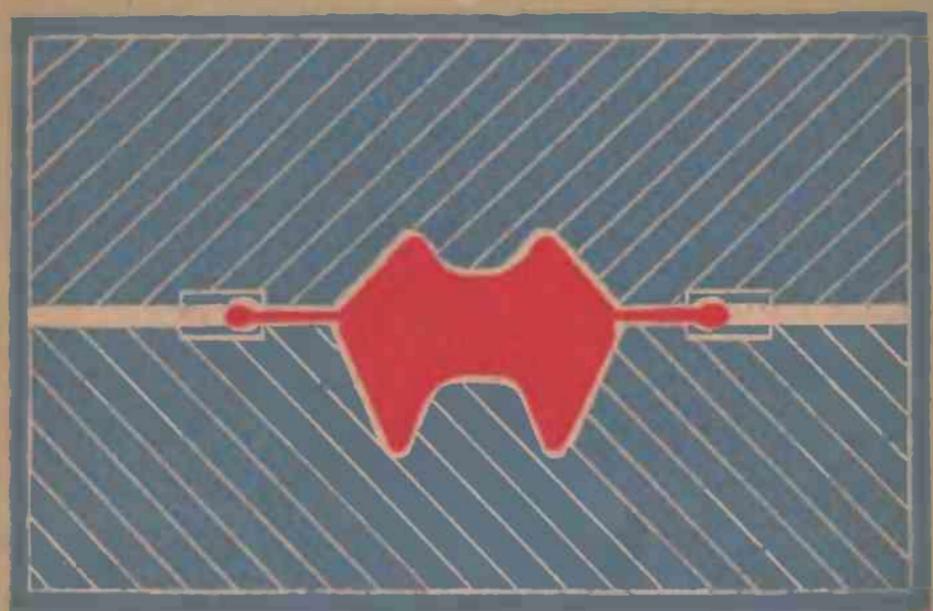


И. Б. БОЙЦОВ И Д. Д. ТРОФИМОВ

ГОРЯЧАЯ ШТАМПОВКА



В. В. Бойцов, И. Д. Трофимов

ГОРЯЧАЯ ШТАМПОВКА

Одобрено Ученым советом
Государственного комитета
Совета Министров СССР
по профессионально-техническому
образованию
в качестве учебника
для средних
профессионально-технических
училищ



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1978

Отзывы и замечания направлять по адресу: *Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14, издательство «Высшая школа».*

Бойцов В. В., Трофимов И. Д.
Б77 **Горячая штамповка. Учебник для средних проф.-техн. училищ. М., «Высш. школа», 1978.**

304 с. с ил. (Профтехобразование. Кузнечно-штамповочное производство).

В книге изложены основные сведения о технологии изготовления горячештампованных поковок, описаны подготовка исходных материалов и нагрев металла под штамповку, инструмент и технологические процессыковки, штамповки, отделки и контроля поковок. Рассмотрены устройство и принцип действия нагревательного и кузнечно-штамповочного оборудования, указаны прогрессивные процессы штамповки, приведены сведения об организации труда и технике безопасности в кузнечно-штамповочном производстве.

Б $\frac{31205-011}{052(01)-78}$ 72-78

6П4.2

Введение	3
Глава I. Краткие сведения о кузнечно-штамповочном производстве	5
§ 1. Понятие о горячей обработке металлов давлением	5
§ 2. Возникновение и развитие кузнечно-штамповочного производства	7
§ 3. Сущность и область примененияковки и объемной штамповки	8
§ 4. Характеристика современного кузнечного цеха	11
Глава II. Подготовка исходного материала	14
§ 1. Приемка и хранение металла	14
§ 2. Дефекты исходного материала и способы их удаления	14
§ 3. Разделка исходного материала на заготовки	15
§ 4. Оборудование для резки металла	25
§ 5. Точность разделки и отходы металла	28
§ 6. Техника безопасности при резке и зачистке металла	29
Глава III. Нагрев заготовок перед ковкой и штамповкой	31
§ 1. Общие сведения о нагреве металла	31
§ 2. Понятие о температурном интервале горячей штамповки	34
§ 3. Режим нагрева металла	36
§ 4. Измерение температуры нагретого металла	40
§ 5. Виды брака при нагреве металла	43
Глава IV. Нагревательные устройства	46
§ 1. Пламенные нагревательные печи	46
§ 2. Печи для безокислительного нагрева	51
§ 3. Электрические нагревательные печи	55
§ 4. Техника безопасности при работе у нагревательных печей	64
Глава V. Кузнечно-штамповочное оборудование	67
§ 1. Классификация кузнечно-штамповочных машин	67
§ 2. Пневматические приводные молоты	68
§ 3. Паровоздушные молоты	72
§ 4. Механические молоты	78
§ 5. Молоты с автоматическим управлением	82
§ 6. Гидравлические прессы	85
§ 7. Горячештамповочные кривошипные прессы	93
§ 8. Винтовые прессы	99
§ 9. Гидровинтовые молоты и пресс-молоты	103
§ 10. Горизонтально-ковочные машины	105
§ 11. Машины специального назначения	112
§ 12. Вспомогательное оборудование дляковки и штамповки	120
§ 13. Эксплуатация и ремонт оборудования	125
Глава VI. Основные технологические операцииковки	130
§ 1. Отрубка	130
§ 2. Осадка	135

§ 3. Протяжка	141
§ 4. Прошивка и пробивка отверстий	149
§ 5. Гибка и скручивание	152
§ 6. Сварка	155
§ 7. Прочие кузнечные операции	157
§ 8. Примеры технологических процессов	159
§ 9. Организация рабочего места и техника безопасности	164
Глава VII. Инструмент для горячей штамповки	167
§ 1. Назначение и основные виды штампов	167
§ 2. Конструктивные элементы молотовых, прессовых и высадочных штампов	173
§ 3. Материалы для изготовления штампов	180
§ 4. Технология изготовления штампов	183
§ 5. Эксплуатация штампов	185
§ 6. Ремонт и восстановление штампов	192
§ 7. Повышение стойкости штампов	194
§ 8. Ручной вспомогательный инструмент для горячей штамповки	196
Глава VIII. Технологические переходы и операции горячей штамповки	198
§ 1. Классификация переходов	198
§ 2. Заготовительные переходы	199
§ 3. Штамповочные переходы	209
§ 4. Отрубные, отрезные, обрезные и пробивные переходы	218
Глава IX. Разработка технологического процесса горячей штамповки	221
§ 1. Содержание технологической разработки	221
§ 2. Составление чертежа поковки	222
§ 3. Выбор переходов штамповки	230
§ 4. Определение размеров исходной заготовки	236
§ 5. Выбор кузнечно-штамповочного оборудования	240
§ 6. Технологическая документация	243
Глава X. Технология горячей штамповки	245
§ 1. Штамповка на молотах	245
§ 2. Штамповка на кривошипных горячештамповочных прессах	246
§ 3. Штамповка на фрикционных винтовых прессах	253
§ 4. Штамповка на гидравлических прессах	254
§ 5. Штамповка на горизонтально-ковочных машинах	258
§ 6. Совершенствование технологических процессов горячей штамповки	260
§ 7. Понятие о коэффициенте использования металла	263
§ 8. Организация рабочего места и техника безопасности	264
Глава XI. Завершающие и отделочные операции производства поковок	268
§ 1. Обрезка облоя и пробивка отверстий	268
§ 2. Термическая обработка	274
§ 3. Очистка от окалины	276
§ 4. Правка	277
§ 5. Калибровка	280
Глава XII. Виды брака и контроль качества поковок	283
§ 1. Виды брака поковок, методы его предупреждения и устранения	283
§ 2. Контроль качества поковок	287
§ 3. Контрольно-измерительный инструмент	288
§ 4. Определение твердости металлов	292

Г л а в а XIII. Техника безопасности и противопожарные мероприятия	294
§ 1. Техника безопасности на территории предприятия	294
§ 2. Техника безопасности в цехах	295
§ 3. Электробезопасность	297
§ 4. Противопожарные мероприятия	298
Литература	301

В решениях XXV съезда КПСС всесторонняя интенсификация социалистического производства, повышение его эффективности и качества продукции рассматриваются как основная линия развития народного хозяйства СССР. Первоочередными задачами единой технической политики страны названы создание качественно новых орудий труда, материалов и прогрессивных технологических процессов, повышение технического уровня парка технологического оборудования и снижение металлоемкости производства. Важное место в решении этих задач занимает машиностроение, которое призвано оснастить народное хозяйство совершенной, экономичной и эффективной техникой. Успешное развитие машиностроительной промышленности является необходимым условием создания материально-технической базы коммунизма.

Государственным планом развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы предусмотрено опережающее развитие машиностроения по сравнению со всей промышленностью в целом. За пятилетие выпуск продукции машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий должен возрасти в 1,5—1,6 раза.

Одним из наиболее экономичных и производительных способов формообразования деталей машин является обработка металлов давлением. Повышение эффективности изготовления продукции на машиностроительных и металлообрабатывающих заводах невозможно без высокого уровня кузнечно-штамповочного производства, широкого внедрения прогрессивных технологических процессовковки и штамповки. Продукцию кузнечных цехов (поковки) применяют практически во всех отраслях народного хозяйства. Без поковок невозможно представить современное производство автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин, двигателей и промышленного оборудования. В результате обработки давлением изменяется (прорабатывается) структура и улучшаются механические свойства металла, поэтому ответственные детали изготавливают преимущественно ковкой или штамповкой.

В десятой пятилетке предполагается значительно повысить удельный вес обработки металлов давлением, широко применять в машиностроении объемную штамповку. Планом предусмотрено ускоренно развивать производство кузнечно-прессовых машин для производства высокоточных заготовок (поковок).

Повышение производительности в кузнечно-штамповочном производстве, точности и качества поковок требует знания законов пластического деформирования, влияния условий деформации на структуру и свойства металла. Большой вклад в теорию обработки металлов давлением вносят советские ученые. Труды С. И. Губкина, И. М. Павлова, М. В. Сторожева, И. Я. Тарновского, Е. П. Унксова, А. И. Целикова, Л. А. Шофмана и др. выдвинули отечест-

§ 1. ПОНЯТИЕ О ГОРЯЧЕЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

В основе обработки металлов давлением лежит способность металлической заготовки пластически деформироваться, т. е. изменять форму и размеры в результате приложения внешней силы. Пластическая деформация является необратимой (остаточной), т. е. после снятия нагрузки форма и размеры заготовки не восстанавливаются. Этим пластическая деформация отличается от упругой.

Свойство металлов деформироваться без разрушения называют пластичностью. При нагреве металлов пластичность, как правило, резко повышается, а прочность (сопротивление деформированию), наоборот, снижается. Поэтому металлы и сплавы подвергают горячей обработке давлением.

Основную заготовку сначала нагревают в нагревательном устройстве, а затем обрабатывают на деформирующей машине. Исключение составляют свинец, медь, алюминий, низкоуглеродистые стали и некоторые другие металлы, которые достаточно пластичны в холодном состоянии и могут обрабатываться без нагрева.

Основными видами горячей обработки металлов давлением являются прокатка, прессование, волочение, ковка, объемная и листовая штамповка.

Прокатку осуществляют путем обжатия заготовки между вращающимися валками. Различают продольную, поперечную, поперечно-винтовую прокатку. При продольной прокатке (рис. 1, а) валки вращаются в разные стороны, при этом толщина заготовки уменьшается, а длина и ширина ее увеличиваются. Для прокатки листов применяют валки с гладкой поверхностью, для прокатки сортовых профилей (прутков круглого и квадратного сечений, балок, швеллеров, рельсов) — фасонные валки.

Машины, на которых

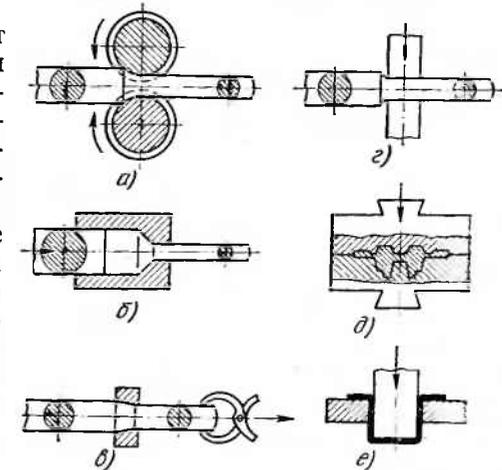


Рис. 1. Виды горячей обработки давлением:
а — прокатка, б — прессование, в — волочение,
г — ковка, д — объемная штамповка, е — листовая штамповка

венную науку о деформировании металлов на одно из ведущих мест в мире.

Огромная роль принадлежит инженерам и рабочим, непосредственно на производстве занимающимся внедрением последних достижений науки и техники: прогрессивных технологических процессов, высокопроизводительного оборудования, средств механизации и автоматизации. В историю развития отечественного кузнечно-штамповочного производства вошли А. И. Бусыгин, установивший рекорд при штамповке коленчатых валов на Горьковском автомобильном заводе, В. П. Коваленко, отличившийся при ковке валов и осей на Уральском заводе тяжелого машиностроения, Н. В. Левко, значительно поднявший производительностьковки деталей турбин на Машиностроительном Невском заводе имени В. И. Ленина, и многие другие мастера своего дела.

Высокие темпы развития машиностроения и кузнечно-штамповочного производства связаны с необходимостью подготовки значительного количества инженеров и квалифицированных рабочих. Большое значение в системе обучения кадров имеют профессионально-технические училища, призванные планомерно готовить культурных и технически грамотных квалифицированных рабочих для всех отраслей народного хозяйства, воспитывать у них коммунистическое отношение к труду. Профессионально-технические училища становятся основной школой подготовки молодежи и формирования достойного пополнения рабочего класса.

Техническое перевооружение производства требует дальнейшего совершенствования системы профтехобразования и повышения качества подготовки квалифицированных кадров. В последние годы быстро развиваются средние профтехучилища, в которых молодежь получает и профессию, и общее среднее образование. В решениях партии и правительства признано необходимым «расширять и укреплять средние профтехучилища как наиболее перспективную форму подготовки молодого пополнения рабочего класса, обеспечив в них высокий уровень профессионального и общего среднего образования молодежи»*. Эти училища должны подготавливать рабочих, владеющих профессией на уровне требований современного производства, способных самостоятельно овладеть необходимыми знаниями в период научно-технического прогресса.

Главы IV и V написаны И. Д. Трофимовым, остальное — В. В. Бойцовым.

