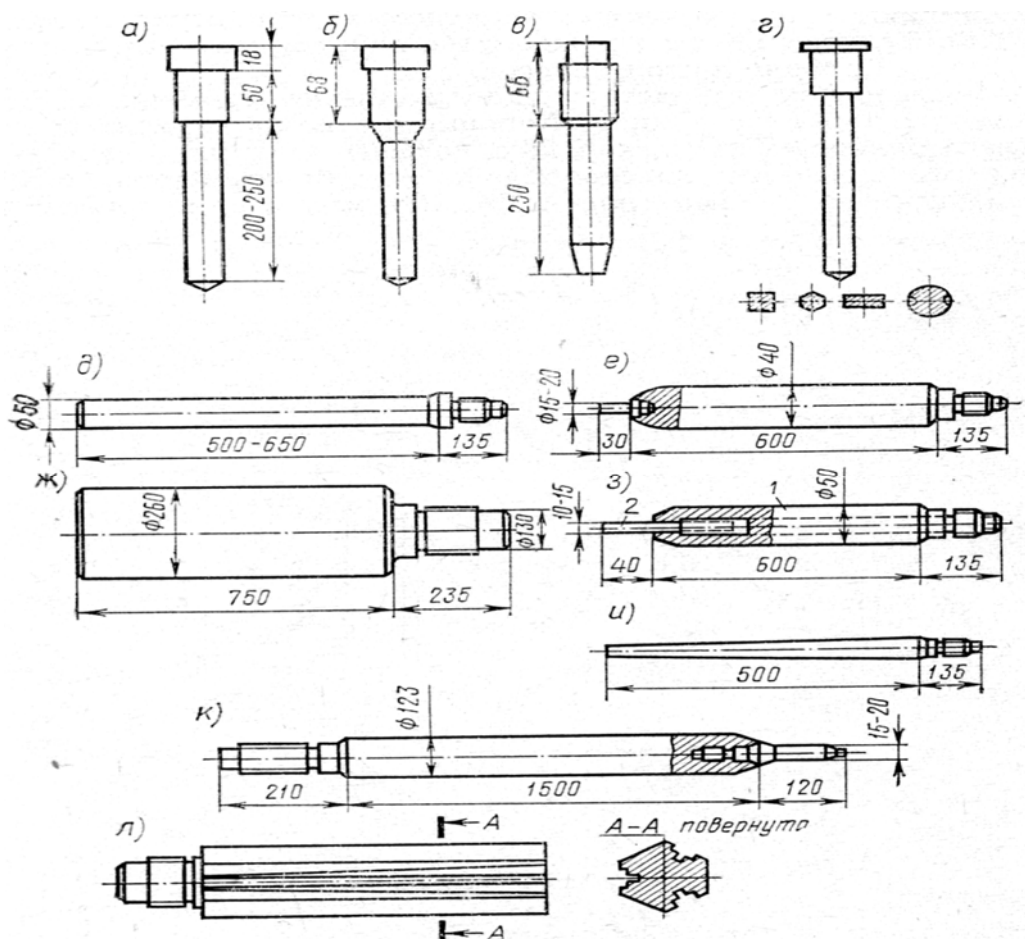


Рис. 5.18 Схемы типов игл для выдавливания труб и закрытых профилей: а, б – сплошные ступенчатые, крепление к пуансону резьбовым кольцом; в – то же, крепление на резьбе; г – профильные; д, ж – сплошные гладкие, крепление на резьбе; е, к – бутылочные с закрепленным калибрующим концом; з – бутылочные (корпус иглы 1 с плавающей малой иглой 2); и – конические для прессования профиля переменного сечения; л – специальные профильные

6. ШТАМПЫ ДЛЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

При горячей штамповке штучных заготовок разделительные операции производят для обрезки облоя и пробивки отверстий, при штамповке от прутка или многоштучной штамповке – для отделения готовых поковок от прутка или друг от друга. В первом случае для выполнения разделительных операций применяют специализированные обрезные и универсальные кривошипные прессы. Иногда обрезку облоя и пробивку отверстий производят на горизонтально-ковочных машинах. Для выполнения разделительных операций во втором случае в штампах паровоздушных штамповочных молотов и горизонтально-ковочных машин монтируют специальные отрубные ножи.

При штамповке поковок на винтовых пресс-молотах и гидравлических прессах разделительные операции обычно не производят; поэтому в настоящем разделе штампы, выполняющие разделительные операции на этих машинах, не рассматриваются.

6.1. Штампы обрезных прессов

На рис. 6.1 представлены конструктивные схемы обрезных и пробивных штампов простого действия (за один ход прессы выполняется одна операция). Они отличаются друг от друга способом удаления поковки и облоя. Так, на схеме, показанной на рис. 6.1, а, поковку удаляют через окно в столе прессы; на схемах, представленных на рис. 6.1, в, г, – через окно в нижней плите штампа или в промежутке между брусками. У пробивного штампа предусмотрен съемник; с его помощью поковку снимают с пуансона при обратном ходе ползуна прессы (рис. 6.1,б). При мелкосерийном производстве поковок матрицу накладками крепят непосредственно к столу прессы.

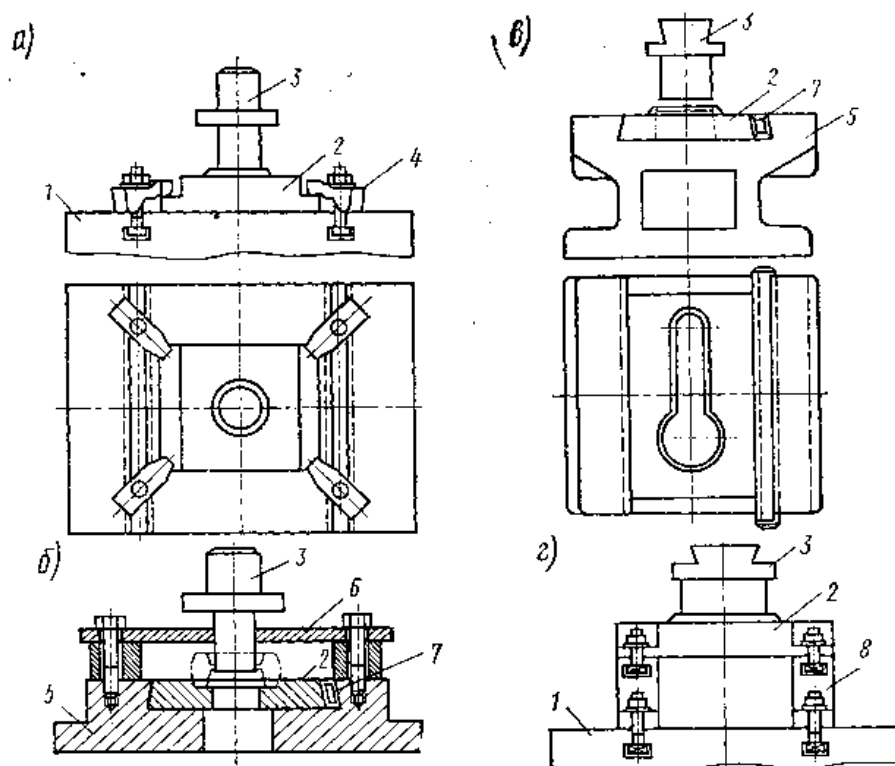


Рис. 6.1. Конструктивные схемы обрезных штампов: а – для обрезки облоя и удаления поковки через окно в столе пресса (крепление пуансона винтом, матрицы – накладками); б – для прошивки отверстий (в верхней части расположен съемник); в – для обрезки облоя и удаления поковки через окно штампа (крепление пуансона и матрицы клиновое); г – для обрезки облоя и удаления поковки в промежутке между брусками (крепление пуансона клиновое, матрицы – болтами); 1 – стол пресса; 2 – матрица; 3 – пуансон; 4 – накладка; 5 – штамп; 6 – съемник; 7 – клин; 8 – брус

При массовом производстве поковок обычно применяют матрицы более совершенной конструкции. Хорошо зарекомендовали себя секционные (изготовленные из нескольких частей) матрицы, фиксируемые специальными штырями; целесообразно также применять штампы с направляющими колонками (рис. 6.2). Штампы с направляющими колонками, расположенными с тыльной стороны и по оси, применяют для обрезки круглых в плане поковок, а с колонками, расположенными по диагонали штампа, – для обрезки поковок удлиненной формы. За счет применения пружинных съемников в пробивных штампах достигают улучшения условий съема поковок и повышения производительности труда.

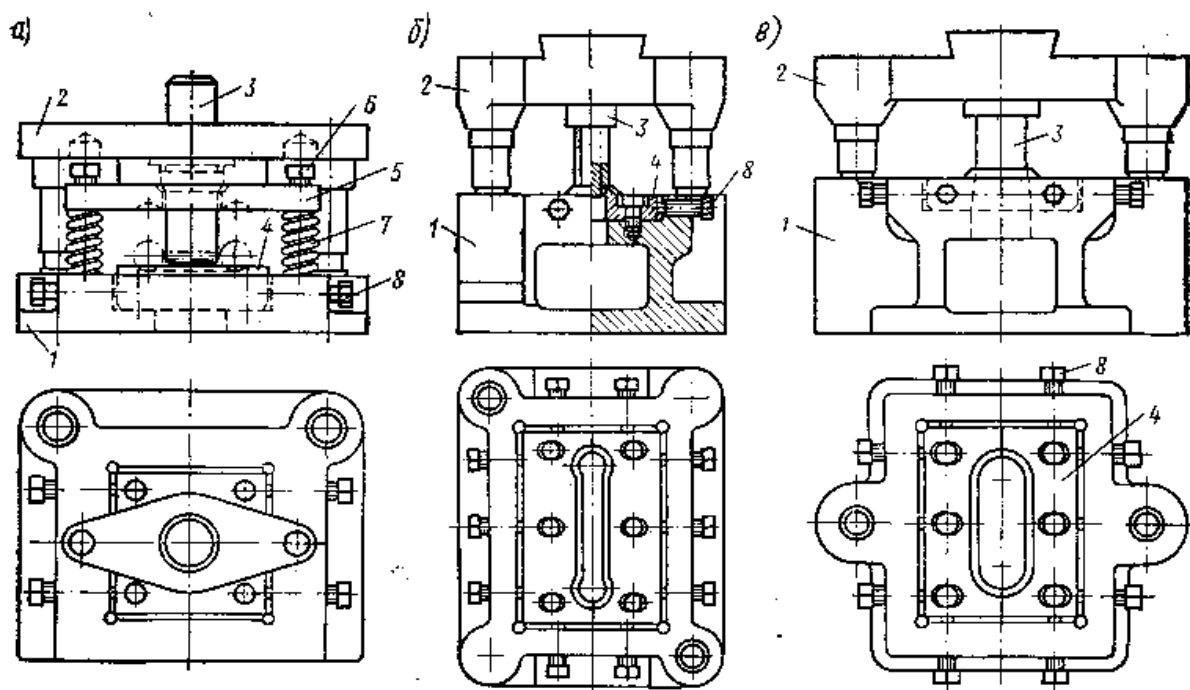


Рис. 6.2. Конструктивные схемы обрезных и прошивных штампов с направляющими колонками и секционными матрицами:

а – направляющие колонки расположены в тыльной части штампа, а штамп снабжен пружинным съемником; б – направляющие колонки расположены по диагонали штампа; в – направляющие колонки по оси штампа; 1 – нижний штамп; 2 – верхний штамп; 3 – пуансон; 4 – матрица; 5 – съемник; 6 – упор; 7 – пружина; 8 – болт

В том случае, если после штамповки поковки необходимо одновременно выполнить несколько операций (обрезку и пробивку, обрезку и правку и т. п.), применяют комбинированные штампы последовательного (рис. 6.3) и совмещенного (рис. 6.4) действий. В комбинированных штампах последовательного действия каждую операцию выполняют в отдельном ручье, а в комбинированных штампах совмещенного действия в одном ручье за один ход ползуна прессы одновременно производят обрезку и правку поковок. Обычно пакет штампа последовательного действия для поковок малых и средних размеров сложной конфигурации включает устройства для обрезки облоя и пробивки отверстий (рис. 6.3,а). В том случае, если после обрезки облоя необходимо производить операции правки или гибки, в пакете обрезного штампа размещают соответствующий ручей (рис. 6.3,б). При этом вставку правочного (гибочного) ручья устанавливают на амортизаторах (с тарельчатыми пружинами или буферным устройством).

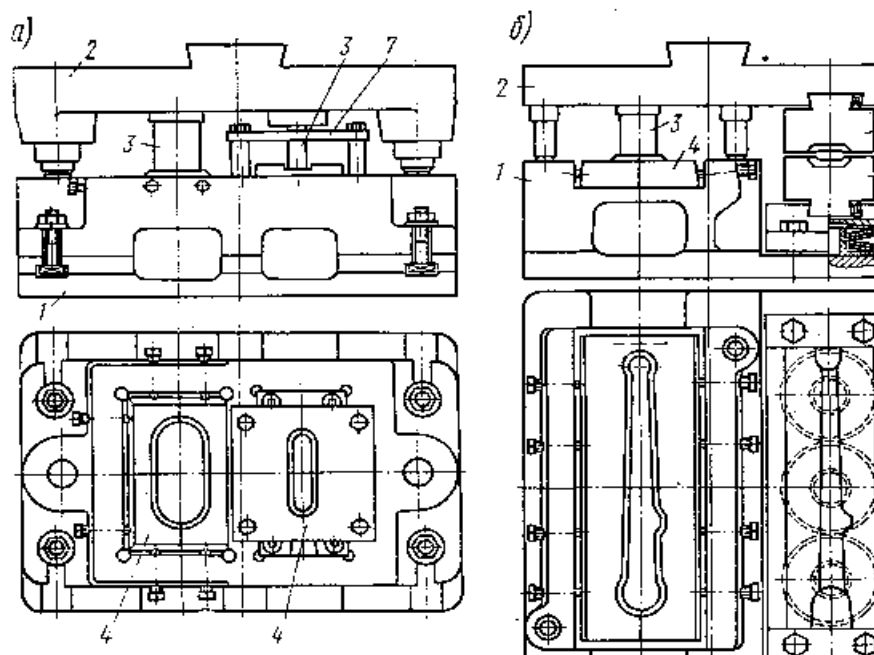


Рис. 6.3. Схема обрезных штампов последовательного действия: а – для обрезки облоя и пробивки отверстий; б – для обрезки отверстия и правки длинной поковки; 1 – нижний штамп; 2 – верхний штамп; 3 – пуансоны; 4 – матрицы; 5, 6 – правочные вставки; 7 – съемник; 8 – буферное устройство

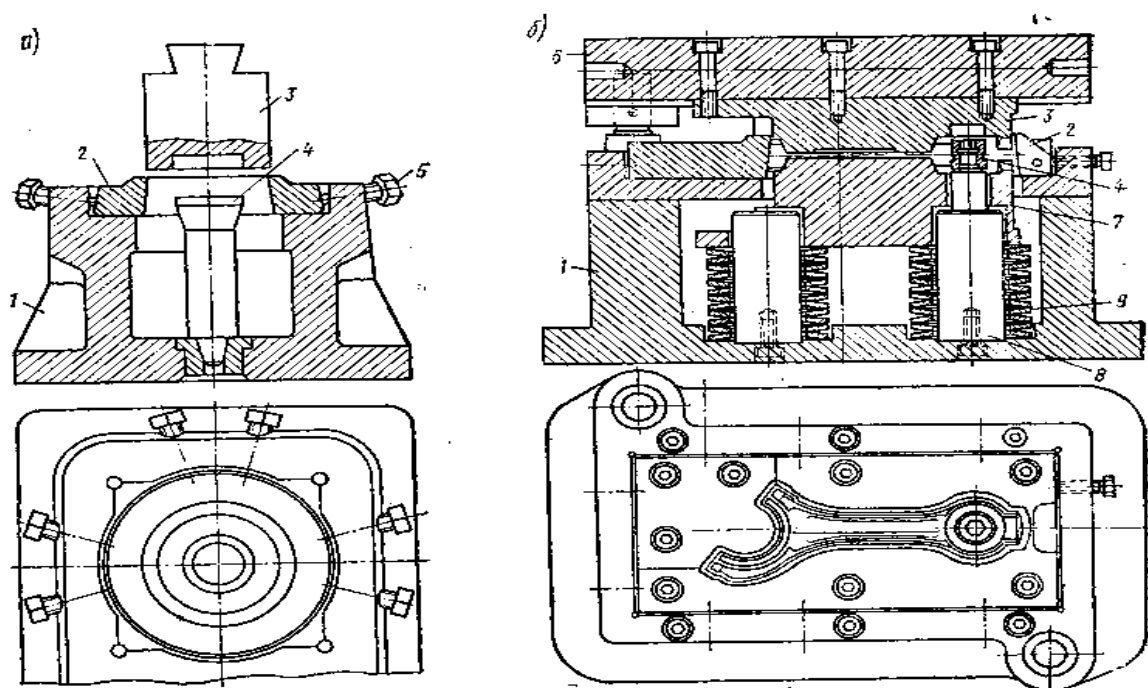


Рис. 6.4. Схема обрезных штампов совмещенного действия: а – для обрезки облоя и прошивки отверстия (с ручным подъемом прошивня); б – для обрезки облоя и прошивки зева в поковке шатуна (с буферным устройством); 1 – нижний штамп; 2 – матрица; 3 – обрезной пуансон; 4 – прошивень; 5 – болт; 6 – верхний штамп; 7 – прижим; 8 – упор; 9 – пружина

В штампе совмещенного действия, показанном на рис. 6.4, а, в начале хода ползуна прессы пуансоном 3 и матрицей 2 производят обрезку облоя поковки, затем прошивнем 4 пробивают отверстия; в конце хода ползуна пуансоном 3 выполняют правку. В штампе, приведенном на рис. 6.4,б, обрезку облоя производят пуансоном 3 и матрицей 2, пробивку отверстий – прошивнем 4; в конце хода ползуна прессы также выполняют правку поковки (пуансоном 3, прижимом 7 и буферным устройством 9).

Конструктивное исполнение буферных устройств обрезных совмещенных штампов показано на рис. 6.5.

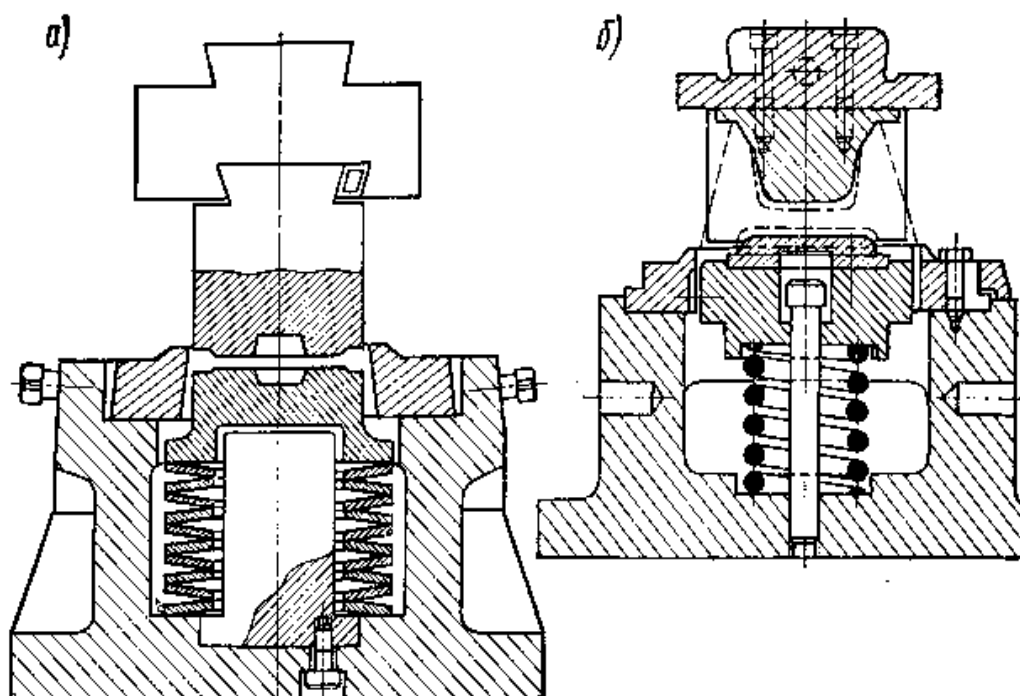


Рис. 6.5. Схема буферных устройств обрезных штампов совмещенного действия с тарельчатыми (а) и спиральными (б) пружинами

Габаритные размеры штампового пространства обрезных кривошипных прессов представлены в табл. 6.1. Приведенные в табл. 6.1 данные позволяют судить о размерах штампов и пакетов. Расчет усилия обрезного прессы, размеров обрезных и пробивных пуансонов, обрезных и правочных матриц производят по чертежу поковки в соответствии с действующими нормативными материалами и стандартами.

Таблица 6.1

Габаритные размеры штампового пространства обрезных кривошипных прессов закрытого типа

Усилие, кН(тс)	Закрытая высота, мм	Размеры ползуна, мм	Размеры стола, мм	Размеры отверстия в столе, мм
1 000 (100)	380	480×480	600×600	360×360
1 600 (160)	450	560×560	710×710	420×420
2 500 (250)	530	670×670	850×850	500×500
4 000 (400)	630	800×800	1000×1000	630×630
6 300 (630)	750	1000×1000	1250×1250	800×800
10 000 (1000)	900	1400×1250	1500×1500	1000×1000
16 000 (1600)	1000	1750×1500	1800×1800	1250×1250
25 000 (2500)	1380	1600×2400	2000×2800	1400×1400

Стойкость режущих кромок матриц и пуансонов и качество обрезки поковки в значительной мере зависят от их конструктивного исполнения (рис. 6.6). Зазор δ между пуансоном и матрицей целесообразно выбирать в соответствии с данными, приведенными в табл. 6.2. Съем облоя облегчается при применении увеличенного зазора; его рассчитывают по формуле

$$\delta = h \operatorname{tg} \alpha + (0,5 \div 0,8) r, \text{ мм.}$$

Таблица 6.2

Зазоры между пуансоном и матрицей при обрезке облоя, мм

Обрезка пуансоном без охвата поковки				Обрезка пуансоном с охватом поковки		Обрезка пуансоном со сферической поверхностью	
h	зазор δ			h	δ	D	δ
	$\alpha=3^\circ$	$\alpha=5^\circ$	$\alpha=7-15^\circ$				
До 5	0,3	0,3	0,5	До 10	0,3	До 20	0,3
5—10	0,5	0,6	0,8	10—20	0,5	20—30	0,5
10—20	0,8	1,2	1,6	20—30	0,8	30—45	0,8
20—25	1,0	1,5	2,0	Свыше 30	1,0	45—60	1,0
25—30	1,2	1,8	2,6	—	—	60—70	1,2
Свыше 30	1,5	2,4	3,0	—	—	Свыше 70	1,5

Величину притупления острых кромок пуансонов, охватывающих поковку (рис. 6.6, б, в), определяют по формуле

$$t = \frac{2 + \delta}{\operatorname{tg} \alpha}, \text{ мм.}$$

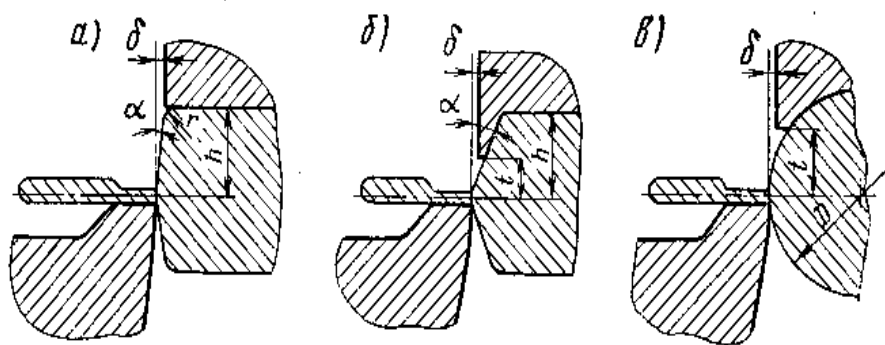


Рис. 6.6. Конструктивные элементы обрезных пуансонов: а – плоских толкающих; б – плоских охватывающих; в – сферических охватывающих

Конструктивное исполнение и размеры отрезных матриц приведены на рис. 6.7 и в табл. 6.3 и 6.4. Иногда обрезные матрицы изготавливают секционными (рис. 6.8). Такое исполнение позволяет легко регулировать размеры обрезаемого контура поковки. При этом быстроизнашивающиеся части матриц выполняют вставными, а рабочую кромку наплавляют.