* «О дальнейшем совершенствовании системы профессионально-технического образования». Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 23 июня 1972 г. Справочник партийного работника. М., Изд-во политической литературы, 1973, с. 196—202.

осуществляют прокатку, называют прокатными станами. Прокаткой обрабатывают стальные слитки, получая из них блюмы и слябы.

Блюмами называют крупные заготовки квадратного или прямоугольного сечения, слябами — толстолистовые заготовки с обжатыми боковыми кромками. Блюмы и слябы являются полуфабрикатом для последующей прокатки профилей постоянного и переменного по длине сечения, а также заготовками под ковку.

Разновидностью продольной прокатки является вальцовка, которую выполняют на ковочных вальцах. Вальцовку обычно применяют для получения фасонных заготовок под последующую штамповку (формовочная вальцовка) и реже для изготовления штампованных поковок (штамповочная вальцовка).

Прессование (рис. 1, б) состоит в выдавливании металла из контейнера в очко матрицы, в результате чего сечение заготовки уменьшается в несколько раз, а длина изделия соответственно увеличивается. Поперечное сечение прессованного изделия имеет форму отверстия матрицы, а оставшийся в контейнере металл (пресс-остаток), являющийся технологическим отходом, отрезают. Прессование, как правило, производят на горизонтальных гидравлических прессах.

Прессованием изготавливают прутки, трубы, профили сложной формы. При изготовлении прессованием труб и полых профилей металл выдавливается в зазор, образованный очком матрицы и иглой, закрепленной на пуансоне.

В тех случаях, когда требуется получить изделие типа стержня с головкой и металл, остающийся в контейнере, является частью изделия, процесс называют выдавливанием. Наиболее распространенным оборудованием для выдавливания являются вертикальные гидравлические или механические прессы. Выдавливанию широко применяют, например, для изготовления клапанов двигателей внутреннего сгорания.

Волочение (рис. 1, в) заключается в протягивании ранее катанного или прессованного изделия через отверстие (фильер) волоки, в результате чего поперечное сечение изделия несколько уменьшается. Волочение применяют для повышения точности и улучшения поверхности изделия и осуществляют на волочильных станах. Заостренный конец заготовки захватывают клещами, к которым прикладывают тянущее усилие. Клещи устанавливают в каретку, приводимую в движение от электродвигателя через цепную передачу.

Ковка (рис. 1, г) состоит в обработке заготовки между подвижным и неподвижным бойками. Металл свободно течет в направлениях, не ограниченных поверхностью инструмента. Различают ручную ковку, когда кузнец ударяет кувалдой нагретую заготовку, помещенную на наковальню, и машинную, при которой бойки закрепляют в рабочем пространстве деформирующей машины (молота или прессы).

Объемная штамповка (рис. 1, д) отличается отковки тем, что бойки имеют полость (ручей, гравюру), соответствующую конфи-

гурации изделия. При штамповке течение металла в стороны ограничено поверхностью инструмента, поэтому при смыкании половин штампа металл заполняет ручей.

Листовая штамповка (рис. 1, е) — изготовление изделий из листового металла при помощи штампа. Горячую листовую штамповку применяют при обработке толстолистовой заготовки или низкопластичного металла и осуществляют на листоштамповочных прессах.

Прокатка, прессование, волочение относятся к металлургическому производству. Получаемые изделия могут использоваться в готовом виде без дальнейшей обработки (трубы, профили), а также служить полуфабрикатом для последующей обработки в листоштамповочных или кузнечных цехах машиностроительных заводов. Основу современного кузнечно-штамповочного производства составляют ковка и объемная штамповка.

§ 2. ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Родоначальницей современного кузнечно-штамповочного производства является ручная ковка. Возникновениековки, считающейся одним из самых древних ремесел, связано с потребностью человека иметь металлические изделия (предметы домашнего обихода, оружие, украшения и др.). Археологическими исследованиями установлено, что на территории СССР кузнечным делом занимались еще в VI—IV вв. до нашей эры.

Русские кузнецы издавна славились умением изготавливать серпы и косы, мечи, щиты, кольчуги, стрелы, копья. Около 1000 лет назад славяне защищались от набегов печенегов и половцев железным кованым оружием. В Киевской области в одной из могил, относящейся к тому времени, были найдены наковальня, кувалда, клещи, зубило, пробойник и другие кузнечные инструменты. Образцом кузнечного мастерства XIII в. является шлем князя Ярослава.

В XV—XVI вв. кузнечное дело достигает высокого уровня. Увеличиваются размеры изготавливаемых изделий, ковкой делают якоря, пушки. Кузнечное дело специализируется, т. е. разделяется на отдельные отрасли по производству оружия, инструментов, скобяных товаров, художественных изделий и др. К XVI в. относится появление первых механических молотов с водяным приводом, знаменующее переход от ручнойковки к машинной.

В 1817 г. на Тульском оружейном заводе кузнец В. А. Пастухов стал штамповать детали ружья в штампах на винтовом прессе, положив начало горячей объемной штамповке.

Крупнейшим событием в кузнечно-штамповочном производстве является изобретение англичанином Несмитом парового молота, принцип действия которого сохранился до нашего времени.

Первый паровой молот арочного типа, построенный в 1842 г., имел массу падающих частей 3 т. В 80-х годах прошлого столетия на Обуховском заводе был построен паровой молот отечественной конструкции с массой падающих частей 50 т, что дало возможность обеспечивать крупными поковками кораблестроение. Однако крупные молоты в связи с неудобствами их эксплуатации и обслуживания, а также существенными конструктивными недостатками вскоре были заменены гидравлическими прессами. Первый в России гидропресс усилием 7500 тс, предназначенный для производства броневых плит, был установлен в 1895 г., второй с несколько большим усилием — в 1899 г. Применение мощных гидравлических пресов позволило решить проблему получения крупных поковок, в частности получения поковок из слитков массой до 250 т.

После Великой Октябрьской социалистической революции кузнечно-штамповочное производство в нашей стране интенсивно развивалось. В результате выполнения первых пятилетних планов производство поковок ковкой и штамповкой поднялось до уровня ведущих отраслей машиностроения. Были созданы первоклассные кузнечные цехи машиннойковки (Уральский завод тяжелого машиностроения, Новокраматорский машиностроительный завод и др.), реконструированы кузнечные цехи старых заводов.

В 1928 г. начал работать первый отечественный кузнечный цех горячей объемной штамповки (Ленинградский Кировский завод), затем были созданы мощные кузнечно-штамповочные цехи на Волгоградском тракторном, Московском автомобильном имени Лихачева, Горьковском автомобильном заводах. Быстро развивалось производство кузнечно-штамповочного оборудования.

Современное развитие кузнечно-штамповочного производства характеризуется дальнейшим повышением точности, сложности и габаритов кованных и штампованных изделий, увеличением мощности и производительности кузнечного оборудования, внедрением механизированных и автоматизированных процессов. Обработка металлов давлением является одним из основных способов изготовления деталей. Ковкой и горячей объемной штамповкой перерабатывают 7—8% всей выплавляемой в стране стали.

§ 3. СУЩНОСТЬ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОВКИ И ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

Продукт, получаемый в результатековки или объемной штамповки, называют поковкой. Поковку для одной и той же детали можно получить и ковкой и штамповкой, однако точность ковальной и штампованной поковок будет различной.

При объемной штамповке поковка представляет собой, по существу, оттиск ручья. Инструмент при объемной штамповке является специализированным, т. е. предназначен для детали только одного наименования. Проектирование и точное изготовление штампа

позволяют получить форму и размеры поковки максимально приближенными к форме и размерам детали. Для получения детали из штампованной поковки, как правило, требуется лишь незначительная механическая обработка. В ряде случаев в связи с тем, что поверхность поковки получается достаточно чистой, механическая обработка не требуется.

При ковке формообразование поковки происходит за счет последовательного применения различных приемов и операций. Инструмент является универсальным, т. е. предназначен для получения поковок самых разнообразных деталей. Точность поковок в основном определяется мастерством рабочего, но даже при самой высокой квалификации кузнеца ковальная поковка получается менее точной, а ее поверхность более грубой, чем поковка, полученная объемной штамповкой.

На рис. 2 показана крышка из титанового сплава (а) и поковки этой детали, полученные ковкой (б) и штамповкой (в). Для изготовления крышки из ковальной поковки последнюю подвергают механической обработке по всей поверхности. Штампованная поковка подвергается незначительной механической обработке, а по поверхности *m* и *n* обработка не требуется. Расход дорогостоящего металла при примененииковки приблизительно в 3 раза больше, чем при штамповке.

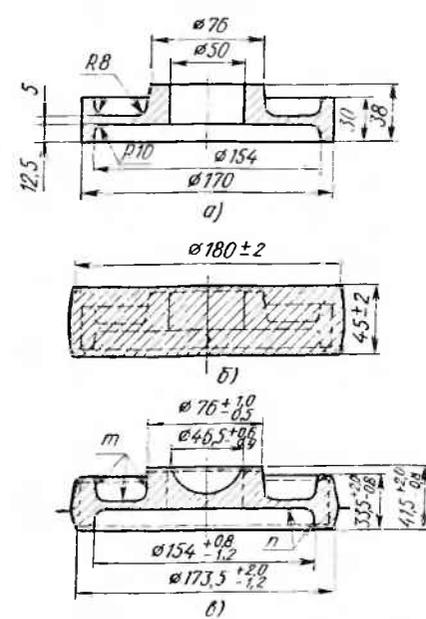


Рис. 2. Крышка из титанового сплава (а) и поковки, полученные ковкой (б) и штамповкой (в)

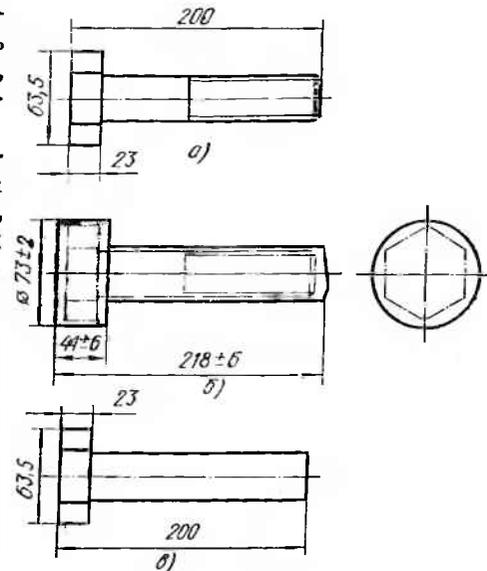


Рис. 3. Стальной болт М36 (а) и поковки, полученные ковкой (б) и штамповкой (в)

На рис. 3 показан стальной болт с резьбой М36 (а) и поковки болта — ковкая (б) и штампованная (в). Кованая поковка должна обрабатываться по всей поверхности. Для изготовления болта из штампованной заготовки требуется только нарезать резьбу.

Таким образом, изготовление деталей объемной штамповкой связано со значительно меньшим расходом металла, чем при изготовлении ковкой. Очевидно, что при обработке штампованных поковок сокращается трудоемкость механической обработки и расход режущего инструмента. Другим важным преимуществом объемной штамповки является высокая производительность процесса. В упомянутом примере (рис. 3) изготовление болта штамповкой на горизонтально-ковочной машине или винтовом прессе возможно за один ход машины, в то время как при ковке на эту деталь потребуется до 10—15 ударов молота.

Недостатком объемной штамповки является необходимость применения специального и часто весьма сложного инструмента (штампов) для каждого наименования детали, что значительно удорожает процесс изготовления изделия.

Достоинствомковки является возможность при помощи простого и дешевого инструмента изготавливать поковки разнообразной формы и любой массы: от самых маленьких (конская подкова) до очень крупных (коленчатый вал современного океанского теплохода). Однако ковка деталей, в особенности сложной формы, требует высокой квалификации кузнеца. При выполнении объемной штамповки квалификации кузнеца-штамповщика может быть гораздо ниже.

Отмеченные особенностиковки и объемной штамповки определяют области их применения. Ручную ковку применяют преимущественно в мелких ремонтных мастерских, например в сельских кузницах для изготовления мелких поковок массой до 5—8 кг. При помощи горна, кувалды, наковальни и подкладного инструмента изготавливают детали, необходимые для ремонта механизмов (болты, гайки, гвозди, скобы, крючки, кольца и т. п.), мелкий инструмент (зубила, резцы, клещи, молотки).

Основным видомковки является машинная. Ее осуществляют на ковочных молотах, гидравлических или парогидравлических прессах. Машинную ковку применяют в единичном и мелкосерийном производстве. Экономическая целесообразностьковки обеспечивается за счет низких расходов на инструмент.

Крупные поковки, масса которых составляет десятки и сотни тонн, удается изготавливать только ковкой на прессах.

Объемную штамповку обычно применяют в условиях серийного и массового производства, где особенно необходимы высокая производительность и большая точность поковок. Инструмент постоянно находится в эксплуатации и затраты на его изготовление окупаются.

Зависимость себестоимости детали от величины штампуемой

партии поковок показана на рис. 4. С увеличением количества штампованных поковок себестоимость детали существенно снижается (кривая 1); при ковке количество поковок в партии не оказывает такого заметного влияния (кривая 2). Точка пересечения кривых соответствует такому количеству деталей N_0 , изготовление которого и ковкой и штамповкой дает одинаковую себестоимость C_0 . При партии $N > N_0$ экономически выгодна штамповка, при $N < N_0$ — ковка.

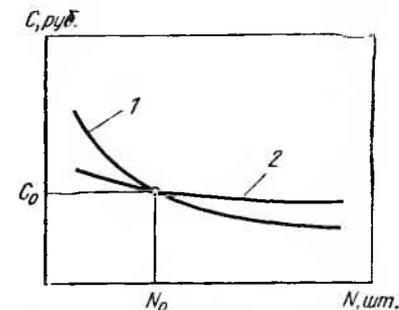


Рис. 4. Зависимость себестоимости детали от величины изготавливаемой партии:
1 — штамповка, 2 — ковка

§ 4. ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО КУЗНЕЧНОГО ЦЕХА

Ковку и горячую объемную штамповку выполняют в кузнечных цехах машиностроительных заводов, а также на специализированных кузнечных заводах. Кузнечные цехи называют также кузнечно-прессовыми (цехиковки, в которых имеются ковочные прессы), кузнечно-штамповочными, штамповочными и т. п. Здесь и далее используется термин «кузнечный цех», принятый в литературе по проектированию машиностроительных цехов и заводов*.