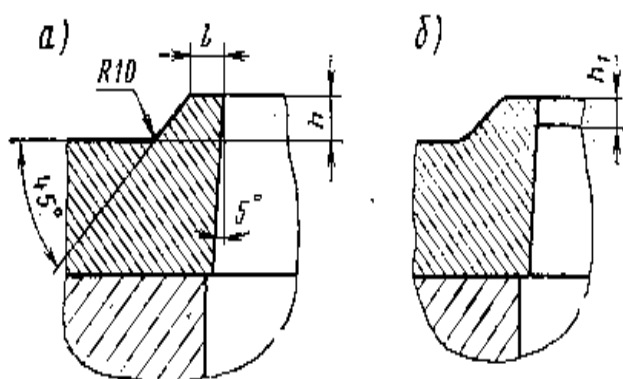


Рис. 6.7. Конструктивные элементы обрезных матриц с острой (а) и тупой (б) режущими кромками

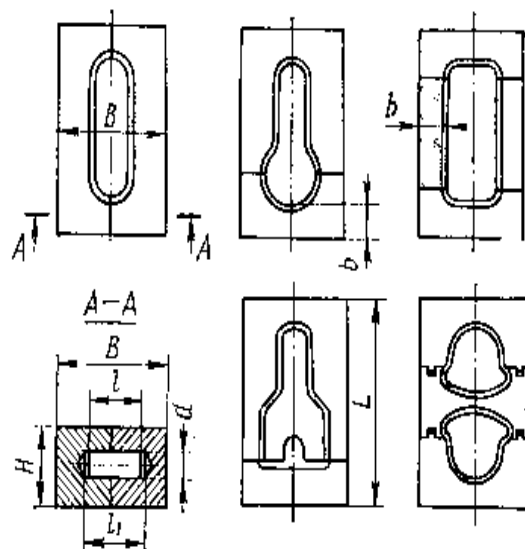


Рис. 6.8. Конструктивное исполнение обрезных секционных матриц

Конструктивное исполнение круглых обрезных и пробивных пуансонов представлено на рис. 6.9. Применение сменного рабочего инструмента обеспечивает экономию штамповой стали и оперативную пере наладку штампа; последнее особенно существенно при мелкосерийном производстве поковок. При применении пуансонов сложной конфигурации (для обрезки поковок типа рычагов, шатунов и т. п.) их крепежную часть изготавливают прямоугольной (для крепления винтами) или с хвостовиком (для крепления клином).

Таблица 6.3

Размеры обрезных матриц, мм

Толщина обрезаемого облоя	h	l	h_1 , не более	b , не менее
До 1,6	8—10	6—8	5	30
1,6—3	8—10	8—10	6	36
3—4	10—15	10—12	8	45
4—6	15—20	12—14	10	55
6—8	15—20	12—14	12	65

Таблица 6.4

Размеры обрезных матриц, мм

Толщина обрезаемого облоя	h	l	h_1 , не более	b , не менее
До 1,6	8—10	6—8	5	30
1,6—3	8—10	8—10	6	36
3—4	10—15	10—12	8	45
4—6	15—20	12—14	10	55
6—8	15—20	12—14	12	65

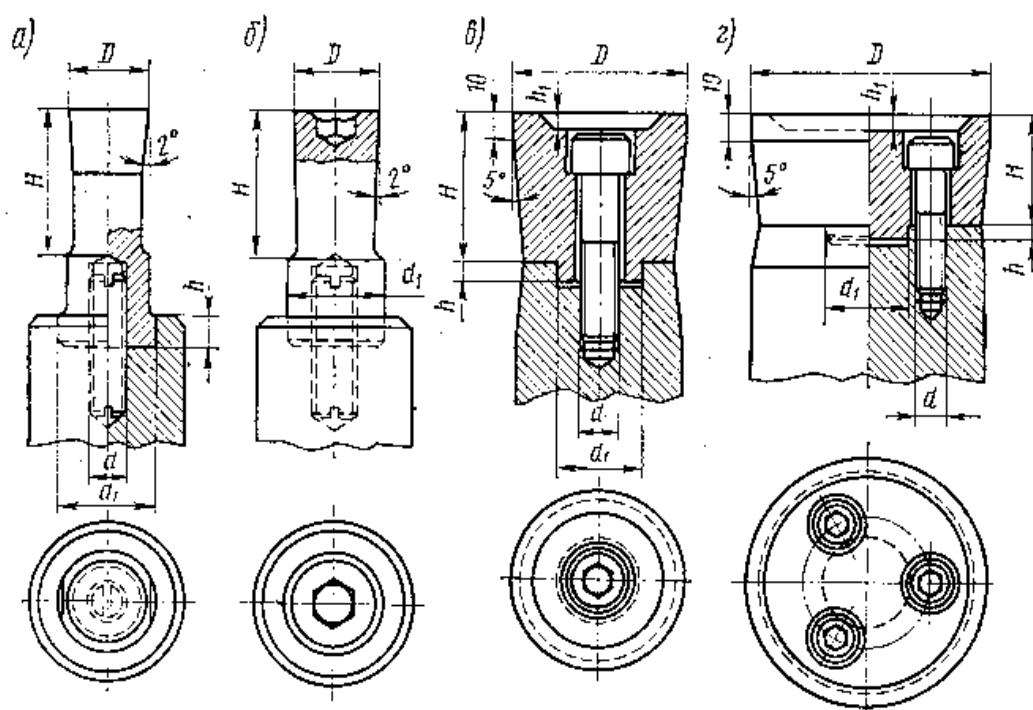


Рис. 6.9. Схема составных пуансонов: а, б – крепление на резьбе с помощью соответственно гаечного и торцового ключей; в, г – прошивная вставка крепления винтами, расположенными соответственно в центре и по окружности

6.2. Отрубные ножи штампов паровоздушных молотов

Оптимальная конструкция отрубных ножей молотовых штампов показана на рис. 6.10. Передний отрубной нож выполняют в том случае, если в молотовом штампе один заготовительный ручей, размер полости которого не превышает 150 мм. При числе заготовительных ручьев в штампе более двух и диаметре заготовки $D_{\text{заг}}$ более 150 мм изготавливают задний отрубной нож. Угол α , под которым располагают нож, составляет $15 - 20^\circ$, ширина ручья $B = D_{\text{заг}} + (20 - 25)$ мм, высота ручья $H = D_{\text{заг}} + 20$ мм, толщина ножевой перемычки $5 - 6$ мм, углы наклона граней 20 и 30° .

Отрубку готовых поковок от прутка производят по литнику; при этом поковку поворачивают под углом 90° к положению, в котором производили штамповку. Поэтому полость отрубного переднего ручья следует изготавливать так, чтобы не деформировать готовую поковку.

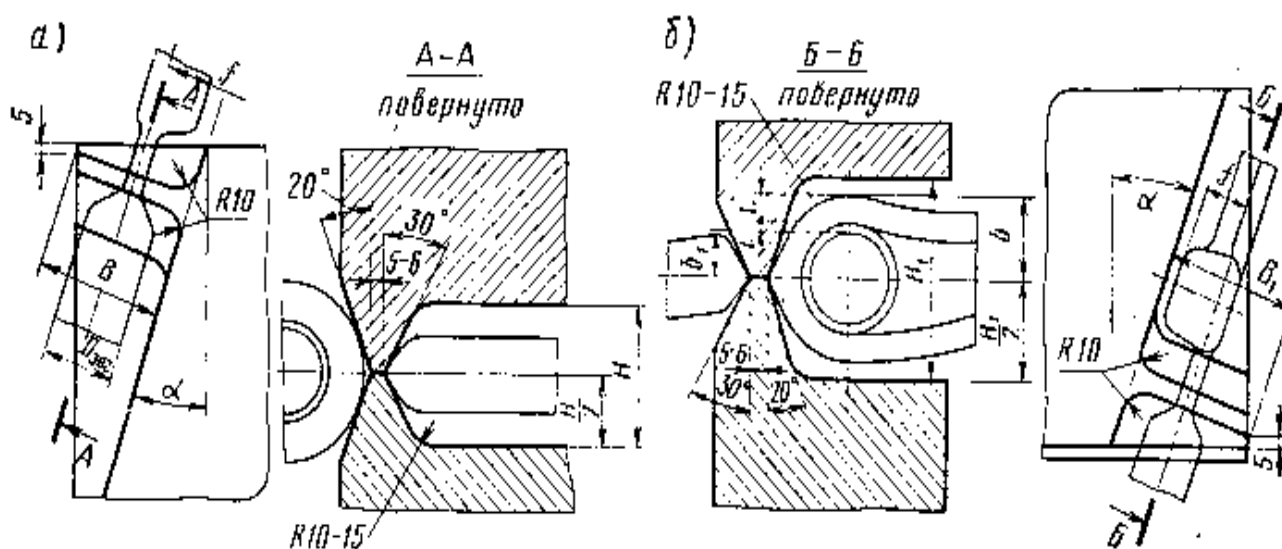


Рис. 6.10. Схема отрубных ножей штамповочных молотов. Расположение ножа на гравюре кубика: а – заднее; б – переднее

6.3. Разделительные ручки штампов горизонтально-ковочных машин

При штамповке полых поковок (колец, втулок, фланцев и т. п.) на горизонтально-ковочных машинах заключительными операциями являются пробивка отверстия в поковке и отделение ее от прутка. Схема таких операций приведена на рис. 6.11. При пробивке отверстия пуансоном 1 в поковке 4, зажатой

полуматрицами 2 и 3, пруток 5, свободно размещенный в ручье (зазор по диаметру прутка d составляет $0,02d + 1$ мм), отделяется от поковки. Таким образом, один и тот же пуансон пробивает отверстие в поковке и отделяет ее от прутка за один ход ползуна.

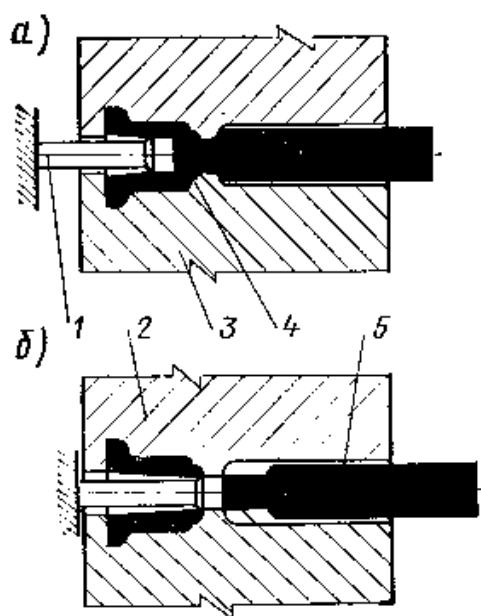
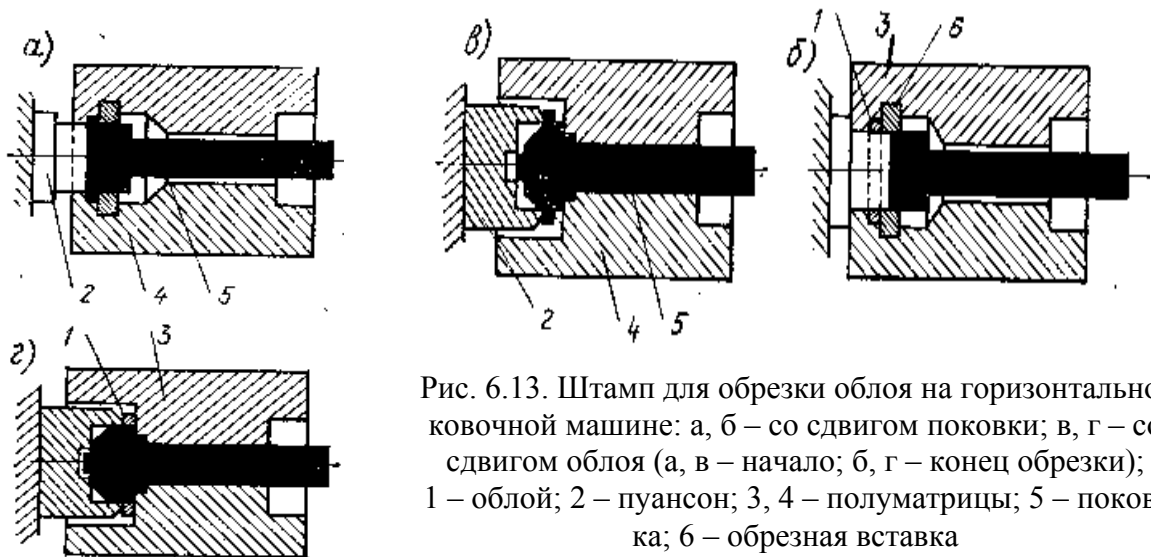
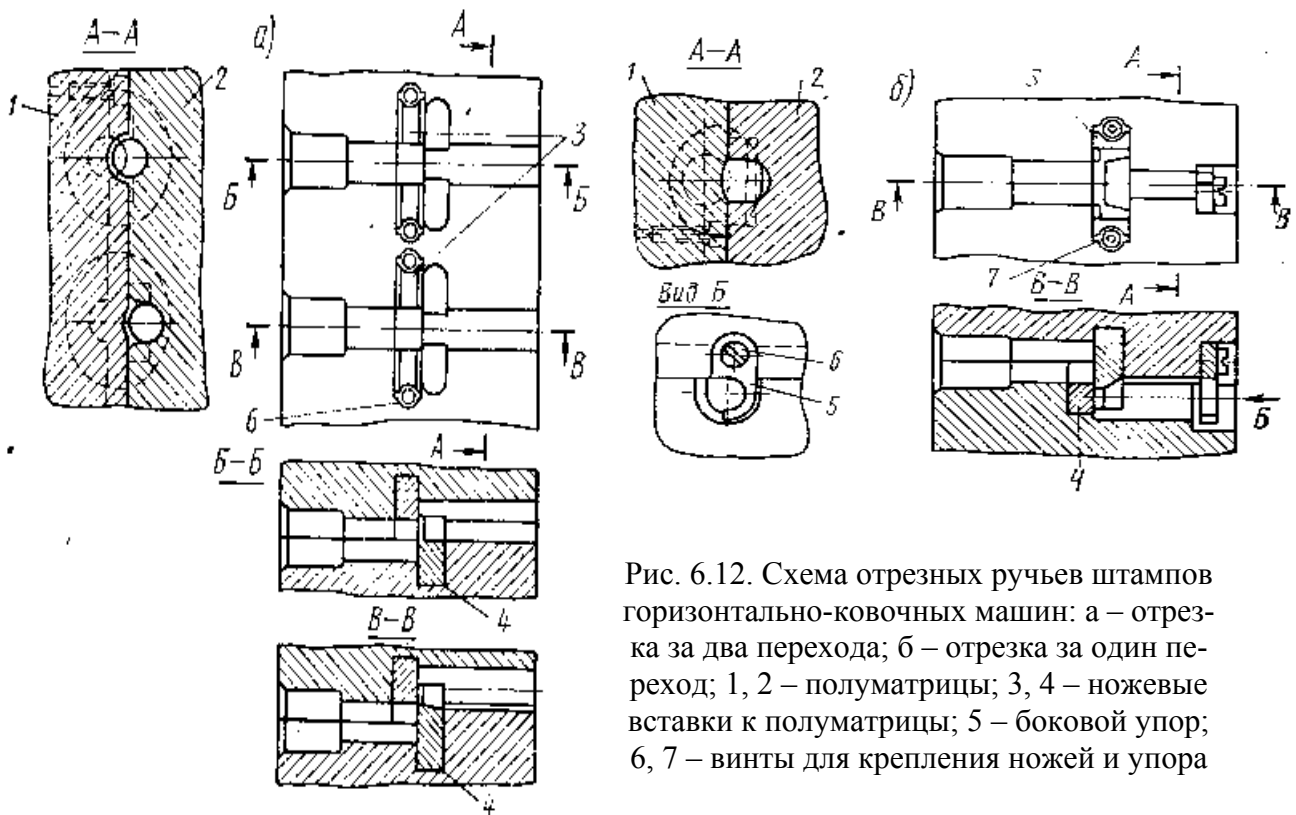


Рис. 6.11. Схема отрезного ручья горизонтально-ковочной машины для отрезки поковки от прутка с помощью пробивного пуансона:
а – начало; б – конец операции пробивки;
1 – пробивной пуансон; 2 – подвижная полуматрица; 3 – неподвижная полуматрица;
4 – поковка; 5 – пруток

При штамповке на горизонтально-ковочных машинах поковок со стержнем заданной длины (болты, валы – шестерни и т. п.) заключительной операцией является отрезка поковки от прутка. Прутки диаметром более 30 мм целесообразно отрезать за два перехода: в первом ручье производят надрезку, а во втором – окончательную отрезку (рис. 6.12, а); прутки диаметром менее 30 мм отрезают за один переход (рис. 6.12, б). Усилие, необходимое для отрезки, создается подвижной полуматрицей; для этого выполняют ручьи с вставными ножами, ось прутка при этом смещают.

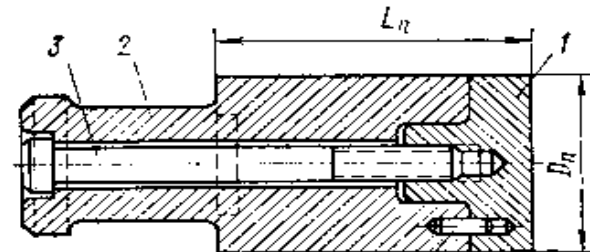
Кроме отрезки поковки от прутка на горизонтально-ковочных машинах обрезают облой, образуемый при высадке в открытых штампах. Применяют две схемы обрезки облоя: со сдвигом поковки и со сдвигом облоя. При обрезке со сдвигом поковки пуансон 2 изготавливают по контуру поковки 5. При перемещении он сдвигает поковку, свободно лежащую в ручье штампа, а облой 1 остается на кромке обрезной вставки 6 (рис. 6.13, б). При обрезке со сдвигом облоя пуансон изготавливают по конфигурации облоя; поковку же крепят в ручье

штампа, поэтому при ходе пуансона от неподвижной поковки обрезается облой (рис. 6.13, в, г).



Пуансоны для разделительных ручьев штампов горизонтально-ковочных машин изготавливают в соответствии с рекомендациями, приведенными выше для высадочных пуансонов. Обрезные пуансоны выполняют сборными; рабочую вставку крепят болтами (рис. 6.14).

Рис. 6.14. Сборный обрезной пуансон горизонтально-ковочной машины:
1 – рабочая вставка; 2 – хвостовик;
3 – болт; 4 – штифт



Конструкция и размеры вставных ножей для отрезных ручьев приведены на рис. 6.15 и в табл. 6.5. Крепят их к полуматрицам горизонтально-ковочных машин болтами (по аналогии со вставками зажимных, подъемных и пережимных ручьев).

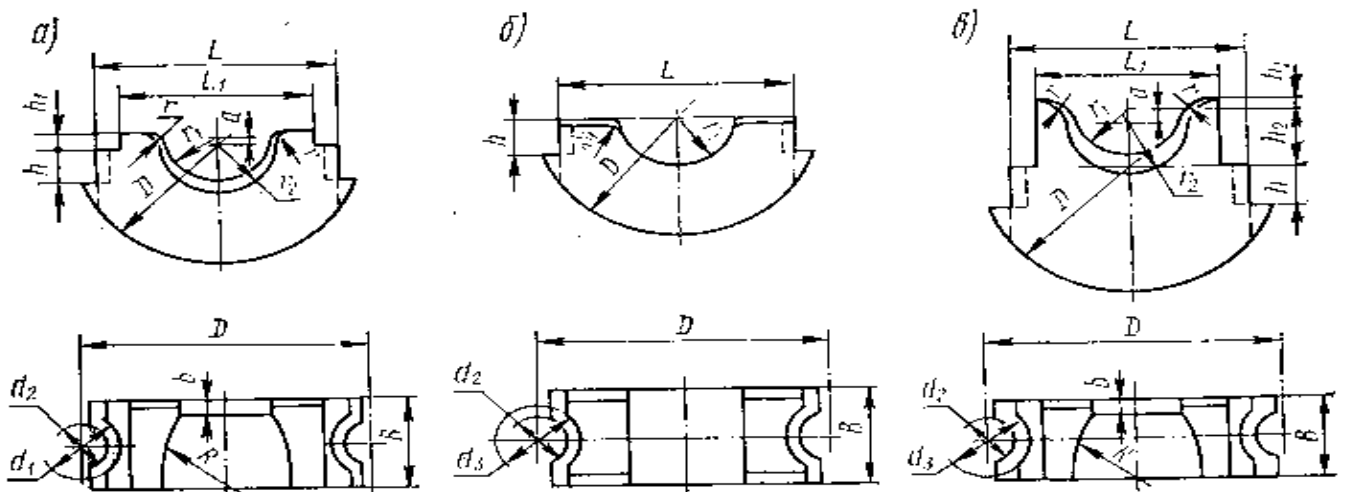


Рис. 6.15. Схема отрезных ножей горизонтально-ковочных машин: а – нож неподвижной полуматрицы; б, в – нож подвижной полуматрицы (соответственно предварительный и окончательный переходы)

Таблица 6.5

Размеры ножевых вставок отрезных ручьев горизонтально-ковочных машин, мм

Диаметр прутка с учетом усадки d_1	D	B	L	L_1	a	b	h	h_1	h_2	d_2	d_3	r	r_1	r_2
--------------------------------------	-----	-----	-----	-------	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-------

Нож неподвижной полуматрицы

До 20	$(2,2 \div 3) d_1$	$(1 \div 1,4) d_1$	$D - (d_2 + 1)$	—	—	—	11	—	—	11	16	—	$0,5 d_1 + (1 \div 2)$	—
20—40	$(2,2 \div 3) d_1$	$(1 \div 1,4) d_1$	—	—	—	—	13	—	—	13	19	—	—	—
40—60	$(1,8 \div 2,2) d_1$	$(0,7 \div 1) d_1$	—	—	—	—	17	—	—	17	25	—	—	—

Нож подвижной полуматрицы (предварительный переход)

До 20	$(2,2 \div 3) d_1$	$(1 \div 1,4) d_1$	$D - (d_2 + 1)$	$D - 2(d_2 + 1)$	2	4	11	4	—	11	16	3	$0,5 d_1 + (1 \div 2)$	$r_1 + 2$
20—40	$(2,2 \div 3) d_1$	$(1 \div 1,4) d_1$	—	—	3	5	13	5	—	13	19	4	—	$r_1 + 3$
40—60	$(1,8 \div 2,2) d_1$	$(0,7 \div 1) d_1$	—	—	4	6	17	6	—	17	25	5	—	$r_1 + 4$

Нож подвижной полуматрицы (окончательный переход)

До 20	$(2,2 \div 3) d_1$	$(1 \div 1,4) d_1$	$D - (d_2 + 1)$	$D - 2(d_2 + 1)$	2	4	11	2	$r_1 + 2$	11	16	3	$0,5 d_1 + (1 \div 2)$	$r_1 + 2$
20—40	$(2,2 \div 3) d_1$	$(1 \div 1,4) d_1$	—	—	3	5	13	3	$r_1 + 3$	13	19	4	—	$r_1 + 3$
40—60	$(1,8 \div 2,2) d_1$	$(0,7 \div 1) d_1$	—	—	4	6	17	4	$r_1 + 4$	17	25	5	—	$r_1 + 4$

7. ШТАМПЫ ДЛЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

7.1. Штампы высокоскоростных молотов

На высокоскоростных молотах поковки изготавливают методами открытой и закрытой объемной штамповки, прямого и обратного выдавливания. Некоторые поковки, штампуемые на высокоскоростных молотах, показаны на рис. 7.1 – 7.4. Здесь же представлены принципиальные схемы их деформирования и конструктивные особенности штампов (по Ю. П. Согришину).