Соотношение между выпуском кованных и штампованных поковок зависит от вида и объема изготавливаемой на заводе продукции. В тяжелом машиностроении количество кованных поковок достигает 90%, в автомобилестроении 98% поковок изготавливают объемной штамповкой. В связи с тенденцией к увеличению серийности в машиностроении объемная штамповка получает все большее развитие. На долю 5% цехов, в которых основным видом обработки является горячая объемная штамповка, приходится свыше 60% всех выпускаемых в стране поковок. Это мощные кузнечные цехи автомобильных, тракторных и подшипниковых заводов и заводов других отраслей машиностроения.

Технологический цикл изготовления поковок в кузнечном цехе складывается из заготовительных, деформирующих и завершающих операций.

Заготовительные операции применяют с целью подготовки исходных заготовок под последующую ковку или объемную штамповку и выполняют в заготовительном отделении цеха.

* Проектирование машиностроительных заводов и цехов. Справочник в 6-ти т. Т. 3. «Проектирование цехов обработки металлов давлением и сварочного производства». М., «Машиностроение», 1974.

В качестве исходных материалов в кузнечно-штамповочном производстве используют слитки, прокат, прессованные прутки, иногда литые профильные заготовки. Основной заготовительной операцией в кузнечном цехе объемной штамповки является разделка исходного металла на отдельные мерные заготовки.

Мерные заготовки и подготовленные слитки направляют к нагревательным устройствам, обычно устанавливаемым в непосредственной близости от оборудования дляковки или штамповки.

Отечественным оборудованием дляковки являются ковочные молоты с массой падающих частей от 0,05 до 8 т, гидравлические и парогидравлические прессы усилием от 500 до 15 000 тс. Для объемной штамповки применяют штамповочные молоты с массой падающих частей от 0,63 до 25 т, горячештамповочные кривошипные прессы усилием от 630 до 8000 тс, горизонтально-ковочные машины усилием от 100 до 3150 тс, винтовые фрикционные прессы усилием от 40 до 630 тс, гидравлические штамповочные прессы усилием до 75 000 тс.

В кузнечных цехах объемной штамповки широко используют также калибровочные кривошипно-коленные прессы, ковочные вальцы, ротационно-ковочные и вертикально-ковочные машины, горизонтально-гибочные машины и др.

К завершающим операциям относятся обрезка технологического отхода (облоя) и пробивка отверстий, термообработка поковок, очистка их от окалины, правка и калибровка, контроль размеров и качества. Кованные поковки, как правило, подвергают термической обработке и зачистке поверхности с целью удаления дефектов.

В кузнечном цехековки крупного завода тяжелого машиностроения имеется гидравлический ковочный пресс усилием 10 000—15 000 тс и несколько гидропрессов усилием от 500 до 2000 тс. Для нагрева слитков и поковок имеются газовые печи длиной 10—15 м. У прессы усилием 15 000 тс располагают 6—8 печей, каждая из которых оборудована выдвижным подом на роликах. Слитки и поковки загружают в печи, выгружают из них, подают к прессу при помощи мощных мостовых кранов усилием до 350 тс и специального кантователя, подвешенного к крюку крана. У прессов меньшего усилия слитки и поковки перемещает специальная машина — манипулятор.

Современные кузнечные цехи объемной штамповки оборудуют электрическими нагревательными устройствами, не дающими копоти и жары при нагреве заготовок.

Все большее распространение получают автоматизированные процессы производства поковок. Например, в кузнечном цехе Волжского автомобильного завода (ВАЗ) действуют горячевысадочные автоматы для изготовления поковок шестерен, горизонтально-ковочные машины, кривошипные горячештамповочные прессы и вальцы, работающие в автоматическом режиме со встроенными индукторами для нагрева заготовок, автоматические устройства для смазки-охлаждения штампов и др.

1. Что такое пластичность металла?
2. В чем состоит сущность горячей обработки металлов давлением?
3. Перечислите основные виды горячей обработки металлов давлением.
4. Расскажите о возникновении и развитии кузнечно-штамповочного производства.
5. Расскажите о преимуществах объемной штамповки перед ковкой.
6. В каких случаяхковка выгоднее объемной штамповки?
7. Из каких основных операций складывается технологический цикл производства поковок?

Глава II

ПОДГОТОВКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА

§ 1. ПРИЕМКА И ХРАНЕНИЕ МЕТАЛЛА

Основным материалом для изготовления поковок является сталь (сплав железа с углеродом при содержании углерода не более 2%). Ковкой и штамповкой обрабатывают также цветные сплавы на основе меди (латунь, бронза), алюминия (дюралюминий), магния, титана, никеля.

Завод-поставщик сопровождает партию отправляемого металла специальным документом — сертификатом, в котором указаны марка материала, номер плавки, химический состав, механические свойства, размеры заготовок и масса партии, клеймо приемщика ОТК.

Штанги сечением больше 30 мм поставляются с клеймом в соответствии с данными сертификата: номер плавки, марка материала, клеймо ОТК. Клейма наносят на торцах штанги или на боковой поверхности вблизи торца. Кроме этого, каждый конец штанги окрашивается в определенный цвет, соответствующий данной марке материала.

Прибывший на завод металл подвергают контролю ОТК с целью выявления внешних дефектов, установления марки стали (проба на искру), а в случае необходимости определения химического состава (спектральный анализ). Металлы для изготовления особо ответственных деталей, например авиационного двигателя, контролируют тщательно: проверяют механические свойства, исследуют структуру материала, выявляют возможные внутренние дефекты. Этот контроль выполняют в центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ).

Принятый металл хранят на специальных стеллажах. Металл распределяют в ячейках стеллажей по маркам и размерам профиля так, чтобы можно было легко найти и взять необходимый пруток. Расположение стеллажей должно обеспечивать возможность свободного перемещения металла при помощи мостового крана, кран-балки или других подъемно-транспортных средств.

Склады металла должны быть закрытыми или иметь навесы.

§ 2. ДЕФЕКТЫ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА И СПОСОБЫ ИХ УДАЛЕНИЯ

Подготовка исходного материала под ковку или штамповку сводится к выявлению и удалению внешних дефектов на слитках, прутках и разделению проката на отдельные мерные заготовки. Устранение дефектов исходного металла является важной опе-

рацией, так как качество поковок, а следовательно, и надежность детали непосредственно связано с качеством исходной заготовки. Если на поверхности заготовки имеется трещина, то при последующей ковке или штамповке она может быть заштампована в поковку. Изготовленная из такой поковки деталь будет ослаблена и при эксплуатации легко разрушится. Поэтому важным является знание видов дефектов исходного материала и способов их устранения.

Дефекты слитков, как правило, имеют металлургическое происхождение, т. е. возникают при заливке стали в изложницу и охлаждении в ней. Основными дефектами слитка являются усачочная раковина и прибыль, плены, трещины, газовые пузыри, неметаллические включения.

Дефекты проката могут иметь «наследственный» характер, т. е. переходить из слитка, который проходит обработку на прокатном стане, а также возникать непосредственно при прокатке. К основным дефектам поверхности проката относятся плены, волосовины, трещины, закаты, подрезы и риски, расслоения.

Все поверхностные дефекты на слитке или прокате удаляет завод-поставщик. Однако в ряде случаев ранее не замеченные трещины и другие дефекты могут «раскрываться» позднее — при перевозке металла по железной дороге, погрузке и выгрузке. Поэтому на складе или в заготовительном отделении кузнечного цеха исходный материал подвергают обязательному контролю на внешние дефекты.

Обнаруженные дефекты удаляют вырубкой пневматическим зубилом, газопламенной зачисткой или обдиркой (слитки и крупный прокат), а также зачисткой шлифовальными кругами (заготовки меньших размеров).

Дефекты удаляют аккуратно. После вырубки, зачистки обработанные места должны иметь плавные переходы, чтобы при последующей ковке или штамповке не образовалось нового дефекта — раковины, трещины, зажима.

§ 3. РАЗДЕЛКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА НА ЗАГОТОВКИ

Разделка исходного материала является ответственной операцией в технологическом процессе изготовления горячештампованных заготовок, поскольку нарушение режимов резки может вызвать повышенный расход металла, увеличение трудоемкости штамповки, брак поковок. Выбор способа резки зависит от марки материала, габаритных размеров разрезаемого прутка, требований к мерной заготовке и ряда других факторов.

Отрезка на ножницах. Наиболее распространенным способом разделки прутков на заготовки является резка сдвигом на ножницах.

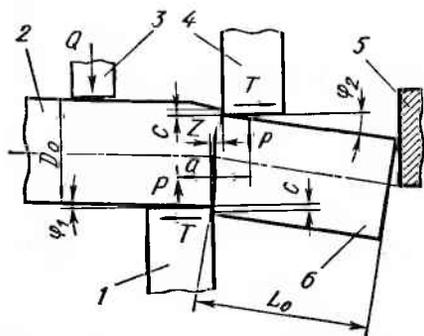


Рис. 5. Схема резки прутка сдвигом: 1 — нижний (неподвижный) нож, 2 — пруток, 3 — прижим, 4 — верхний (подвижный) нож, 5 — упор, 6 — отрезанная заготовка

Схема резки прутка сдвигом показана на рис. 5. В верхнем положении подвижного ножа 4 и прижима 3 пруток 2 размером D_0 (диаметр или сторона квадрата) подают до упора 5. Далее опускается прижим и силой Q прижимает пруток к неподвижному ножу 1. Затем подвижный нож надавливает на пруток силой P , вследствие чего происходит отделение заготовки 6 длиной L_0 . Изменяя положение упора 5, можно получать отрезанные заготовки разной длины.

Механизм отрезки заготовки от прутка состоит в следующем. При нажатии на пруток верхнего ножа образуется момент сил $M = Pa$, где P — сила, с которой нож давит на заготовку, а — расстояние между осями ножей. Этот момент стремится повернуть заготовку на угол φ_2 , а зажатый пруток на угол φ_1 . Повороту прутка препятствует сила прижима, поэтому $\varphi_1 < \varphi_2$.

В результате поворота прутка и заготовки каждый из ножей касается прутка только небольшой частью рабочей поверхности, под которой металл подвергается смятию, а соседняя часть прутка — утяжке (уменьшение поперечного сечения). При достижении определенной глубины внедрения ножей в металл (на величину c), когда усилие реза достигает максимума, образуются встречные трещины, начинающиеся от режущих кромок ножей. В этот момент усилие реза резко падает, а быстро развивающиеся трещины встречаются и заготовка отрезается от прутка.

Свободная резка сдвигом приводит к образованию на заготовке характерных искажений, в той или иной мере свойственных всем разрезаемым материалам.

Основными дефектами заготовки (рис. 6, а) являются смятие поверхности (зона 1), утяжка (зона 2), которые приводят к эллипсности круглого сечения. На заготовке всегда имеется зона надреза 3 и зона скола 4. При этом торец свободно отрезаемой заготовки имеет большие искажения, чем торец зажатого прутка. Чем мягче сталь, тем больше при прочих равных условиях зона надреза и следы пластической деформации (смятие и утяжка).

При правильно выбранном зазоре z между ножами трещины, приводящие к сколу прутка, встречаются и образуют одну поверхность скола (см. рис. 5). Если зазор z меньше оптимального, то трещины не сходятся, а образуется новая трещина, соединяющая концы двух предыдущих (рис. 6, б). Этот дефект (закол) приводит при последующей штамповке к образованию зажима.

В случае резки малопластичной стали скалывающиеся трещины могут перерастать в трещины излома с образованием на торце

заготовки глубоких вырывов (рис. 6, в). При большом зазоре между ножами, а также затуплении ножей на заготовках из пластичной стали образуются значительная утяжка и заусенец (рис. 6, г), при резке более прочной стали в этом случае наблюдается ступенчатость торца (рис. 6, д).

Причиной чрезмерно косога среза (рис. 6, е) является значительный угол поворота заготовки, что объясняется недостаточной силой прижима прутка. На практике угол γ достигает 12° . При резке недостаточно подогретых легированных сталей может появиться излом в поперечном к оси прутка направлении (рис. 6, ж), объясняемый тем, что растягивающие при утяжке прутка напряжения превышают предел прочности металла.

При холодной резке часто образуются также торцовые трещины (рис. 6, з), которые, как и поперечный излом, являются наиболее опасными дефектами.

При отрезке заготовок свободным сдвигом на ножницах важно правильно выбрать зазор между ножами. Установлено, что номинальный зазор z должен составлять 2—4% от толщины разрезаемого профиля. Фактический зазор между ножами оказывается всегда больше номинального, так как при внедрении ножей появляются горизонтальные силы T (см. рис. 5), раздвигающие ножи. При затуплении ножей зазор z также увеличивается.

Для повышения пластичности разрезаемого металла и уменьшения необходимого усилия резки прутки подогревают. Среднеуглеродистые стали нагревают до $400\text{—}650^\circ\text{C}$ при резке больших сечений (свыше 120 мм). Заготовки из низкоуглеродистой стали подогревают до $250\text{—}300^\circ\text{C}$, так как при более высоких температурах они сильно сминаются.

Прутки из высокоуглеродистых и легированных сталей нагревают до 400°C и выше, начиная с диаметра 50 мм. При резке высоколегированных сталей и специальных сплавов подогрев применяют и для более мелких сечений. Температура подогрева металла перед резкой должна быть тем выше, чем больше сечение прутка и меньше пластичность в холодном состоянии.

Одной из главных причин, затрудняющих получение высококачественных заготовок при отрезке сдвигом, является значительный угол поворота отрезаемой заготовки φ_2 . Совершенствование процесса резки сдвигом требует создания такой схемы, при которой

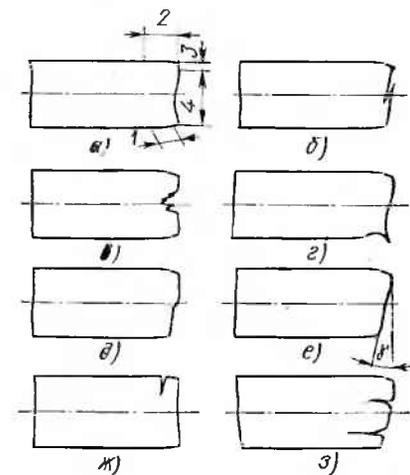


Рис. 6. Дефекты (а—з), образующиеся при резке сдвигом на ножницах

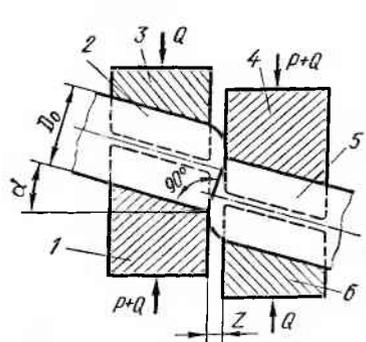


Рис. 7. Схема отрезки сдвигом с наклоном прутка и прижимом отрезаемой заготовки:

1 — нижний нож, 2 — пруток, 3 — прижим прутка, 4 — верхний подвижный нож, 5 — заготовка, 6 — прижим заготовки

заготовка при нажиме на нее верхнего ножа практически не отгибалась бы. Это достигается помимо прижима прутка к неподвижному ножу применением дополнительного прижима заготовки к подвижному ножу (рис. 7).