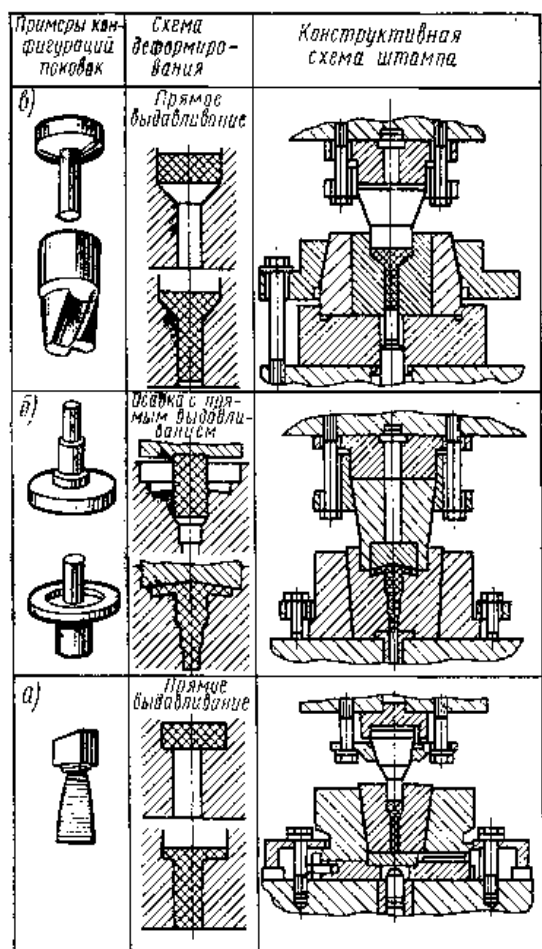


Рис. 7.1. Схема деформирования и конструкции штампов для штамповки поковки типа стержня с утолщением на высокоскоростных молотах: а – поковки турбинных компрессорных лопаток; б – поковки с утолщением типа фланцев; в – поковки с односторонним стержнем постоянного или переменного сечения

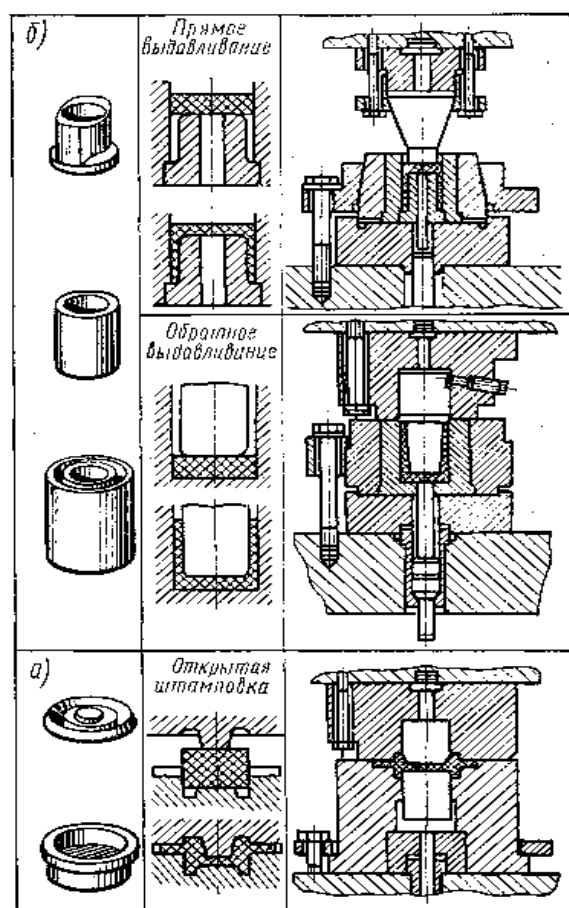


Рис. 7.2. Схема деформирования и конструкции штампов для штамповки поковки с глухой полостью на высокоскоростных молотах: а – поковки фланцев и типа крышек; б – поковка типа стаканов

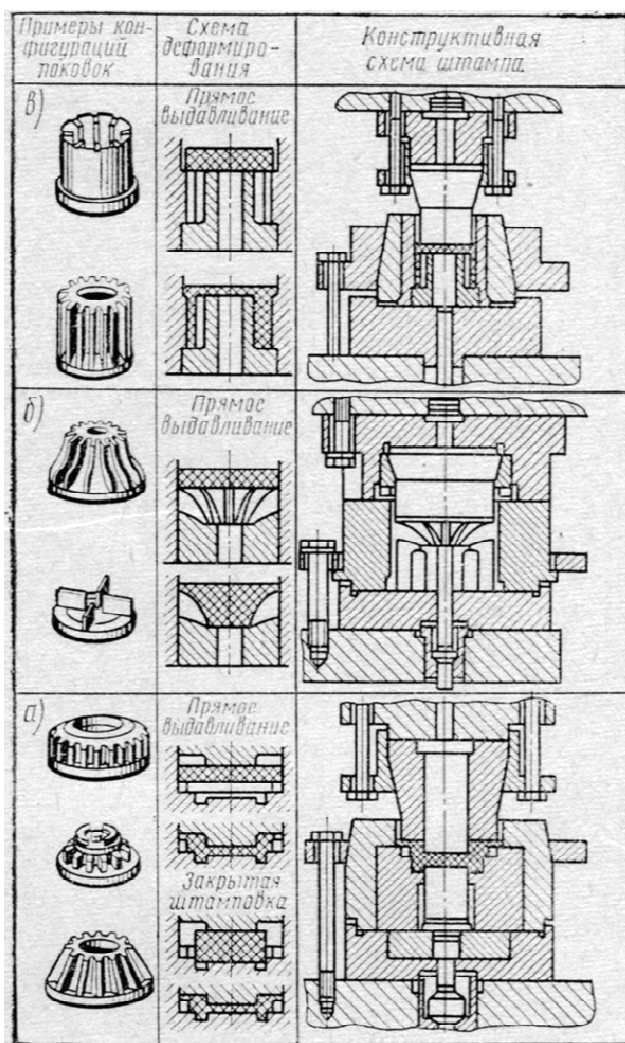


Рис. 7.3 Схема деформирования и конструкции штампов для штамповки поковок с продольными и торцевыми ребрами на высокоскоростных молотах: а – поковки типа шестерен с оформлением зубчатого венца; б – поковки с наружными ребрами; в – поковки с глухой полостью и внутренними и наружными ребрами

На высокоскоростных молотах обычно штампуют круглые в плане поковки с тонкими (до 2 мм) ребрами и стенками, резкими переходами сечений, малыми (менее 2°) штамповочными уклонами.

Для штамповки поковок на высокоскоростных молотах не применяют цельные штампы с клиновым креплением; помимо этого, у штампов высокоскоростных молотов отсутствуют направляющие колонки. Наконец, эти штампы конструируют только для однопереходной штамповки. Как правило, штампы высокоскоростных молотов оснащены одним выталкивателем (в нижнем

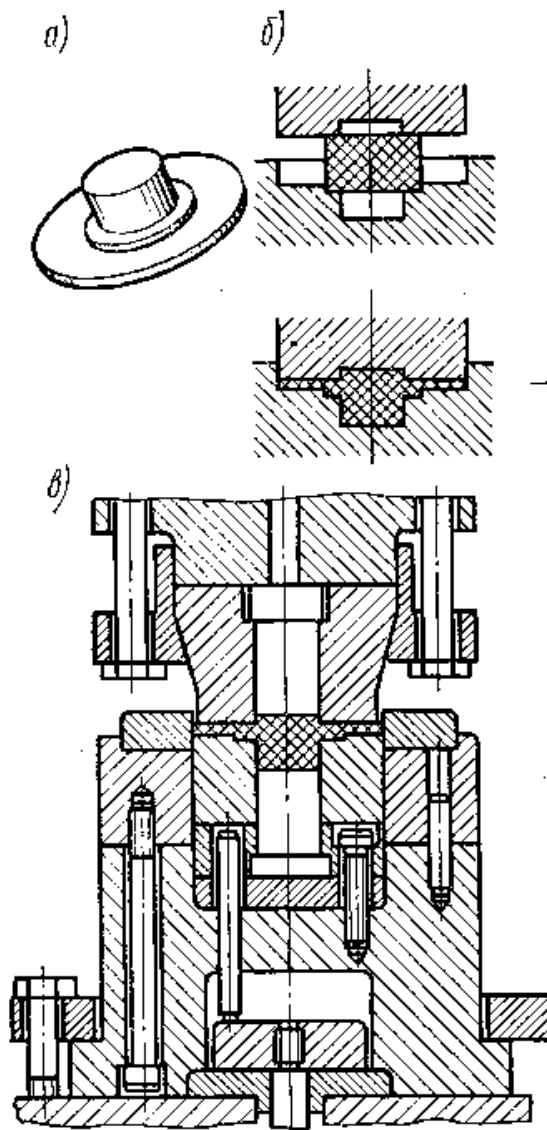


Рис. 7.4. Схема деформирования и конструкция штампа для закрытой штамповки поковок с тонкими полотнами на высокоскоростных молотах: а – конфигурация поковки; б – схема деформирования; в – конструктивная схема штампа

блоке). Пуансоны (обычно цельные) крепят в блоках болтами или с помощью прижимных и резьбовых колец. Матрицы состоят из обойм и вставок, запрессованных горячей посадкой. Крепление обойм матриц к переходным плитам также осуществляют непосредственно болтами; в отдельных случаях для этой цели используют прижимные кольца.

Конструкции штампов высокоскоростных молотов, разработанные ЭНИКМАШем и применяемые на отечественных предприятиях, представлены на рис. 7.5 – 7.7. В настоящее время на высокоскоростных молотах штампуют поковки диаметром до 300 мм и массой до 30 кг.

Конфигурация и размеры гравюры штампов соответствуют конфигурации и размерам горячей поковки; конструирование ее производят так же, как конструирование гравюры штампов объемной штамповки и выдавливания для другого оборудования.

Длина пуансонов не должна превышать 3 – 4 диаметров; перед началом деформирования пуансон должен входить в матрицу на 5 – 7 мм с зазором 0,15 – 0,2 мм. Переходы между сечениями пуансона выполняют плавными радиусом не менее 5 мм; это исключает концентрацию напряжений в этих участках. Толщину стенки матрицы и обоймы обычно принимают равной $(0,6 - M) D$, где D – диаметр контейнера. Для глубоких контейнеров толщину стенки увеличивают.

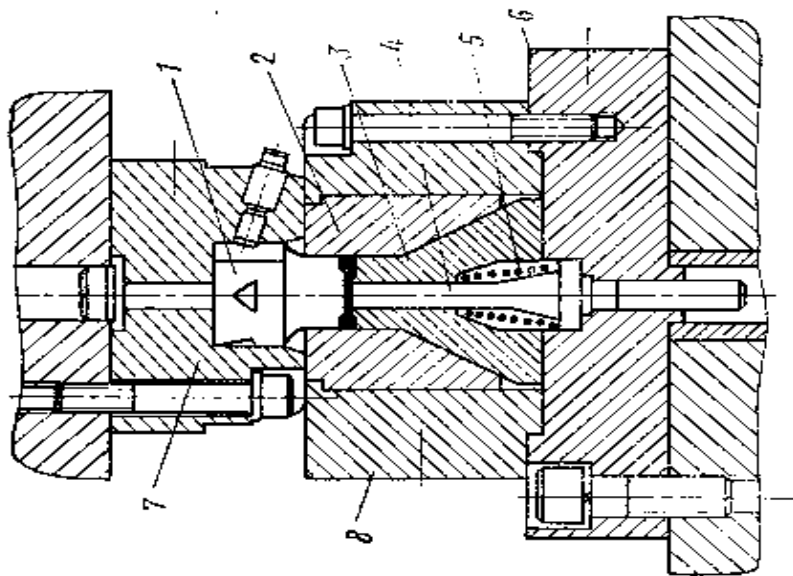


Рис. 7.5. Схема штампа для высокоскоростной штамповки дисковой фрезы:
1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – вставка матрицы; 4 – выталкиватель; 5 – пружина; 6 – обойма матрицы

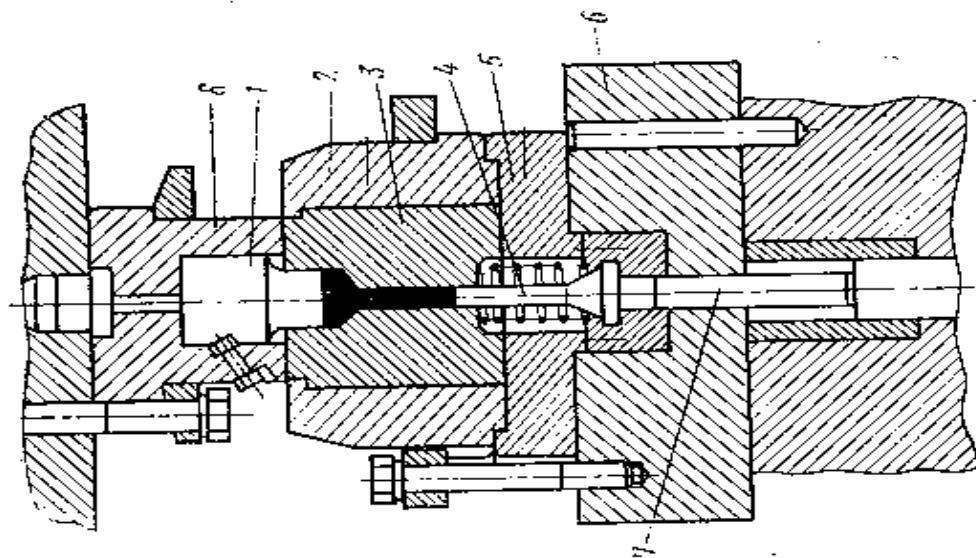


Рис. 7.6. Схема штампа для высокоскоростного выдавливания пазовой фрезы:
1 – пуансон; 2 – обойма матрицы; 3 – матрица; 4 – выталкиватель; 5 – переходная плита; 6 – опорная плита; 7 – выталкивающий стержень; 8 – блок пуансонов

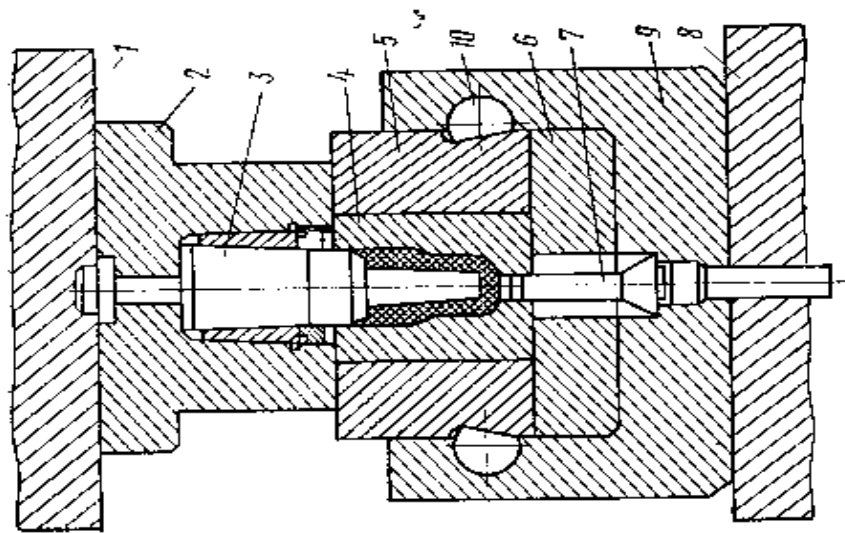


Рис. 7.7. Схема штампа для высокоскоростного выдавливания и прошивки стакана:
1 – баба молота; 2 – блок пуансонов; 3 – пуансон; 4 – матрица; 5 – обойма матрицы; 6 – опорная плита; 7 – выталкиватель; 8 – рама молота; 9 – блок матриц; 10 – клин

7.2. Штампы радиально-ковочных машин

На радиально-ковочных машинах производят формообразование ступенчатых валов, прямоугольных деталей сплошного сечения, труб, шлицев и различных законцовок. Проектируемые отечественные радиально-ковочные машины предназначены для горячей обработки прутковых заготовок диаметром до 160 и труб диаметром до 250 мм; числа ударов в минуту формообразующего инструмента составляет 500 – 800.

Схема работы радиально-ковочной машины шатунного типа приведена на рис. 7.8. К шатунам крепят формообразующий инструмент три или четыре бойка (рис. 7.9). Штамповый инструмент радиально-ковочных машин схематически представлен на рис. 7.10, а размеры рабочего профиля бойков на рис. 7.11.

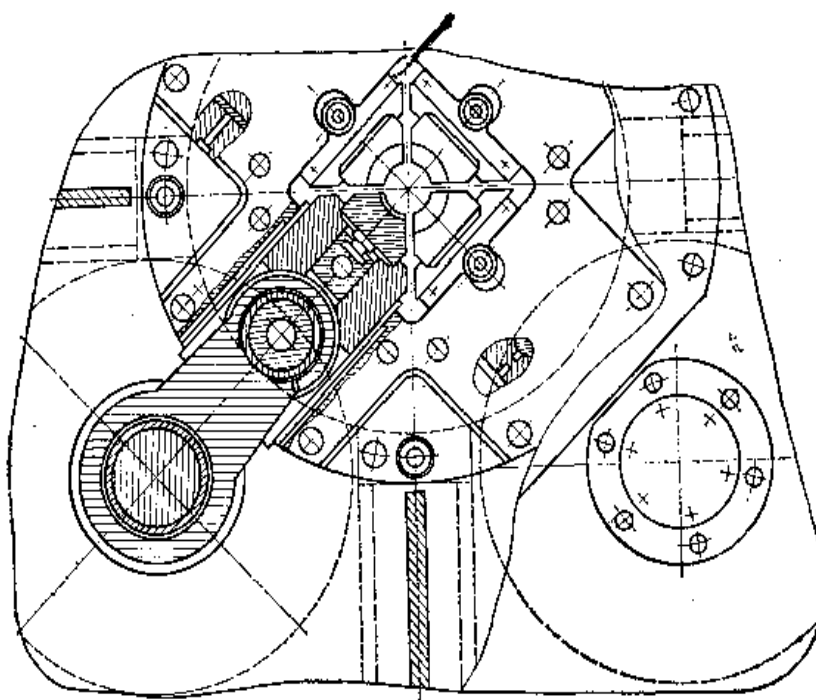


Рис. 7.8. Схема работы шатунной радиально-ковочной машины

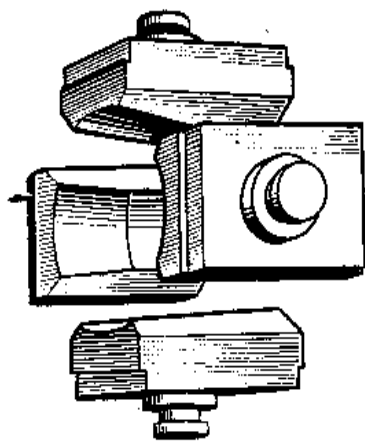


Рис. 7.9. Внешний вид бойков радиально-ковочной машины

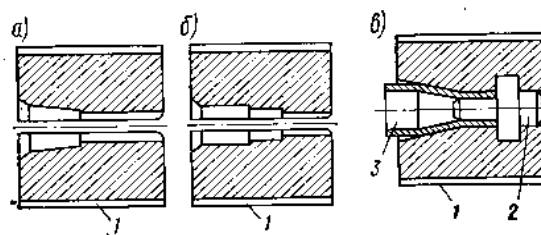


Рис. 7.10 Схема штампового инструмента радиально-ковочной машины дляковки одноступенчатых (а) и многоступенчатых (б) валов и трубных заготовок на оправке (в): 1 – бойки; 2 – оправка; 3 – поковка

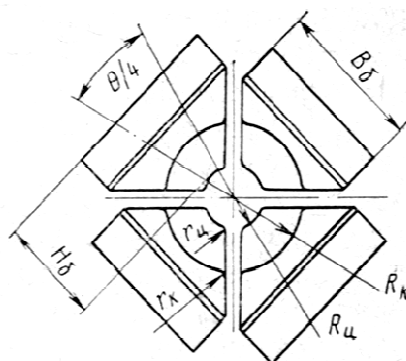
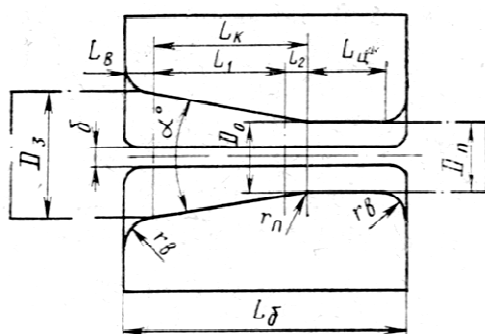


Рис. 7.11. Схема конструктивных элементов бойков радиально-ковочной машины

В зависимости от степени обжатия ψ , пластичности и прочности обрабатываемого материала, диаметра заготовки D_3 и диаметра поковок D_n размеры рабочего профиля бойков радиально-ковочных машин выбирают следующим образом:

угол захода конуса $\alpha = 20 - 30^\circ$ (при $\psi - 0,6$), $\alpha = 30 - 60^\circ$ (при $\psi = 0,2 - 0,6$) и $\alpha = 60 - 90^\circ$ (при $\psi - 0,2$);

угол захвата заготовки бойками $\theta = 180 - 320^\circ$ (большее значение θ принимают для малопластичных сплавов);

длина цилиндрического калибрующего участка $L_{ц} = (0,5 \div 2,5) D_n$ (значение $L_{ц}$ растет с увеличением степени обжатия ψ);

$$\text{длина конического участка } L_k = \frac{D_a - D_n}{2 \tan \frac{\alpha}{2}};$$

радиус цилиндрического калибрующего участка $R_{ц} = (0,5 \div 0,55) D_{п}$;

радиус конического участка $R_{к} = (0,065 \div 0,7) d_3$;

радиусы сопряжения профиля ручья с плоскостью разъема бойков

$$r_{ц} = r_{к} = (0,4 \div 0,5) D_{п};$$

радиус сопряжения конической и цилиндрической частей профиля ручья

$$r_{ц} = (0,6 \div 0,8) D_{п};$$

длина и радиус заходной части рабочего профиля $L_{в} = r_{в} = 10 - 15$ мм;

габаритные размеры бойков определяют из соотношения:

$$L_{б} = L_{ц} + L_{к} + 2L_{а}; B_{б} = (1,5 \div 2,5) D_{п};$$

$$H_{б} = H_{о} - \frac{D_{п.макс}}{2} = H_{з} - \frac{D_{п.мин}}{2}, \text{ или } H_{б} = 0,8B_{б},$$

где $H_{о}$ и $H_{з}$ – открытая и закрытая «высота» шатунов (расстояние от опорной плоскости шатуна до оси рабочей зоны);

$D_{п.макс}$ и $D_{п.мин}$ – максимальный и минимальный диаметры поковок.