Прижим заготовки к подвижному ножу увеличивает необходимое усилие резки, однако значительно уменьшает искажения заготовки (смятие, утяжку, косину скола). Если при этом повернуть пруток на некоторый угол α , то можно еще более уменьшить угол скола γ . Изменяя зазор между ножами z и угол α , можно добиться такого положения, при котором обеспечивается полная

перпендикулярность торца заготовки к ее оси.

Большое значение при резке имеет также характер изменения усилия прижима в процессе деформации. Если усилие прижима не изменяется ($Q = \text{const}$), то перемещение отрезанной заготовки относительно прутка может вызывать задиры и пригары торцовых поверхностей. Лучшие результаты получаются при использовании прижима, усилие которого переменено в процессе резки и пропорционально усилию реза ($Q = kP$, где k — коэффициент пропорциональности).

При возрастании усилия резки до максимального усилие прижима также возрастает и препятствует повороту заготовки. В дальнейшем, когда усилие резки резко падает (при образовании трещин), прижим освобождает заготовку. Последняя имеет возможность осевого перемещения, в результате чего задиры и пригары не образуются. Такой способ получил название резки с дифференцированным зажимом.

Лучшей схемой резки сдвигом считается резка с наклоном прутка и дифференцированным зажимом прутка и отрезаемой заготовки (см. рис. 7). Такая схема позволяет получать качество реза, близкое к тому, которое имеет место при резке на металлорежущих станках. Дополнительным преимуществом резки с дифференцированным зажимом является устранение необходимости подогревать пруток. Различные металлы, в том числе и малопластичные, разрезаются по этому способу без образования трещин и других дефектов.

Отрезка в штампах. Для повышения качества реза прутков небольшого диаметра (до 50 мм), а также при отсутствии ножниц применяют специальные штампы, устанавливаемые на кривошипных прессах. Различают одноопорные, двухопорные и глазковые штампы.

Резка в простейшем одноопорном штампе (рис. 8) практически

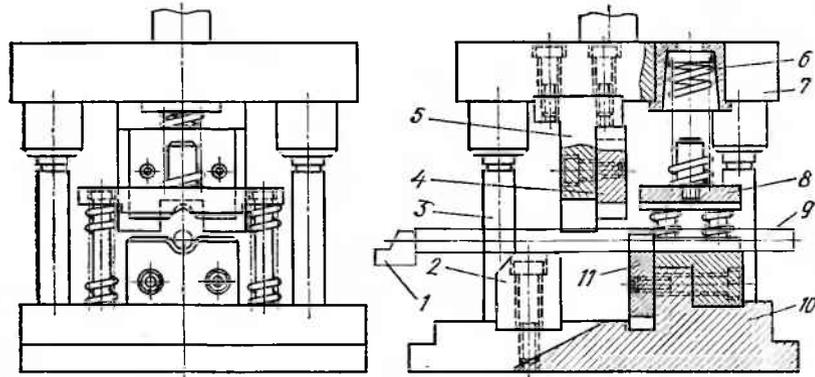


Рис. 8. Одноопорный штамп для резки прутков на кривошипном прессе:

1 — упор, 2 — стойка, предотвращающая отгиб заготовки, 3 — направляющая колонка, 4 — верхний нож, 5 — державка верхнего ножа, 6 — пружина, 7 — верхний башмак, 8 — прижим, 9 — пруток, 10 — нижний башмак, 11 — нижний нож

не отличается от резки на ножницах. Разрезаемый пруток 9 имеет одну точку опоры — нижний нож 11, а для уравнивания опрокидывающего момента служит пружинный прижим 8. Преимуществом резки в одноопорном штампе является точное направление ножей благодаря применению направляющих колонок 3. Двухопорный штамп отрезает одновременно две заготовки. При резке на ножницах и в одноопорном штампе отношение $L_0/D_0 \geq 0,7$.

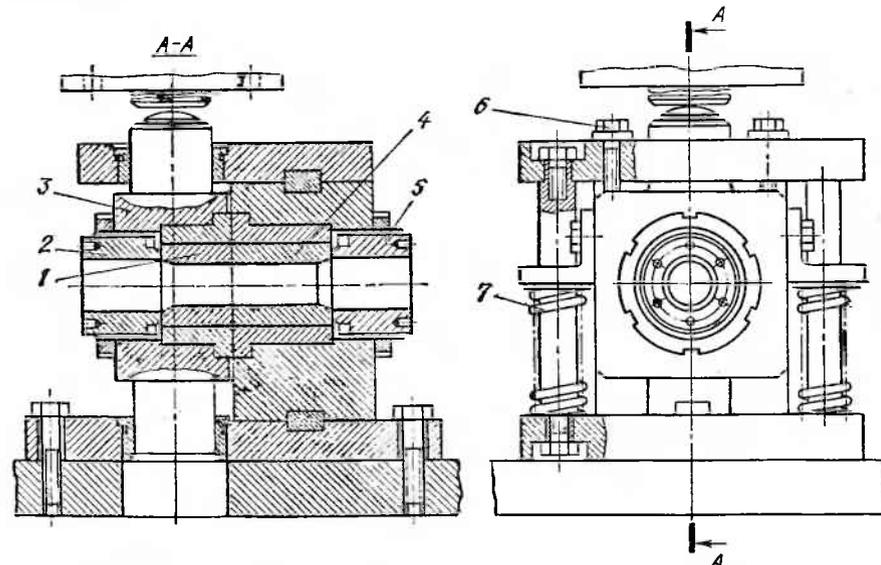


Рис. 9. Штамп глазкового типа для резки калиброванного проката:

1 — подвижная втулка-нож, 2 — гайка с отверстием для выхода заготовки, 3 — державка подвижного ножа, 4 — неподвижная втулка-нож, 5 — гайка для направления прутка, 6 — винт, фиксирующий соосность отверстий ножей, 7 — пружина

Для резки калиброванного проката применяют штампы глазкового типа (рис. 9). Пруток подают до упора (на рисунке не показан) через направляющую гайку 5, неподвижную втулку-нож 4, подвижную втулку-нож 1 и гайку 2. При движении ползуна прессы державка 3 вместе с ножом 1 опускается и пруток разрезается. При обратном ходе державка с ножом и отрезанной заготовкой возвращается в первоначальное положение пружинной 7.

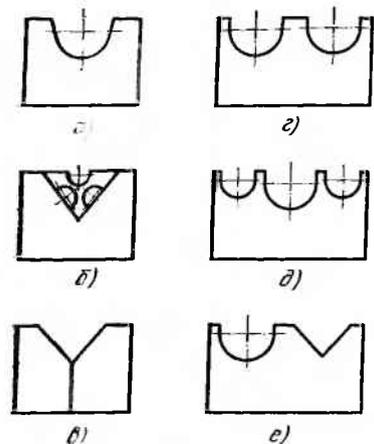


Рис. 10. Ножи, применяемые при резке на ножницах:

а — цельные, б — со сменными вставками, в — составные, г — для резки двух одинаковых сечений, д — для резки круглых прутков различного сечения, е — для резки различных профилей

метра прутка на 0,3—0,5 мм. Поэтому резка в глазковых штампах обеспечивает получение достаточно ровного торца. Длина отрезаемой заготовки равна нескольким диаметрам ($L_0/D_0 \geq 2$), так как прижимное устройство отсутствует.

Ножи, применяемые при резке на ножницах, можно подразделить на одноручьевые и многоручьевые (рис. 10). Одноручьевые ножи, в свою очередь, делятся на цельные (а), со сменными вставками (б), составные (в). Составные ножи применяют для резки квадратного профиля по диагонали. Стойкость таких ножей намного выше стойкости цельных. Составные ножи обычно крепятся в специальных державках. Ножи со сменными рабочими вставками применяют для экономии инструментальной стали, изношенную вставку заменяют новой.

Многоручьевые ножи могут иметь одинаковые (г) и разные по размерам (д) и форме (е) ручки. Применение многоручьевых ножей позволяет повысить производительность резки благодаря одновременной резке нескольких прутков, а также резке прутков различных сечений без перестановки ножей.

Верхнее положение державки 3 ограничено винтами 6. Отрезанная заготовка удаляется из штампа при подаче в штамп оставшейся части прутка. При резке втулочными ножами диаметр глазка больше диа-

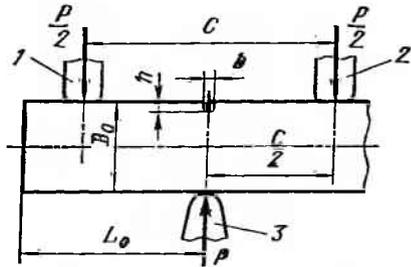


Рис. 11. Схема ломки на хладноломе:

1, 2 — опоры, 3 — ломатель

Ножи изготавливают из инструментальных сталей 5ХГТ, 5ХГМ, 4ХС, 8ХЗ, У10. Ножи закаляют и отпускают, твердость после термообработки HB444—514.

Ломка на хладноломах. При отсутствии ножниц или при необходимости разделки прутков большого сечения (до 300 мм) применяют ломку прутков на кривошипных или гидравлических прессах.

Схема холодной ломки показана на рис. 11. Пруток с надрезом шириной b и глубиной h устанавливают в штампе между опорами 1 и 2 и ломателем 3 таким образом, чтобы надрез располагался напротив ломателя со стороны опор. При нажатии на пруток в месте надреза появляется трещина и происходит хрупкий излом. Торце заготовки получается достаточно ровным с небольшой ступенькой от надреза.

Наиболее трудоемкой операцией в общем процессе ломки является надрез прутка. Надрез осуществляют пилами или газовыми резаками. Глубина надреза должна составлять 3—8% от толщины разрезаемого металла. Ширина надреза, получаемого пилой, составляет 3—5 мм, надрез газовым резаком имеет ширину 5—8 мм. Надрез должен быть выполнен аккуратно, в противном случае по месту излома могут появиться неровности и трещины. Перед надрезом прутки размечают.

При ломке происходит хрупкое разрушение стали. Поэтому ломку выполняют без подогрева металла.

Ломкой на хладноломах можно получать сравнительно короткие заготовки (длиной до $0,8 D_0$). Однако для получения высококачественного излома длину заготовки принимают $L_0 \geq 1,2 D_0$.

Преимуществом ломки металла является высокая производительность, составляющая несколько тысяч заготовок в смену. Кроме того, появляется возможность контролировать качество металла по излому. Недостатки способа: затраты времени и средств на разметку и надрез, а также некоторые потери металла в результате надреза.

Газопламенная резка. Резку газопламенными резаками обычно применяют для разделки проката большого сечения (сторона квадрата до 300 мм). Схема газопламенной резки показана на рис. 12. Смесь кислорода и ацетилена подается через подогревающий мундштук 3. Пламя направляется на заготовку 6 в зону реза и быстро нагревает металл до температуры воспламенения. Затем через центральное отверстие горелки подается

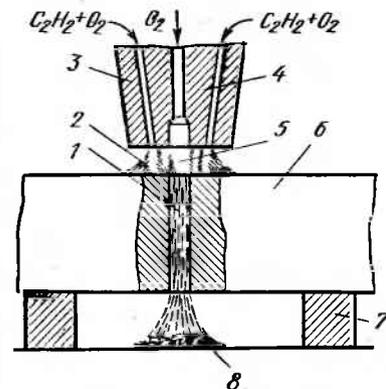


Рис. 12. Схема газопламенной резки:

1 — полость реза, 2 — подогревающее пламя, 3 — подогревающий мундштук, 4 — режущий мундштук, 5 — режущее пламя, 6 — заготовка, 7 — подставка, 8 — шлак

кислород, и металл, воспламеняясь, сгорает. Образующиеся окислы металла (шлак 8) расплавляются и выдуваются в жидком состоянии из полости реза струей режущего кислорода. Ширина реза составляет 4—10 мм.

Горючим для газопламенной резки могут быть ацетилен, бензин, керосин. Температура пламени ацетилена 3100—3800°С, бензина 2500—2600°С, керосина 2000°С. Применяют также другие газы с температурой пламени не ниже 1800°С.

Преимуществом газопламенной резки является получение сравнительно ровного торца заготовки. Недостатки: невысокая производительность (квадрат 100×100 мм разрезают за 1 мин), а также безвозвратный отход металла при сгорании.

Резка на металлорежущих станках. Резка на металлорежущих станках характеризуется снятием стружки в зоне реза. Инструментом при резке являются зубчатые пилы (дисковые, ленточные) и отрезные резцы. Важное значение для качества реза имеет правильная заточка инструмента, а для пил также разводка зубьев. Резкой на металлорежущих станках получают ровный и чистый торец заготовки.

Резку осуществляют без подогрева металла с подачей в зону реза охлаждающей жидкости.

Дисковые пилы изготавливают диаметром от 200 до 2000 мм. При резке зубчатый диск (пила, фреза) совершает вращательное движение, постепенно врезаясь в заготовку. Ширина пропила соответствует толщине диска и составляет 3—15 мм. Максимальный диаметр разрезаемой заготовки — 500 мм.

Дисковые пилы могут изготавливаться цельными и сборными (сегментными). Изношенные и поломанные зубчатые сегменты заменяют новыми. Материал сегментов — быстрорежущая сталь, термически обработанная до твердости HRC62÷65, остальную часть диска выполняют из стали 65Г, 40Х с твердостью HRC40÷45.

Производительность резки дисковыми пилами значительно меньше, чем на ножницах. Пруток диаметром 100 мм из стали с пределом прочности $\sigma_b = 45\text{--}60$ кгс/мм² разрезают пилой диаметром 710 мм за 60 с, время разрезки прутка диаметром 200 мм составляет свыше 2 мин.

Ленточные пилы могут иметь форму конечной (ножовочное полотно) и бесконечной ленты (с соединенными краями). При резке ножовочное полотно совершает возвратно-поступательное движение, при этом обратный ход является холостым. Бесконечные ленточные пилы не имеют холостого хода и движутся в одну сторону. Максимальная толщина разрезаемого металла на станках отечественной конструкции — 250 мм. Ширина пропила при резке ножовками составляет 2,5—4 мм, а бесконечными ленточными пилами не превышает 1,8—2 мм.