В зависимости от конструкции радиально-ковочных машин длина бойков составляет 160 – 350, ширина 150 – 300, высота 120 – 250 мм.

7.3. Штампы горячештамповочных автоматов

Горячештамповочные автоматы применяют для формообразования поковок массового производства: болтов, гаек, колец подшипников и др. При изготовлении этих поковок производят высадку стержней с утолщениями и горячее выдавливание с последующей прошивкой. Штамповый инструмент горячештамповочных автоматов обычно комбинированный, совмещенного или последовательного действия.

На рис. 7.12 представлен штамповый инструмент совмещенного действия горячевысадочного автомата. Он состоит из ножа 1 для резки прутка 2, матрицы 3 для закрепления заготовки и пуансона 4 для высадки утолщения. Для выталкивания готовой поковки 5 служит выталкиватель 6. За один цикл работы этого автомата (А315А) выполняются операции отрезки и высадки.

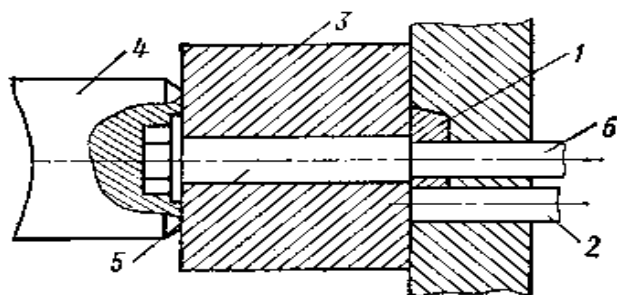


Рис. 7.12. Схема штампового инструмента однопозиционного горячештамповочного автомата АЗ15А для высадки болтов:

1 – нож; 2 – пруток; 3 – матрица; 4 – пуансон; 5 – поковка; 6 – выталкиватель

Однако значительно чаще на горячештамповочных автоматах применяют комбинированные штампы последовательного действия. Так, например, штамповку колец подшипников и гаек на автоматах типа АМР-30 производят последовательно за четыре операции (рис. 7.13):

позиция А (отрезка) – нагретый в индукторе пруток 2 зажимают между неподвижной 1 и подвижной 4 отрезными полуматрицами; затем от прутка ножом 5 отрезают заготовку нужного размера;

позиция Б (осадка) – заготовку 8 осаживают между пуансоном 9 и осадочной вставкой 7;

позиция В (формовка) – осаженную заготовку выдавливают в сборной матрице (11, 12) сборным пуансоном (15, 16);

позиция Г (прошивка) – отформованную поковку 14 устанавливают на матрице 17 и прошивают пуансоном 18.

Для передачи заготовки от позиции А до позиции Г служат механизмы переноса (на рисунке не показаны). Готовую поковку после отхода прошивного пуансона 18 снимают съемником 20. Пуансоны и матрицы монтируют в обоймах и закрепляют болтами в блоках пуансонов и матриц с помощью разрезных колец. Для сталкивания заготовок с пуансонов служат выталкиватели 10, 15 и 19, приводимые в движение пружинами; отформованную поковку удаляют из матрицы 12 выталкивателем, приводимым от кулачкового механизма. Матрицы охлаждают водой через каналы и отверстия, выполненные в деталях матричного блока, а пуансоны – с помощью специальных форсунок.

Работоспособность наиболее нагруженных формовочных матриц горячештамповочных автоматов можно повысить за счет бандажирования.

Оптимальную величину натяга принимают равной $\delta = 1 - 2\%$ от $d_{\text{мг}}$, а наружного диаметра бандажа – $D = (2 - 3)d_{\text{м}}$, где $d_{\text{м}}$ – диаметр матрицы.

Для экономии высоколегированной стали длинные формовочные и прошивные пуансоны изготавливают сборными; при этом применяют стыковую сварку. Иногда рабочие участки таких пуансонов наплавляют.

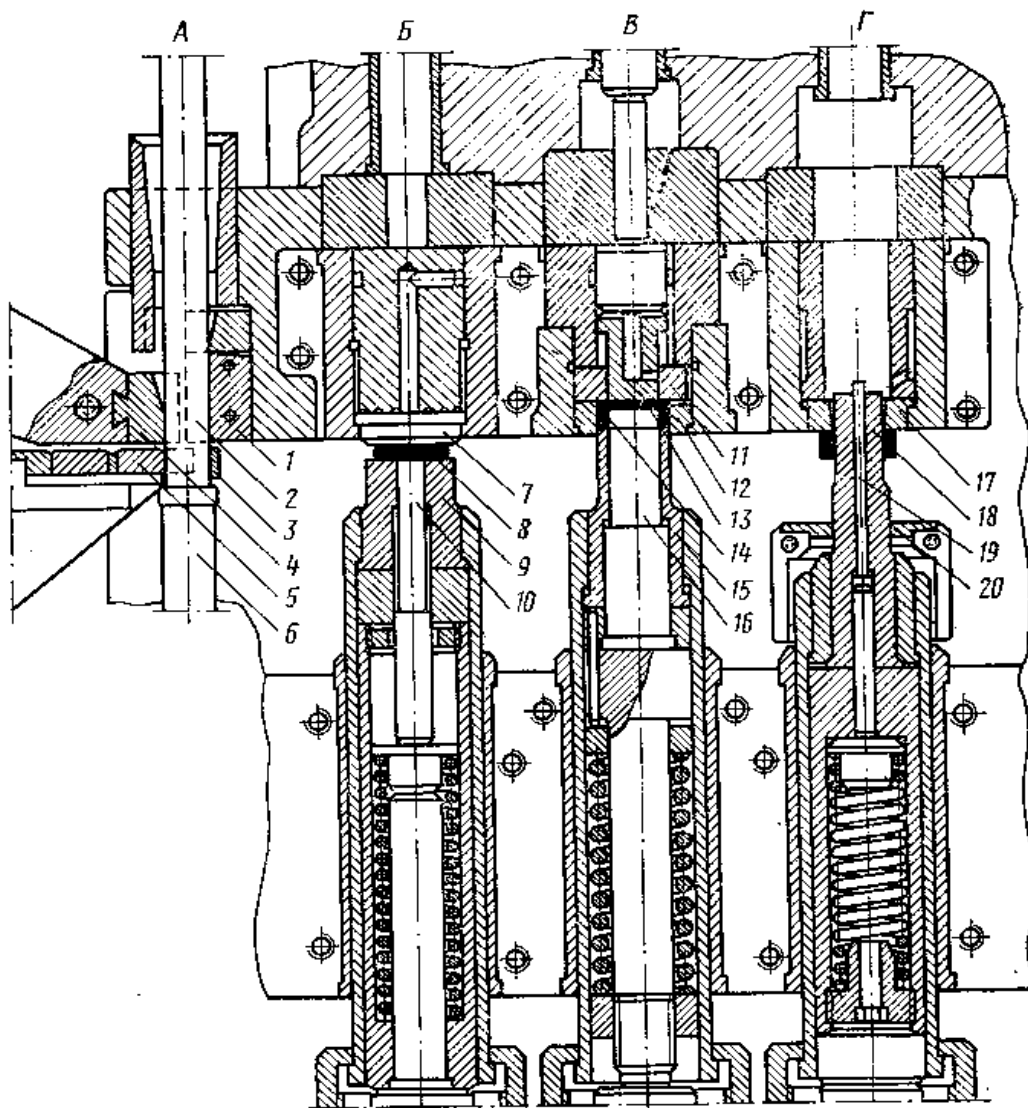


Рис. 7.13. Схема штамповочного инструмента многопозиционного горячештамповочного автомата АМР-30 для изготовления поковок подшипниковых колец:

1 – неподвижная полуматрица; 2 – пруток; 3 – прижим; 4 – подвижная полуматрица; 5 – нож; 6 – упор; 7 – осадочная матрица; 8 – заготовка после осадки; 9 – пуансон осадки; 10 – выталкиватель; 11 – вставка матрицы; 12 – матрица формовки; 13 – опорный пуансон; 14 – заготовка после формовки; 15 – пуансон-съемник; 16 – формующий пуансон; 17 – прошивная матрица; 18 – прошивной пуансон; 19 – выталкиватель; 20 – съемник

7.4. Штампы для жидкой и изотермической штамповки и низкотемпературной термомеханической обработки (НТМО)

Штамповку жидкого металла, изотермическую штамповку и штамповку с использованием НТМО производят, как правило, на гидравлических прессах, оборудованных ускорителями холостого хода.

По конструктивному исполнению штампы для жидкой штамповки близки к закрытым штампам (рис. 7.14 и 7.15). Однако в штампах для жидкой штамповки имеются специальные полости для заливки жидкого металла и отсечки его излишков. Для повышения стойкости формообразующих деталей штампов жидкой штамповки (рис. 7.16) предусматривают их внутреннее водяное охлаждение. Жидкая штамповка экономически целесообразна при производстве поковок массой от 5 до 30 кг.

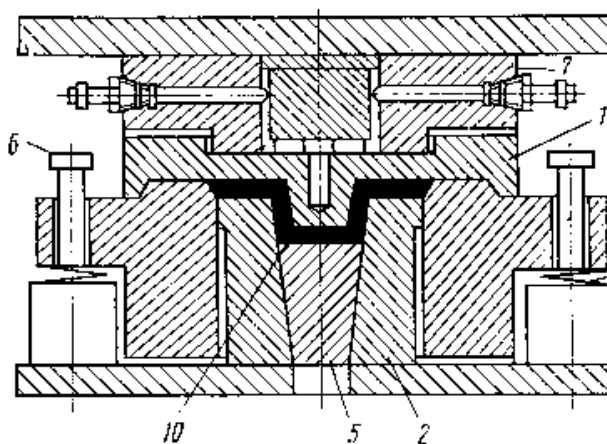


Рис. 7.14. Схема штампа для жидкой штамповки поковки фланца с подвижным металлоприемником: 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – металлоприемник; 4 – пружина; 5 – выталкиватель; 6 – тяга; 7 – водоохлаждаемое кольцо; 8 – верхняя плита; 9 – нижняя плита; 10 – поковка

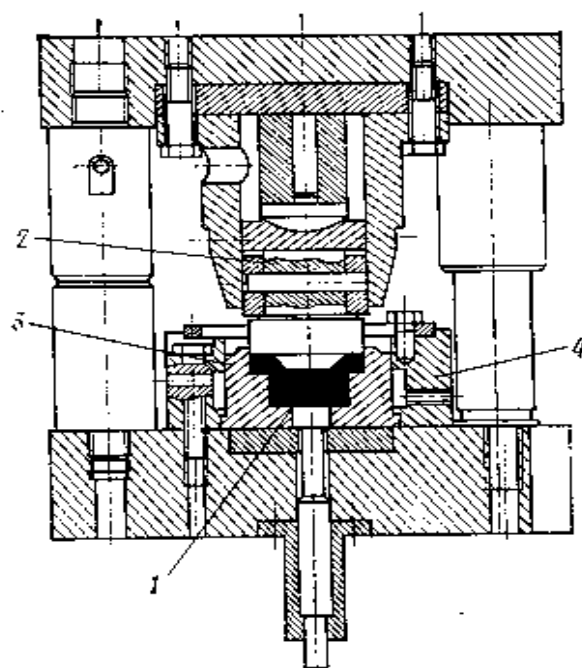


Рис. 7.15. Схема штампа для жидкой штамповки поковки с фланцем: 1 – пуансон сменный; 2 – пружина; 3 – матрица; 4 – обойма с каналами для водяного охлаждения матрицы

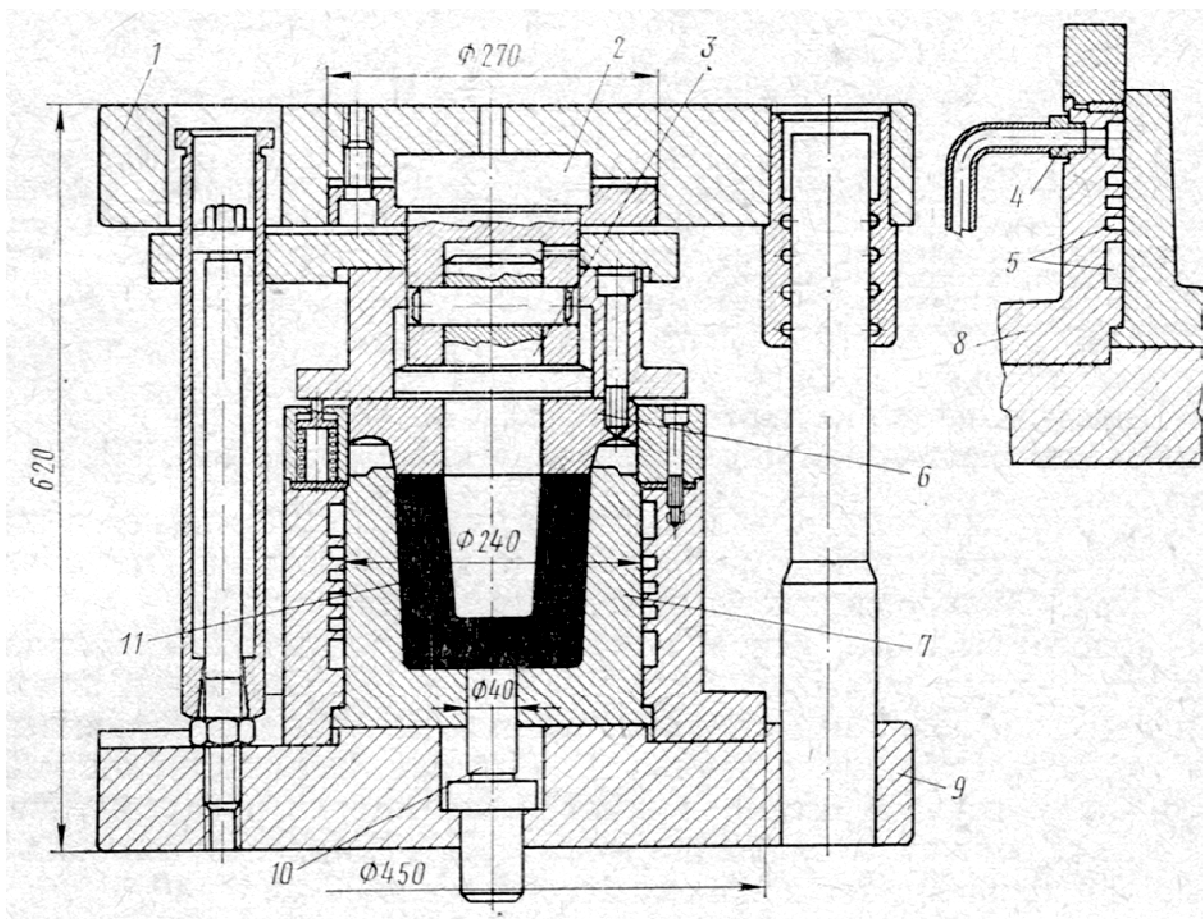


Рис. 7.16. Схема штампа для жидкой штамповки полой поковки: 1 – верхняя плита; 2 – блок пуансонов; 3 – прошивной пуансон; 4 – водяной шланг; 5 – каналы для водяного охлаждения; 6 – подпрессовый пуансон; 7 – матрица; 8 – обойма матрицы; 9 – нижняя плита; 10 – выталкиватель; 11 – поковка

Изотермическую штамповку выполняют в обычных штампах для открытой или закрытой объемной штамповки и выдавливания; однако штампы при этом оснащают нагревателями, позволяющими поддерживать температуру штампового пространства во время всего цикла деформирования в пределах $800 - 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В настоящее время разрабатывают конструкции специализированных прессов для изотермической штамповки. Габариты их штампового пространства (в котором помимо штампов должен быть размещен нагреватель) составляют $600 \times 1000 \times 800$ мм (для прессы усилием 2500 кН) и $970 \times 1600 \times 1250$ мм (для прессы усилием 10 000 кН). Штампы будут иметь верхний и нижний выталкиватели.

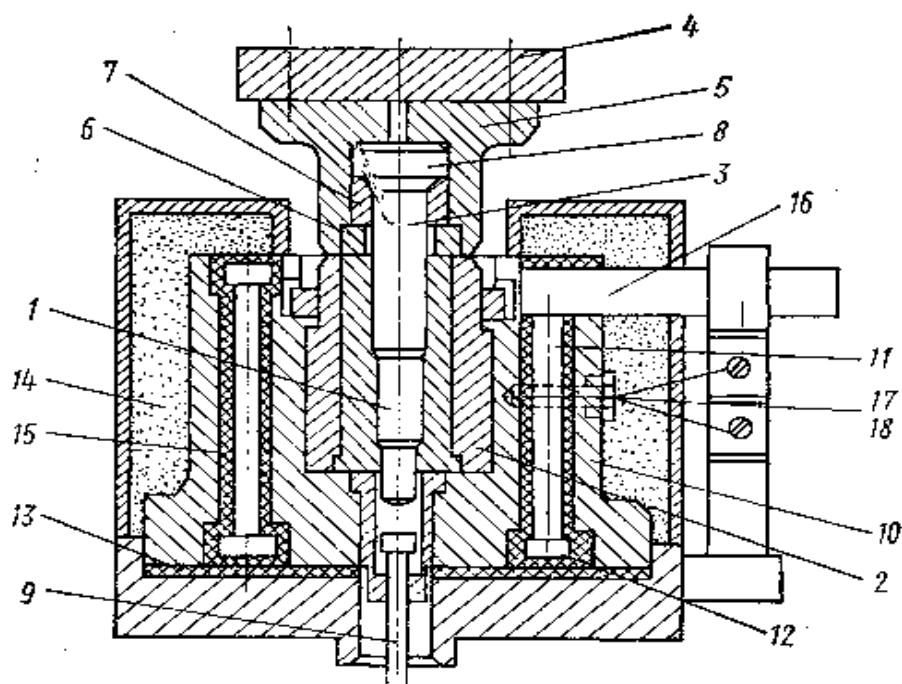


Рис. 7.17. Схема штампа-индуктор для низкотемпературной термомеханической обработки заготовок пуансонов из инструментальных сталей:
 1 – заготовка; 2 – матрица; 3 – пуансон; 4 – крепежная плита; 5 – пуансонодержатель; 6 – резьбовое кольцо; 7 – втулка; 8 – опора; 9 – выталкиватель;
 10 – корпус штампа; 11 – медный стержень; 12 – планки; 13, 14, 15 – изоляция;
 16 – токопровод; 17 – термопара; 18 – чехол

Несколько ниже (до 450 – 550 °С) температура для штамповки с использованием низкотемпературной термомеханической обработки заготовок из инструментальных сталей. На рис. 7.17 приведена конструкция штампа гидравлического пресса для низкотемпературной термомеханической обработки заготовок пуансонов. Заготовка 1 выдавливается в матрице 2 (пуансоном 3. После окончания деформирования верхняя часть штампа, состоящая из крепежной плиты 4, пуансонодержателя 5 и пуансона 3, закрепленного резьбовым кольцом 6 и втулкой 7 на опоре 8, отводится вверх, и готовая поковка выталкивается выталкивателем 9. В корпусе штампа 10 размещены медные стержни 11, соединенные последовательно планками 12 и изолированные от корпуса изоляцией 13, 14 и 15. Они обеспечивают нагрев штампа при пропускании тока промышленной частоты через токопроводы 16. Контроль температуры нагрева производят термопарой 17, размещенной в чехле 18. В этом штампе можно выдавливать поковки диаметром от 10 до 50 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с развитием автоматизированного проектирования и, в частности, с внедрением различных систем автоматизированного проектирования на предприятиях машиностроения к современным специалистам предъявляются высокие требования не только к умению пользования такими системами по шаблонам, но и к знаниям содержания этапов технологической подготовки производства, к способностям ориентироваться и грамотно применять нормативные документы, стандарты, справочники и т. д.

Организация работ по проектированию штампов с использованием САПР предполагает существенный объем знаний основополагающих материалов по классификации штамповой оснастки, конструктивным особенностям штампов для различного кузнечно-штамповочного оборудования, методикам расчетов основных технологических параметров элементов штамповой оснастки, правилам оформления чертежей и конструкторско-технологической документации, требованиям ЕСКД и т. д.

Изложенные в данном учебном пособии основные особенности конструкций штамповой оснастки для различного типа кузнечно-штамповочного оборудования помогут привить навыки проектирования штампов у студентов специальностей 150201 «Машины и технология обработки металлов давлением», 150106 «Обработка металлов давлением».

АЛФАВИТНО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Бесшаботные молоты 7

Высокоскоростные молоты 14, 104

Вставки матриц 70

Вытяжные гидравлические прессы 12

Выдавливание

- поперечное 79

- наклонное 79

- комбинированное 79

Гидровинтовые пресс-молоты 8

Горизонтально-ковочные машины 9

Горячая раскатка 61

Горячая накатка 62

Изотермическая штамповка 115

Кривошипный горячештамповочный пресс 10

Ковочные вальцы 10

Облой 35

Облойная канавка 35

Обрезные кривошипные прессы 10

Отрубные ножи 100

Правочный штамп 42

Радиальное обжатие 16

Разделительные операции 28

Раскаточные машины 11

Формовка 67

Фрикционные молоты 5

Штамподинамическое нагружение 18

Штампоразделительные операции 21

Электровысадка 65

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Банкетов, А. Н. Кузнечно-штамповочное оборудование / А. Н. Банкетов, Ю. А. Бочаров и др. – М. : Машиностроение, 1982. – 576 с.
2. Таловеров, В. Н. Кузнечно-штамповочные машины. Основные параметры и размеры / В. Н. Таловеров, Ю. А. Титов. – Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 25 с.
3. Живов, Л. И. Кузнечно-штамповочное оборудование: Молоты. Винтовые прессы. Ротационные и электрофизические машины / Л. И. Живов, А. Г. Овчинников. – Киев : Высшая школа, 1985. – 279 с.
4. Ковка и штамповка. Справочник / под ред. С. В. Семёнова, Т. 1. – М. : Машиностроение, 1985. – 567 с.
5. Свистунов Е.В. Кузнечно-штамповочное оборудование. Кривошипные прессы : учебное пособие / Е. В. Свистунов. – М. : МГИУ, 2008. – 704 с.

Учебное электронное издание

ТИТОВ Юрий Алексеевич
ТИТОВ Антон Юрьевич

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ
ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ**

Учебное пособие

Редактор Н.А. Евдокимова

Усл. печ. л. 9,67.
Объем данных 11,46 Мб. ЭИ № 48.

Печатное издание

ЛР № 020640 от 22.10.97.
Подписано в печать 29.12.2012. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 6,97. Тираж 60 экз. Заказ 157.
Типография УлГТУ, 432027 г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, 32.

Ульяновский государственный технический университет
432027, г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, 32.
Тел.: (8422) 778-113.
E-mail: venec@ulstu.ru
<http://www.venec.ulstu.ru>