Материалом для изготовления ленточных пил являются инструментальные и быстрорежущие стали. Твердость ножовочного полотна из быстрорежущей стали в рабочей зоне составляет

HRC61÷64, остальной части полотна (на концах) — HRC45÷55. Твердость зубьев у бесконечных ленточных пил, предназначенных для резки сталей, составляет HRC58÷62, остальной части HRC38÷43.

Наиболее производительным и экономичным режущим инструментом является бесконечная ленточная пила. Производительность бесконечных ленточных пил в 5—6 раз выше ножовочных станков и в 1,5—2 раза выше резки дисковыми пилами.

Разделку на токарно-отрезных станках в кузнечных цехах производят редко. К преимуществам этого способа относятся простота обслуживания и небольшая стоимость резки. Недостатки: сравнительно широкий рез (3—8 мм) и ограниченные размеры разрезаемого прутка. Обычно диаметр прутка не превышает 50—60 мм.

Резка шлифовальными кругами. Резку применяют для обработки высоколегированных сталей и сплавов с пониженной пластичностью. Способ резки шлифовальным кругом является экономичным. Преимущества способа: получение чистой поверхности среза, не требующей дальнейшей обработки, перпендикулярность торца заготовки к ее оси, небольшая ширина реза (2—3 мм).

Отрезные шлифовальные круги изготавливают на бакелитовой или вулканитовой связках. Первые работают без охлаждения, вторые — с обильным охлаждением. Для резки особо труднообрабатываемых материалов применяют алмазные круги.

Анодно-механическая резка. Схема резки показана на рис. 13. Генератор 1 постоянного тока низкого напряжения подключен в общую цепь с разрезаемой заготовкой 4 и вращающимся диском-электродом 2. Разрезаемый пруток, подключенный к положительному полюсу генератора, является анодом, диск-инструмент — катодом. В пространство между анодом и катодом по трубке 3 рабочую жидкость, проводящую электрический ток (обычно жидкое стекло).

В процессе резки между диском и металлом возникает электрическая дуга. Благодаря световым потерям при прохождении в жидкости дуга наблюдается в виде красноватой полосы и не оказывает слепящего действия на оператора. Температура 4000—5000°С в зоне электрического разряда достаточна для расплавления металла, который удаляется из зоны реза вращающимся диском и потоком рабочей жидкости.

Толщина стальных дисков составляет 0,5—2 мм. Производи-

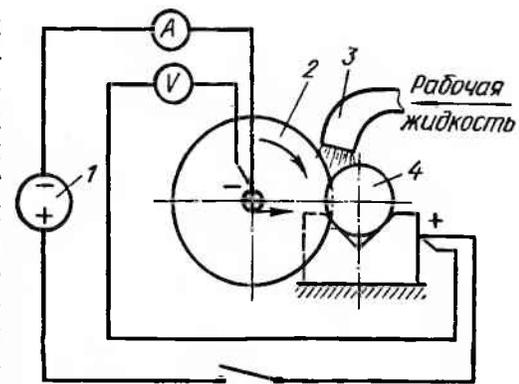
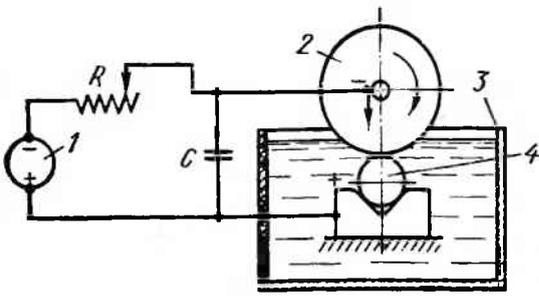


Рис. 13. Схема анодно-механической резки:

1 — генератор низкого напряжения, 2 — вращающийся диск-электрод, 3 — трубка для подачи рабочей жидкости, 4 — заготовка



тельность анодно-механической резки невысока. Например, стальной пруток диаметром 100 мм разрезают за 5,5 мин. Наибольшая толщина разрезаемого металла — 300 мм, ширина пропила — до 4 мм.

Электроискровая резка. Схема резки показана на рис. 14. Как и при анодно-механической резке, разрезаемый материал (заготовка) 4 подсоединен к генератору постоянного тока 1 и является анодом. Генератор низкого напряжения через сопротивление R заряжает конденсатор C , который периодически (сотни раз в секунду) разряжается через промежуток между прутком и инструментом-катодом (диск) 2. При разряде конденсатора между анодом и катодом образуется искра, откуда и следует название способа. Инструмент и заготовка находятся в ванне 3, заполненной диэлектриком, например керосином.

Рис. 14. Схема электроискровой резки: 1 — генератор, 2 — диск, 3 — ванна, заполненная диэлектриком, 4 — заготовка

ратору постоянного тока 1 и является анодом. Генератор низкого напряжения через сопротивление R заряжает конденсатор C , который периодически (сотни раз в секунду) разряжается через промежуток между прутком и инструментом-катодом (диск) 2. При разряде конденсатора между анодом и катодом образуется искра, откуда и следует название способа. Инструмент и заготовка находятся в ванне 3, заполненной диэлектриком, например керосином.

Действие разряда при электроискровой резке распространяется на малую площадь. В зоне разряда мощность электрического импульса достигает десятков киловатт, а плотность тока — сотен тысяч ампер на 1 мм^2 . Развиваемая температура порядка $10\,000^\circ \text{C}$ вызывает плавление и испарение металла в зоне реза.

Инструмент для резки выполняют из меди, латуни, графита и др. Максимальная толщина разрезаемых деталей 120 мм. Преимуществом электроискровой резки является высокая точность и качество реза, малая ширина реза, а также возможность обработки металлов любой прочности при самом малом отношении длины заготовки к диаметру. Недостатки способа: низкая производительность, приблизительно равная производительности анодно-механической резки, значительный расход электроэнергии и небольшая стойкость электродов.

Плазменная резка. Плазменная резка является новым способом обработки металлов. Ее начинают применять как для резки, так и для зачистки заготовок.

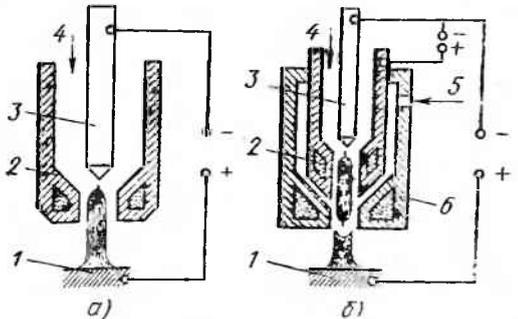


Рис. 15. Схемы горелок для плазменной резки: а — горелка прямого действия, б — горелка комбинированного типа; 1 — заготовка, 2 — охлаждаемое сопло, 3 — вольфрамовый электрод, 4 — плазмообразующий газ, 5 — стабилизирующий газ, 6 — внешнее охлаждаемое сопло

Плазменную резку осуществляют горелками, принцип действия которых основан на нагреве газа электрической дугой, горячей в узком канале и сжимаемой жидкостью или потоком газа. Сжатие столба дуги приводит к увеличению сопротивления дуги, а значит, и к возрастанию подводимой к дуге мощности. Температура в середине дуги достигает $50\,000^\circ \text{C}$. При быстром нагреве до высокой температуры газ мгновенно расширяется и выходит из сопла горелки со скоростью, близкой к звуковой.

Схемы горелок для плазменной резки показаны на рис. 15. В горелке прямого действия (рис. 15, а) дуга возбуждается между вольфрамовым электродом 3 и металлической заготовкой 1. В охлаждаемое сопло 2 подается плазмообразующий газ 4, который сжимает дугу. В горелке комбинированного типа (рис. 15, б) косвенная дуга, возбуждаемая между вольфрамовым электродом 3 и охлаждаемым соплом 2, служит для зажигания и стабилизации дуги прямого действия, образующейся между электродом и металлической заготовкой 1. Стабилизирующий газ 5 подается в кольцевую полость внешнего сопла 6.

Газ, подаваемый в горелку и омывающий центральный электрод, служит основным источником плазмы. В качестве плазмообразующих газов используют аргоно-водородную или азото-водородную смесь, сжатый воздух и другие газы.

Плазменная резка металлов имеет преимущества перед обычной газовой резкой, заключающиеся в существенном повышении (в 10 раз) производительности, получении ровного и чистого реза правильной формы, а также практическом отсутствии шлаков. Плазменная резка является особенно перспективной для резки нержавеющей и высоколегированных сталей.

Высокоскоростная резка. В отечественной практике и за рубежом применяют резку прутков и слитков с использованием энергии взрыва. Источником энергии может являться пороховой заряд. При взрыве инструменту сообщается высокая скорость, измеряемая десятками и даже сотнями метров в секунду. В некоторых устройствах такая скорость сообщается заготовке, которой выстреливают в инструмент. Имеются конструкции установок с одновременным движением инструмента и заготовки навстречу друг другу.

Наиболее выгодная область применения способа — заготовки крупных размеров из труднообрабатываемых сталей и сплавов. Отходы при резке ничтожно малы.

§ 4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕЗКИ МЕТАЛЛА

В условиях крупносерийного и массового производства наиболее распространенным оборудованием для резки проката являются ножницы с кривошипным, эксцентриковым или кулачковым приводом.

Ножницы отечественной конструкции изготавливаются усиленным от 40 до 1600 тс. На ножницах усилием 40 тс разрезают круг-

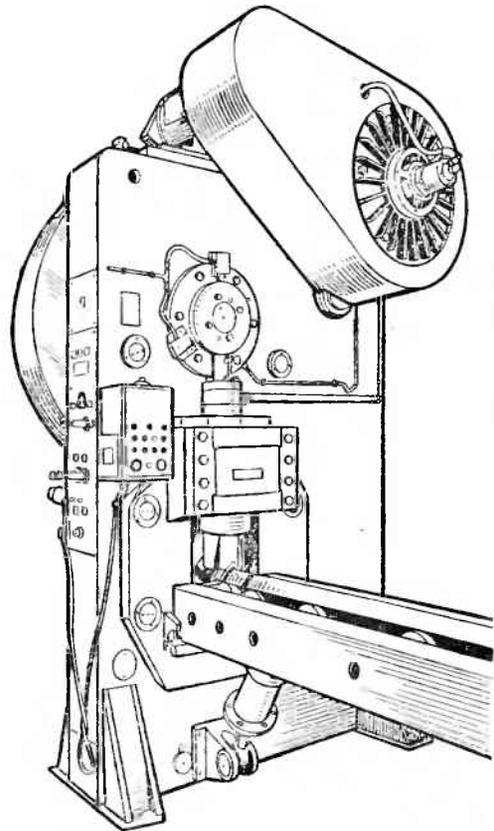


Рис. 16. Ножницы усилием 500 тс с приводным рольгангом

лые прутки диаметром до 40 мм (сталь с пределом прочности $\sigma_b=45$ кгс/мм²), квадратные прутки со стороны квадрата 35 мм и полосу шириной до 120 мм; на ножницах усилием 1600 тс предельные размеры разрезаемых прутков составляют соответственно 250, 220 и 500 мм.

Для выбора ножниц подсчитывают усилие реза по формуле

$$P = kF_0\sigma_{ср},$$

где P — усилие реза, кгс; k — коэффициент, учитывающий затупление ножей и другие факторы (по опытным данным $k=1,7$); F_0 — площадь среза, мм²; $\sigma_{ср}$ — сопротивление металла срезу. Обычно принимают $\sigma_{ср}=0,8\sigma_b$, где σ_b — предел прочности разрезаемого металла при температуре резки.

Подсчитав необходимое для резки усилие, по каталогу подбирают соответствующие ножницы. Ножницы усилием свыше 250 тс изготавливаются только с приводным рольгангом, по которому пруток подается в зону реза. Ножницы с приводным рольгангом показаны на рис. 16. В процессе резки на ножницах упор, до которого подают пруток, изнашивается, а механизм установки упора разлаживается, в результате чего отрезаемые заготовки получают различной длины. Кроме того, обычный сортовой прокат имеет заметные колебания по толщине. Таким образом, заготовки могут существенно отличаться друг от друга по массе. При последующей штамповке расход металла, при штамповке коротких заготовок возможен брак поковок по незаполнению ручья штампа.

С целью избежать эти недостатки применяют различные механизмы, обеспечивающие точность отрезаемых заготовок по длине или массе. Наибольшее распространение получила система дозирования по массе, принцип действия которой заключается в следующем. Каждая отрезанная заготовка попадает на специальные весы, регистрирующие массу заготовок. Стрелка весов,

отклоняясь в ту или иную сторону, дает команду регулируемому упору, который подстраивается на необходимую массу. При наладке ножниц на резку новой заготовки достаточно установить ее массу на пульте управления.

В нашей стране и за рубежом применяют целые агрегаты для резки с программным управлением. В агрегат входят автоматический стеллаж для накопления прутков и передачи их на приводной рольганг, ножницы с надежным зажимом отрезаемой заготовки и прутка, а также с регулируемым упором, автоматические весы, работающие вместе с небольшой электронно-вычислительной машиной, и сортировальный механизм.

После задания на пульте управления программы (необходимых размеров заготовки) вычислительная машина устанавливает темп работы автоматического стеллажа и приводного рольганга. Она же после взвешивания заготовки дает команду прибору, регулирующему положение упора, т. е. длину отрезаемой заготовки. Автоматическое сортировальное устройство обеспечивает рассортировку заготовок: заготовки с точными размерами, с заниженной массой и с избыточной массой попадают в разную тару. В дальнейшем заготовки с избыточной массой штампуют в изношенных штампах, а заготовки с заниженной массой — в новых штампах.

При резке широко применяют механизацию подачи прутков к ножницам и удаления отрезанных заготовок. Механизированный стеллаж (рис. 17) предназначен для подачи прутков к ножницам диаметром 40—80 мм и длиной 4—6 м. Прутки укладывают в ряд на наклонных стойках. Поступающий на рольганг пруток упирается в ограничитель 1. Рычажные отсекатели 4, приводимые в действие пневмоцилиндрами 3, поднимают и сбрасывают пруток на рольганг. Стеллаж прост и надежен в работе.

Для резки с подогревом применяют печи, устанавливаемые в непосредственной близости от ножниц. Прогрессивным является подогрев прутка в кольцевом индукторе или кольцевых газовых печах, смонтированных непосредственно на рольганге ножниц.

Для резки в штампах используют кривошипные прессы, аналогичные по конструкции обрезным прессам. Максимальное усилие этих прессов развивается не в конце хода, а несколько ранее — при недоходе кривошипа до крайнего нижнего положения на угол 20—30°.

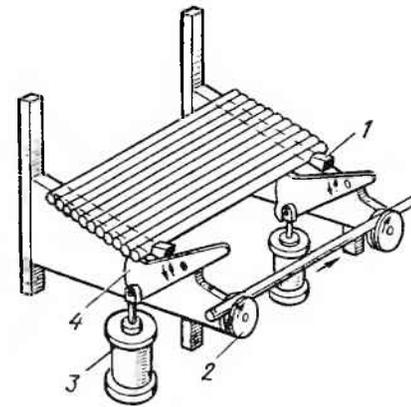


Рис. 17. Механизированный стеллаж для подачи прутков к ножницам: 1 — ограничитель, 2 — приводной рольганг, 3 — пневмоцилиндры, 4 — рычажный отсекатель

Ломку прутков обычно производят на кривошипных прессах с небольшим рабочим ходом, так как рабочий ход при ломке обычно составляет 5—10% от толщины прутка. Иногда для ломки применяют также и тихоходные гидравлические прессы.

Для газовой резки используют специальные резаки. Резак снабжается комплектом мундштуков, необходимых для получения пламени различной мощности. Газовую резку осуществляют также на полуавтоматах и автоматах, применение которых повышает производительность резки, улучшает условия труда и повышает качество реза.

Для плазменной резки применяют как ручные горелки, так и машины, в том числе с программным управлением. Расстояние от сопла до поверхности разрезаемого металла должно составлять 8—15 мм.

Резку ленточными пилами осуществляют на ножовочных и ленточно-отрезных станках, резку дисковыми пилами — на фрезерно-отрезных станках. При этом широко используют приспособления (тиски), позволяющие зажимать на станке сразу несколько прутков.

Резку отрезными резаками производят на токарных отрезных двухсуппортных станках, полуавтоматах и автоматах.

Резку абразивом производят на станках с ручным управлением, а также на полуавтоматах и автоматах.

§ 5. ТОЧНОСТЬ РАЗДЕЛКИ И ОТХОДЫ МЕТАЛЛА

При выборе рационального варианта разделки прутков учитывают производительность способа, точность отрезаемых заготовок и величину отходов. Наиболее производительными способами являются резка на ножницах и ломка на хладноломах. Ниже приведены приблизительные отклонения длины заготовок, отрезанных следующими способами (в мм):

На ножницах	1,0÷5,0	На пилах	0,25÷0,75
На хладноломах	1,0÷3,0	Анодно-механическая	0,1÷0,5
В штампах	0,3÷0,75	Электроискровая	0,1÷0,25
Газовая	1,0÷3,0		

Наиболее высокой точностью резки обладают электроискровая и анодно-механическая резка, а также резка в штампах и на пилах. В то же время применение первых двух способов сдерживается их низкой производительностью, резка в штампах может применяться только для калиброванного проката и для сечений не более 50 мм, а резка на пилах связана с значительными отходами металла на пропилов, значительным расходом режущего инструмента и невысокой производительностью.

Низкая точность резки на ножницах и хладноломах сдерживает применение прогрессивного способа штамповки в закрытых штампах. Применение специальных устройств для дозирования заготовок по массе, специальных пневматических упоров и др.

позволяет получать на ножницах заготовки повышенной точности из обычного проката.

Отходы при резке складываются из отходов, непосредственно связанных с резкой (на пропилов, сгорание металла при газовой, плазменной, анодно-механической резке, а также на зажимные концы, необходимые при резке последней заготовки), отходов по неkratности при разделке прутков торговой длины, по устранению неровностей и заусенцев на концах прутков. Пути уменьшения отходов следующие:

применение малоотходных способов резки, например резки в штампах, на ножницах с дифференцированным зажимом, хладноломах; повышение точности резки на ножницах благодаря применению механизмов для дозирования заготовок по длине или массе; уменьшение зажимных концов при резке; рациональный раскрой прутков.

§ 6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕЗКЕ И ЗАЧИСТКЕ МЕТАЛЛА

При резке на ножницах, в штампах, на металлорежущем оборудовании, анодно-механической резке вращающиеся детали оборудования (зубчатые колеса, маховики, дисковые пилы и т. п.) должны быть изолированы ограждениями.

Станки, пилы и другое подобное оборудование оснащают экранами, надежно защищающими рабочего от стружки, осколков инструмента, брызг смазочно-охлаждающей жидкости. Хорошо зарекомендовали себя экраны из закаленного стекла, не теряющие прозрачности при воздействии высокой температуры, отлетающей стружки и брызг жидкости. Для защиты глаз от стружки применяют также очки из небьющегося стекла.

Механизм включения оборудования (ножниц, прессов) должен обеспечивать автоматическую остановку инструмента после каждого рабочего хода. Резка непрерывными ходами допускается при механизированном удалении заготовки.

Со стороны упора ножницы должны иметь предохранительный щиток, предупреждающий отбрасывание заготовки после резки. Не допускается резка без предварительного зажима прутка. Подача металла до упора при резке с подогревом должна быть автоматизирована. Проталкивание остатка прутка до упора должно выполняться специальными приспособлениями, последующей штангой, но не руками.

Перед резкой тщательно проверяют режущий инструмент. Не допускается работа на затупленных или имеющих трещины ножах, ножовках, пилах. При ломке на хладноломах ломатель целесообразно устанавливать под прутком. Предпочтительнее применять вертикальные прессы.

При резке абразивными кругами принимают особые меры предосторожности для защиты рабочего от абразивной пыли, осколков абразивного круга. В электроискровых и анодно-механических станках должен быть предусмотрен отсос паров и газов,

НАГРЕВ ЗАГОТОВОК ПЕРЕД КОВКОЙ
И ШТАМПОВКОЙ

образующихся при резке. Электрод-инструмент и обрабатываемый металл должны быть надежно изолированы от корпуса станка.

Пульт управления при плазменной резке должен находиться вне зоны выделения газов, а рабочий должен носить спецодежду и маску со светофильтром. Вспомогательную дугу зажигают при направлении мундштука от себя. Резку осуществляют при помощи механизмирующих приспособлений в условиях хорошей вентиляции.

Особое значение приобретают вопросы техники безопасности при резке взрывом. Помещения для резки и организации работ должны удовлетворять специальным требованиям, предъявляемым к хранению и применению взрывчатых веществ.

Контрольные вопросы

1. Что такое сертификат, каково его назначение?
2. Почему нельзя оставлять поверхностные дефекты на исходных заготовках?
3. Какое оборудование применяют для резки прутков?
4. Почему при резке на ножницах образуется косой срез и дефекты?
5. Каким образом можно на ножницах получать заготовки одинаковой массы?
6. В чем заключается процесс газовой резки металла?
7. Расскажите об анодно-механической и электродисковой резке.
8. Сравните способы разделки прутков по производительности, точности резки и отходам металла.
9. Какие способы снижения отходов при резке вы знаете?
10. Перечислите основные правила безопасности при разделке прутков.

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НАГРЕВЕ МЕТАЛЛА

Нагрев металла перед ковкой и штамповкой является не менее важной операцией, чем сам процесс деформирования. Получение поковок высокого качества возможно только при строгом соблюдении установленного для каждого металла режима нагрева. В результате неправильного нагрева возможна порча металла, появление в нем дефектов, которые могут привести к браку поковок. От способа и режима нагрева зависят качество поковок, расход металла и топлива, стойкость инструмента, себестоимость поковок, а также условия труда в кузнечном цехе.

В кузнечных цехах применяют нагрев пламенный, электрический и в жидкостях (в расплавленных солях, стекле). Нагрев электрический и в жидкостях применяют в цехах объемной штамповки для сравнительно небольших заготовок. Наиболее широко применяют в кузнечно-штамповочном производстве пламенный нагрев, при котором в печах сжигается твердое, жидкое или газообразное топливо.

Топливо. Наиболее важной характеристикой топлива является его теплотворная способность или теплотворность. Теплотворность — это то количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании 1 кг твердого или жидкого или 1 м³ газообразного топлива. Количество тепла измеряют в килокалориях (ккал). Одна килокалория равна такому количеству теплоты, которое требуется для нагрева 1 кг воды на 1°С. Теплотворность жидкого и твердого топлива выражается в ккал/кг, а газообразного — в ккал/м³.

Различное топливо имеет различную теплотворность:

Мазут, ккал/кг . . .	10 000÷10 500	Кокс	5600÷7000
Древесный уголь . .	8000	Природный газ, ккал/м ³	8000÷9000
Каменный уголь . .	6000÷7000	Генераторный газ	1200÷1600
Бурый уголь	4800		

Основными видами твердого топлива являются каменный уголь и кокс. Твердое топливо применяют главным образом в горнах при ручной ковке. Применение твердого топлива ограничено и составляет не более 0,2%. Это объясняется трудностью получения и регулирования в печи необходимой для нагрева высокой температуры, необходимостью иметь в печи топочное устройство больших размеров. Кроме того, твердое топливо является трудно-воспламеняемым, дает много золы и склонно к спеканию при горении.

В качестве жидкого топлива в отечественных кузнечных цехах широко используют мазут — остаток после перегонки нефти. Мазут отличается высокой теплотворностью. Однако при сгорании мазута образуется копоть, загрязняющая атмосферу цеха.

В кузнечных цехах предпочтение отдается газообразному топливу, запасы которого в СССР очень велики. При использовании газа просто осуществить обслуживание и регулировку температурного режима печи, газ легко перемещается на большие расстояния. Применение газа в качестве топлива улучшает санитарно-гигиенические условия в цехе. Наиболее удобным топливом является природный газ, имеющий высокую теплотворность (8000—9000 ккал/м³). При отсутствии природного газа используют также искусственные газы: генераторный, светильный, отходы доменного производства — доменный и коксовый газы.

Процесс горения топлива. Горение топлива заключается в быстром окислении горючих составляющих топлива (углерода, водорода и серы), т. е. в соединении их с кислородом воздуха, в результате чего выделяется большое количество теплоты.

Основной частью всех видов топлива является углерод. Различают полное и неполное горение углерода. При полном сгорании, когда в зоне горения имеется достаточное количество воздуха (кислорода), углерод полностью сгорает, образуя углекислый газ по реакции $C + O_2 = CO_2$. При этом на каждый килограмм сгоревшего углерода выделяется 8138 ккал теплоты. При неполном сгорании, которое обычно имеет место при недостатке воздуха, углерод, соединяясь с кислородом воздуха, образует угарный газ ($C + \frac{1}{2} O_2 = CO$) с выделением 2498 ккал теплоты.

Процесс горения водорода с образованием водяных паров осуществляется по реакции $H_2 + \frac{1}{2} O_2 = H_2O$. При сгорании 1 кг водорода выделяется 28 905 ккал теплоты. При горении серы образуется сернистый газ ($S + O_2 = SO_2$). 1 кг серы при сгорании дает 2216 ккал теплоты.

Неполное сгорание топлива в печах обычно не допускается. Поэтому очень важно подавать в очаг горения достаточное для полного горения количество воздуха. Наименьшее количество воздуха, необходимое для полного сгорания 1 кг твердого или жидкого или 1 м³ газообразного топлива, называется теоретическим расходом воздуха. Практически очень трудно подать в очаг горения расчетное количество воздуха. Поэтому обычно обеспечивают некоторый избыток воздуха, что необходимо также для лучшего смешивания воздуха с топливом. Отношение практически необходимого количества воздуха к теоретическому расходу его называется коэффициентом избытка (или коэффициентом расхода) воздуха

$$\alpha = \frac{L_{\text{практ}}}{L_{\text{теор}}}$$

где α — коэффициент избытка воздуха; $L_{\text{практ}}$ — практический расход воздуха; $L_{\text{теор}}$ — теоретический расход воздуха.

Коэффициент α определяется по таблицам в справочниках: для твердого топлива он составляет 1,3÷1,6; для жидкого 1,2÷1,25 и газообразного — 1,05÷1,1.

Большой избыток воздуха (если принимать значения α больше табличных) ухудшает горение, так как часть теплоты расходуется на нагрев избытка воздуха и температура горения при этом понижается. Кроме того, поверхность нагреваемого металла интенсивно окисляется, образуя окалину.

Для обеспечения правильного горения необходима тяга сгорающих газов из рабочего пространства печи в дымоход. Если тяги нет, то скапливающиеся газы повышают давление в печи, что приводит к затуханию пламени или к выбиванию его через окна и щели печи наружу. В этом случае давление газов в печи называют положительным, так как оно выше атмосферного.

При слишком большой тяге (отрицательном давлении) окружающий воздух засасывается в печь, что приводит к избытку воздуха и чрезмерному окислению металла. Правильное горение имеет место при небольшом положительном давлении на поду печи, что характеризуется выбиванием небольших язычков пламени через приоткрытую заслонку печи. Давление воздуха в печи регулируют шибером, установленным в дымоходе.

Способы сжигания топлива. В зависимости от топлива применяют различные способы его сжигания. Твердое топливо, как правило, сжигают в специальных камерах — топках. Для повышения эффективности горения твердого топлива рекомендуется нагревать воздух до 250—400°С за счет использования тепла отходящих газов. Жидкое топливо сжигается при помощи форсунок, в которых мазут распыляется воздухом на мельчайшие частицы. Для сжигания газообразного топлива применяют горелки, конструкции которых обеспечивают практически полное сгорание топлива.

Передача тепла нагреваемому металлу. Основным видом передачи тепла металлу в пламенных печах является излучение. Нагретые стенки печи и горящие газы при высокой температуре испускают тепловые лучи, которые нагревают металл. С повышением температуры передача тепла металлу сильно возрастает. Конвекция заключается в передаче тепла движущимися раскаленными газами. Конвекцией передается 5—10% тепла, остальные — излучением.

Распространение тепла внутри металлической заготовки осуществляется благодаря теплопроводности. Скорость прогрева металла по сечению тем выше, чем больше теплопроводность металла. Легированные стали, имеющие меньшую по сравнению с углеродистыми сталями теплопроводность, требуют большего времени нагрева.

В электропечах нагрев заготовки происходит излучением от стенок печи. В электроконтактных нагревательных устройствах нагрев металла осуществляется при прохождении электрического

тока через заготовку, которая является сопротивлением. При индукционном нагреве в заготовке, помещенной в магнитное поле индуктора, возбуждаются вихревые токи, нагревающие металл.

Нагрев заготовок в расплаве соли или стекла осуществляется благодаря теплопроводности.

§ 2. ПОНЯТИЕ О ТЕМПЕРАТУРНОМ ИНТЕРВАЛЕ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

Чтобы правильно установить температуру нагрева металла перед последующей штамповкой, необходимо знать влияние температуры на свойства металлов. На рис. 18 показана зависимость механических свойств среднеуглеродистой стали от температуры ее нагрева. Прочность стали, характеризующая ее сопротивление деформированию, с повышением температуры уменьшается. Нагрев стали уменьшает предел прочности стали σ_b с 57 кгс/мм² при 15°С до 3,8 кгс/мм² при 1000°С, т. е. в 15 раз. Пластичность стали (в данном случае она выражается относительным удлинением δ) при нагреве возрастает с 28 до 76%, т. е. приблизительно в 2,7 раза. При 1000°С сталь обладает высокой ковкостью, т. е. имеет высокую пластичность и незначительное сопротивление деформированию.

С точки зрения ковкости металл следует нагревать до возможно большей температуры. Однако последнее связано с опасностью пережога стали, заключающегося в следующем. При температуре 1250—1300°С зерна металла становятся очень большими, а связь между ними настолько ослабляется, что между зернами начинает проникать кислород.

Зерна по границам окисляются и даже оплавляются, так как температура плавления окислов ниже температуры плавления самого металла. Последнее еще больше ослабляет связь между зернами. В результате при деформировании пережженной стали заготовка легко разрушается при приложении небольшого усилия.

Пережог обнаруживается по внешнему виду нагретого металла. Поверхность его имеет ослепительно белый цвет. При перемещении по поду печи заготовки от нее отлетают ярко-белые искры.

Если нагреть стальную заготовку до температуры, меньшей температуры пережога, но близкой к ней, то металл будет перегрет, т. е. иметь крупнозернистое строение, что отрицательно скажется на свойствах поковки и затем детали. Поэтому максимальную температуру нагрева

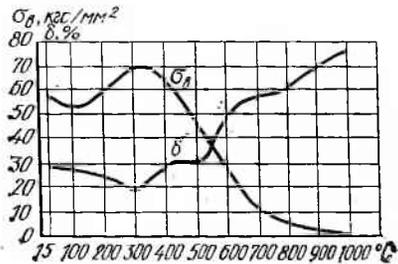


Рис. 18. Зависимость прочности (σ_b) и относительного удлинения (δ) среднеуглеродистой стали от температуры ее нагрева

1. Температурные интервалыковки и штамповки сталей

Наименование стали	Марка стали	Температура, °С			Рекомендуемый температурный интервал, °С
		начала деформирования, не выше	окончания деформирования		
			не выше	не ниже	
Углеродистые конструкционные	Ст2, Ст3	1300	800	700	1280—750
	10, 15	1280	830	720	1250—750
	20, 25, 30, 35				
	40, 45, 50	1260	850	760	1220—800
	55, 60	1240	850	760	1190—800
	65, 70	1220	850	770	1180—800
	15Г, 20Г, 30Г	1250	850	750	1230—800
60Г, 65Г	1220	850	760	1180—800	
Углеродистые инструментальные	У7, У8, У10	1150	850	800	
Легированные конструкционные	20Х, 15ХА	1250	870	760	1200—800
	12ХНЗА	1200	870	760	1180—800
	30ХГСА	1180	870	800	1140—830
	5ХНВ, 5ХНТ	1180		850	
Легированные инструментальные	Р9, Р18	1200		900	
	7Х3, 9Х3	1150	850	800	
Нержавеющие	12Х18Н9Т	1180	950	870	1150—900
	Х17Н2	1150	900	850	1130—870
Подшипниковые	ШХ15	1180	870	830	1120—850

металла устанавливают на 60—180°С ниже температуры его пережога. Эта температура соответствует температуре начала штамповки.

Для получения высококачественных поковок важно знать и температуру окончания штамповки. Очень низкие температуры деформирования затрудняют возможность изменения формы заготовки, требуют больших усилий штамповки. Штамповка сталей ниже температуры 723°С приводит к наклепу металла — увеличению прочности и хрупкости.

Температуры начала и окончания штамповки определяют температурный интервал обработки поковки под молотом или прессом. Оптимальный температурный интервал устанавливают на основании комплекса испытаний для каждой марки материала.

Кузнец должен отштамповать (отковать) поковку за такое время, чтобы температура металла не оказалась меньше нижнего предела температурного интервала штамповки. В ряде случаев, когда поковка интенсивно охлаждается, отштамповать поковку за один нагрев не удается. Тогда применяют дополнительный нагрев поковки или несколько нагревов.

Температурные интервалыковки некоторых конструкционных и инструментальных сталей приведены в табл. 1.

С повышением содержания углерода и степени легирования сталей температура окончания штамповки, как правило, повышается, а температурный интервал уменьшается. Однако даже самый узкий температурный интервал весьма велик (250°С для нержавеющей сталей), что свидетельствует о больших технологических возможностях горячего деформирования стальных заготовок с одного нагрева.

Температурные интервалы цветных сплавов гораздо уже (табл. 2).

2. Температурные интервалыковки и штамповки цветных металлов

Наименование сплава	Марка	Температура деформирования, °С	
		начала (верхний предел)	окончания (нижний предел)
Латуни и бронзы	Л62	800	600
	Л68	800	650
	БрОФ6,5-0,15	900	750
Алюминиевые сплавы	Д1	450	390
	АК8	470	400
Магниеые сплавы	МА1	430	350
	МА3	400	300
	МА5	370	300
Титановые сплавы	ОТ4-1	950	800
	BT3-1	1000	850
Никелевые сплавы	ХН70ВМТЮ	1200	1050
	ХН77ТЮ, ХН77ТЮР	1180	1050

§ 3. РЕЖИМ НАГРЕВА МЕТАЛЛА

Темп выдачи нагретых заготовок из печи должен быть согласован с темпомковки или штамповки. К моменту окончания штамповки одной заготовки следующая должна быть нагрета до температуры деформирования. Поэтому нагрев заготовок перед штамповкой ведут по возможности быстро, в то же время не допуская перегрева и пережога металла, а также образования в нем трещин.

Режим нагрева характеризуется следующими факторами: скоростью нагрева, температурой печи при загрузке в нее заготовок, конечной температурой нагрева, временем выдержки при заданной температуре и общей продолжительностью нагрева.

Скоростью нагрева называют увеличение температуры нагреваемой заготовки в единицу времени (ч, мин). Увеличение скорости нагрева повышает производительность печи, уменьшает окисление металла. Однако при слишком быстром нагреве внешние слои заготовки, за короткий срок нагревающиеся до высокой температуры, расширяются и стремятся оторваться от еще холодной сердцевины. В заготовке возникают значительные термические напряжения, в результате чего в металле могут появиться трещи-

ны. Быстрый нагрев особенно опасен для металлов, имеющих низкую теплопроводность, при этом передача тепла от внешних слоев к внутренним происходит медленно.

Скорость нагрева металла в печи зависит, главным образом, от температуры печи при загрузке в нее заготовок. Чем выше температура печи, тем быстрее нагревается заготовка. Обычно нагрев стальных заготовок в пламенных печах производят при разнице между температурой печи и конечной температурой нагретого металла в 100—150°С. Эту разницу называют температурным напором печи.

Нормальной температурой печи, обеспечивающей высокую скорость нагрева, считается температура 1300—1350°С. При такой температуре время нагрева ориентировочно составляет 1,5—2,0 мин на каждый сантиметр сечения заготовки.

Практикой установлено, что заготовки из низкоуглеродистой и низколегированной стали толщиной до 100 мм можно нагревать практически с любой скоростью нагрева, так как все сечение заготовки успевает прогреться и значительных термических напряжений в заготовке не возникает. Заготовки толщиной свыше 100 мм нагревают с определенной для каждой марки стали скоростью.

Для заготовок из высокоуглеродистых и высоколегированных сталей, а также для крупных слитков применяют ступенчатый нагрев, осуществляемый в специальных методических печах.

Двухступенчатый режим нагрева состоит из нагрева заготовки до температуры 650—850°С с относительно невысокой скоростью, выдержки при этой температуре и нагрева до окончательной температуры с максимально возможной скоростью. При этом уже не опасаются появления трещин, так как металл при температуре более 650—850°С имеет высокую пластичность.

Трехступенчатый нагрев включает три этапа: медленный нагрев при низких температурах, ускоренный нагрев до высокой температуры и выдержка заготовки при конечной температуре. В зависимости от марки металла и размеров заготовки применяют и другие режимы ступенчатого нагрева.

Режим нагрева часто изображают графически: на горизонтальной оси откладывают время нагрева, а на вертикальной — температуру печи. На рис. 19 показан график ступенчатого нагрева (температурный режим печи) крупных слитков. Холодные слитки загружают в печь при температуре рабочего пространства t_1 и выдерживают в течение времени τ_1 . Выдержка на графике представлена горизонтальными отрезками, т. е. при увеличении времени нагрева температура печи не изменяется.

После первой выдержки температуру в печи поднимают до температуры t_2 в интервале времени τ_2 . Подъем температуры в печи характеризуется наклонным отрезком, а тангенс угла наклона прямой к горизонтальной оси показывает скорость подъема температуры в печи $tg \alpha_1 = \frac{t_2 - t_1}{\tau_2}$. Затем следует новая выдержка в течение времени τ_3 , окончание которой характеризует заверше-

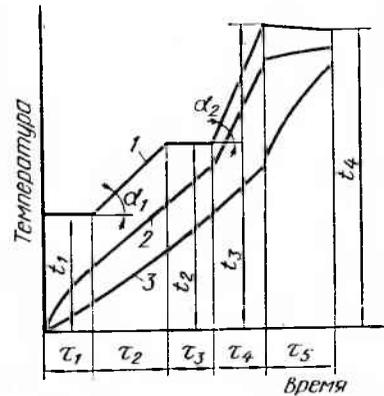


Рис. 19. График ступенчатого нагрева крупных слитков:
1 — температура печи, 2 — поверхности слитка, 3 — сердцевины слитка

Третьим этапом режима нагрева является выдержка в интервале времени τ_5 , в процессе которой температура поверхности и сердцевины слитка практически выравнивается. Время $\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5$ составляет общую продолжительность нагрева слитка.

На продолжительность нагрева влияют химический состав нагреваемого металла, температурный напор печи, форма, размеры и взаимное расположение заготовок в печи.

От химического состава зависит теплопроводность металла, а следовательно, скорость и время нагрева. Это соображение относится ко всему времени нагрева металла до конечной температуры. Помимо этого, как указывалось, высокоуглеродистые и высоколегированные стали требуют ступенчатого нагрева, что повышает его продолжительность.

Увеличение температурного напора в печи во всех случаях повышает скорость нагрева заготовки и уменьшает продолжительность его. Теперь все шире применяют скоростной нагрев металла, для чего температуру рабочего пространства печи поддерживают 1400—1500°С. На рис. 20 показана продолжительность нагрева стальных заготовок в зависимости от температуры рабочего пространства печи. Из графика видно, что увеличение температуры с 1250—1300 (обычный нагрев) до 1400—1500°С (скоростной нагрев) уменьшает время нагрева заготовок в 3—5 раз.

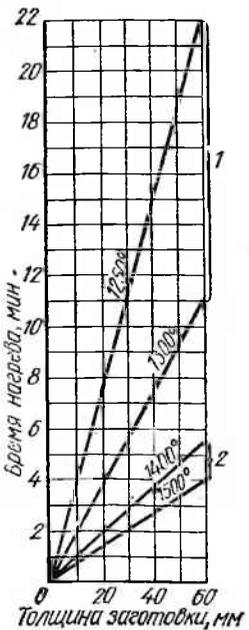


Рис. 20. Продолжительность нагрева стальных заготовок различной толщины до температуры 1200°С в зависимости от температуры рабочего пространства печи:
1 — обычный нагрев в печах с температурой 1250—1300°С; 2 — скоростной нагрев в печах с температурой 1400—1500°С

ние первого этапа нагрева. Слиток оказывается медленно прогретым до температуры высокой пластичности металла.

Далее в интервале времени τ_4 температуру печи быстро поднимают до температуры t_3 (вторая ступень нагрева). Скорость подъема температуры в печи и слитка в этот период выше, чем в интервале времени τ_2 , что иллюстрируется большим углом наклона прямой к горизонтальной оси $\text{tg } \alpha_2 > \text{tg } \alpha_1$.

Третьим этапом режима нагрева является выдержка в интервале времени τ_5 , в процессе которой температура поверхности и сердцевины слитка практически выравнивается. Время $\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5$ составляет общую продолжительность нагрева слитка.

Такая разница объясняется резким возрастанием интенсивности теплопередачи от стенок печи и раскаленных газов нагреваемому металлу.

Продолжительность нагрева непосредственно связана с размером заготовки. Чем больше сечение заготовки, тем большее время требуется на ее нагрев. Кроме того, крупные заготовки требуют ступенчатого нагрева. Форма заготовки также оказывает влияние на продолжительность нагрева. При равных объемах круглая заготовка нагревается быстрее квадратной или прямоугольной, так как поверхность, воспринимающая тепло, у нее больше.

Важное значение имеет также способ размещения заготовок на поду печи. Если заготовки расположены плотно одна к другой, то раскаленные печные газы плохо проникают между ними и продолжительность нагрева увеличивается. Влияние способа укладки (размещения) заготовок при определении продолжительности нагрева учитывают поправочным коэффициентом α (рис. 21). Нагреву одной круглой заготовки соответствует коэффициент $\alpha=1$. Круглые заготовки, уложенные плотно друг к другу, требуют в два раза большего времени нагрева ($\alpha=2$), тесно уложенные квадратные заготовки нагреваются в четыре раза медленнее ($\alpha=4$).

Для ориентировочного нахождения продолжительности нагрева стальных заготовок сечением свыше 100 мм пользуются формулой Н. Н. Доброхотова

$$\tau = \alpha k d \sqrt{d},$$

где τ — полная продолжительность нагрева, ч; d — диаметр или сторона квадрата заготовки, м; k — коэффициент, зависящий от марки стали, для углеродистых и низколегированных сталей $k=10$, для высокоуглеродистых и высоколегированных сталей $k=20$; α — коэффициент, учитывающий способ укладки заготовок (см. рис. 21).

Пример. Определить время (продолжительность) нагрева круглых заготовок диаметром 160 мм из стали 35. Расположение заготовок на поду — с зазором 0,5 диаметра.

Расположение заготовок	Коэффициент α	Расположение заготовок	Коэффициент α
	1		1
	1		1,4
	2		4
	1,4		2,2
	1,3		2

Рис. 21. Влияние способа размещения заготовок на поду печи на продолжительность нагрева (коэффициент α)

Для углеродистой стали принимаем $k=10$, а коэффициент укладки согласно рис. 21 $\alpha=1,4$. Тогда время нагрева составит

$$\tau = akd\sqrt{d} = 1,4 \cdot 10 \cdot 0,16\sqrt{0,16} = 0,9 \text{ ч (54 мин)}.$$

При определении времени нагрева высокоуглеродистых и высоколегированных сталей учитывают ступенчатый режим нагрева. Например, продолжительность отдельных этапов двуступенчатого нагрева τ_1 и τ_2 определяют с помощью разбивки коэффициента k на две части: при медленном нагреве до 850°C (первый этап нагрева) $k_1=13,3$; при нагреве до конечной температуры (второй этап) $k_2=6,7$. В этом случае

$$\tau_1 = \alpha \cdot 13,3d\sqrt{d}; \quad \tau_2 = \alpha \cdot 6,7d\sqrt{d}.$$

Скорость индукционного нагрева стальных заготовок токами высокой частоты (ТВЧ) значительно выше, чем в печах обычного и даже скоростного нагрева. Так, например, время нагрева стальной заготовки диаметром 60 мм до температуры 1250°C при частоте тока 2400 Гц составляет всего 1,5 мин, в то время как при обычном нагреве требуется 11—22 мин, а при скоростном пламенном 4—5,5 мин (см. рис. 20).

Время электроконтактного нагрева приблизительно соответствует времени индукционного. Нагрев в расплавах солей, стекла происходит несколько медленнее.

К недостаткам индукционного нагрева ТВЧ относится значительная неравномерность температуры по толщине нагреваемой заготовки ($100\text{—}150^\circ\text{C}$), что затрудняет эффективное применение способа для нагрева специальных сталей и сплавов с узким температурным интервалом штамповки. В индукторах трудно нагревать фасонную заготовку. Электроконтактным нагревом целесообразно пользоваться при нагреве заготовок большой длины. Нагрев в расплавах обеспечивает равномерный прогрев заготовки по сечению.

Для согласованной работы печи и кузнечно-штамповочного оборудования количество заготовок, одновременно находящихся в печи, должно быть связано с производительностью молота или пресса зависимостью

$$N = \frac{\tau \cdot n}{60},$$

где N — число одновременно нагреваемых заготовок; n — производительность оборудования, шт./ч; τ — время нагрева одной заготовки, мин. Если в печь заложить большее количество заготовок, то часть заготовок окажется перегретой, что может привести к браку поковок.

§ 4. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕТОГО МЕТАЛЛА

Чтобы нагреть металл до требуемой температуры, не допустив перегрева или пережога металла, тщательно контролируют температуру рабочего пространства печи и заготовок.

Опытные нагревальщики определяют температуру нагретого металла на глаз по цвету каления, опасаясь не более чем на $50\text{—}60^\circ\text{C}$. Для более точного контроля температуры используют различные приборы, из которых широко применяют пирометры. Различают термоэлектрические пирометры и пирометры излучения.

Принцип действия термоэлектрического пирометра состоит в следующем. При нагревании стыка двух сваренных между собой проволочек из разных металлов в цепи, образованной этими проволочками, возникает электрический ток, улавливаемый чувствительным прибором — милливольтметром. Чем больше нагрев спая, тем больше ток и отклонение стрелки прибора. Термоэлектрический пирометр состоит из термопары (две сваренные между собой разнородные металлические проволочки) и подключенного к ней милливольтметра (рис. 22). Свариваемый конец 1 термопары называют горячим спаем, несвариваемый конец 2 — холодным спаем.

Термопары к пирометрам изготавливают из различных металлов в зависимости от температуры измерения. Широко применяемые термопары приведены в табл. 3.

Термоэлектрические пирометры применяют для измерения температуры рабочего пространства печи. Термопару встраивают в стенку или свод печи. В качестве измерительного прибора используют милливольтметры (показывающие и записывающие) и потенциометры. В современных кузнечных цехах больше применяют электронные потенциометры типа ЭПД, используемые для контроля и автоматического регулирования температуры с точностью $\pm 5^\circ\text{C}$. Температура в потенциометрах типа ЭПД записывается на дисковой диаграмме диаметром 300 мм. Время полного оборота диска — 24 ч.

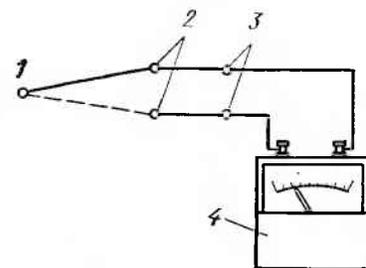


Рис. 22. Схема термопары: 1 — горячий спай, 2 — холодный спай, 3 — медные провода, 4 — милливольтметр

3. Термопары и максимальные температуры измерения

Термопара	Максимальная температура измерения, °С		Примечание
	кратковременные замеры	длительные измерения	
Хромель-копелевая	800	600	Первой указана проволока, дающая положительный полюс
Хромель-алюмелевая	1100	1000	
Платина-платинородиевая	1600	1300	

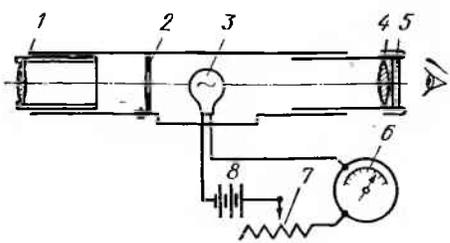


Рис. 23. Схема оптического пирометра: 1 — объектив, 2 — матовое стекло, 3 — электrolампочка, 4 — окуляр, 5 — красный светофильтр, 6 — миллиамперметр, 7 — реостат, 8 — батарея для питания лампочки

Пирометры излучения подразделяются на оптические, радиационные и фотоэлектрические. Работа оптического пирометра основана на принципе сравнения яркости свечения нагретого металла и нити лампочки, температура накаливания которой известна.

Схема оптического пирометра показана на рис. 23. Пирометр представляет собой зрительную трубку, имеющую объектив 1, матовое стекло 2, окуляр 4, красный свето-

фильтр 5, электrolампочку 3, питаемую от батареи 8, реостат 7 для регулирования накала лампочки и миллиамперметр 6, шкала которого градуирована на температуру в °С.

Оптическим пирометром пользуются так. Сначала, приложив глаз к окуляру, вращением тубуса окуляра получают резкое изображение нити лампочки. Затем пирометр наводят на заготовки в печи и перемещением трубки объектива 1 добиваются четкой видимости заготовок. Далее, удерживая трубку пирометра направленной на заготовки, реостатом меняют накал нити лампочки до тех пор, пока нить не станет невидимой на фоне заготовки. В этот момент стрелка прибора покажет температуру нагрева металла. Такой пирометр часто называют пирометром с исчезающей нитью.

Оптические пирометры являются переносными приборами. Точность измерения температуры оптическими пирометрами ниже, чем термоэлектрическими. Это объясняется тем, что пирометр контролирует температуру поверхности металла. Предельная температура измерения оптическим пирометром — 2000°С.

Радиационный пирометр (ардометр) отличается от оптического тем, что вместо лампочки имеется чувствительный термоэлемент 3 (рис. 24), состоящий из нескольких последовательно соединенных миниатюрных термопар, спаи которых смонтированы на зачерненной пластинке из платиновой фольги.

Ардометр устанавливают и настраивают, пользуясь окуляром 5 и светофильтром 4. При правильной настройке пиро-

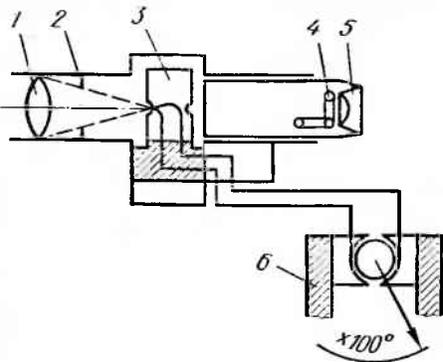


Рис. 24. Схема радиационного пирометра: 1 — объектив, 2 — диафрагма, 3 — термоэлемент, 4 — дымчатый фильтр, 5 — окуляр, 6 — милливольтметр

метра тепловые лучи от нагретой заготовки собираются объективом 1 и при помощи диафрагмы 2 концентрируются на платиновой пластинке. Возникающий электрический ток улавливается милливольтметром 6, показывающим температуру металла. Преимуществом радиационных пирометров является малая инерционность, т. е. прибор быстро реагирует на изменение температуры заготовки.

Фотоэлектрический пирометр (миллископ) — безынерционный прибор для быстрого и точного ($\pm 5^\circ\text{C}$) измерения температуры нагрева металла. Прибор, как и оптический пирометр, основан на сравнении излучения нагретого металла и эталона. Разница заключается в том, что сравнение производится не на глаз, а при помощи фотоэлемента, преобразующего световую энергию в электрическую. Миллископ применяют для контроля и автоматического регулирования температуры при индукционном нагреве заготовок.

§ 5. ВИДЫ БРАКА ПРИ НАГРЕВЕ МЕТАЛЛА

К числу нежелательных явлений, которые могут происходить при нагреве металла, относятся недогрев, перегрев, пережог, значительный угар и обезуглероживание металла, а также термические трещины.

Недогрев. При заниженной температуре нагрева металла или недостаточном времени выдержки заготовки при заданной температуре металл не успевает прогреться по всему сечению, т. е. сердцевина заготовки будет иметь пониженную по сравнению с поверхностью пластичность. Иногда заготовки оказываются недогретыми с какой-нибудь одной стороны, что является следствием неправильной их укладки на под печи, неотрегулированной работы форсунок или горелок и т. д.

При ковке и штамповке в недогретых или неравномерно прогретых по сечению крупных заготовках и слитках появляются большие внутренние напряжения, которые могут привести к образованию разрывов в осевой зоне металла. Такие трещины часто имеют форму креста (рис. 25, а) или полости (рис. 25, б). Частичный недогрев заготовки может привести при последующей штамповке к браку по незаполнению ручья, т. е. поковка получается недооформленной и из нее нельзя получить годную деталь.

Чрезмерно быстрый нагрев высоколегированных сталей и крупных заготовок может вызвать значительные термические напряжения. Если ве-

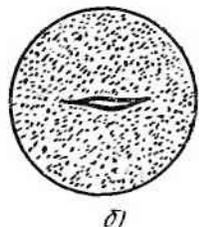
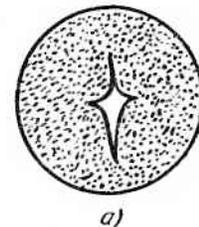


Рис. 25. Внутренние трещины в крупных заготовках из легированной стали: а — в форме креста, б — в форме полости

личина их превосходит предел прочности стали, то в металле появляются термические трещины.

Перегрев. При нагреве стали до температуры, превышающей верхнюю границу температурного интервала штамповки, или при слишком большой выдержке заготовки в печи наблюдается перегрев металла. В процессе последующей обработки давлением крупнокристаллическая структура металла полностью не устраняется, что снижает механические свойства детали. Сильно перегретый металл имеет низкую пластичность, что может вызвать разрушение заготовки при деформировании.

Перегрев нельзя обнаружить по внешнему виду заготовки. Для определения перегрева прибегают к металлографическому анализу, показывающему крупнокристаллическое строение металла. Перегрев можно исправить термической обработкой — отжигом или нормализацией.

Пережог, являющийся неисправимым браком, часто имеет место при загрузке заготовок в печь навалом или большими партиями без учета производительности кузнечно-штамповочного оборудования.

Окалинообразование является результатом химического соединения металла с кислородом воздуха при высокой температуре. Основной частью окалины являются окислы железа. Вначале окисление железа происходит по реакции $2Fe + O_2 = 2FeO$, затем образуются также окислы Fe_3O_4 и Fe_2O_3 .

Скорость образования окалины зависит от состава и температуры печных газов, температуры металла, времени нагрева, химического состава металла. Интенсивное окалинообразование начинается с $700—750^\circ C$. При дальнейшем повышении температуры окисление металла и образование окалины увеличивается. Легированные стали менее склонны к окислению, так как тонкий и прочный слой образующейся окалины препятствует окислению металла. Окалина на низкоуглеродистых сталях рыхлая, легко разрушается и быстро образуется вновь.

Образование окалины называют угаром металла, так как окалина является отходом производства. Величина угара при нагреве в пламенных мазутных и газовых печах составляет до 2,5—3,0% от массы заготовки. При нагреве 1 т металла образуется 25—30 кг окалины.

Окалинообразование снижает эффективность кузнечно-штамповочного производства не только из-за расхода металла. Образование окалины уменьшает производительность работы кузнеца, так как для очистки от нее заготовки требуются затраты труда. Если окалину оставить на заготовке, то при штамповке она вдавливаясь в тело поковки, что может привести к браку, затрудняет течение металла, резко снижает стойкость штампов.

Поэтому предусматривают меры, направленные на снижение окалинообразования. Для уменьшения угара строго соблюдают режимы нагрева, не допуская большого избытка воздуха в печи, попадания воздуха в рабочее пространство через окна, щели и дру-

гие неплотности печи, создавая на поду печи небольшое положительное давление.

Уменьшения образования окалины достигают также скоростным нагревом металла, когда температура печи приблизительно на $200—350^\circ C$ выше температуры нагрева металла (см. рис. 20). Угар снижается почти в 3 раза. Достигают еще большего уменьшения окалинообразования и даже практически полностью устраняют угар, применяя средства малоокислительного и безокислительного нагрева. К ним относятся электронагрев (угар до 1%), нагрев в печах с восстановительной и защитной атмосферой, в расплавах солей или стекла, нагрев заготовок, предварительно покрытых специальными обмазками, защищающими металл от окисления.

Обезуглероживание заключается в выгорании углерода в поверхностном слое заготовки при нагреве. При уменьшении содержания углерода прочность и твердость стали снижаются, ухудшается ее способность к закаливанию. Интенсивное обезуглероживание происходит в пламенных печах, особенно при окислительном пламени.

Глубина обезуглероженного слоя может достигать 2—4 мм. Поэтому обезуглероживание опасно для мелких поковок, которые после механической обработки подвергаются закалке.

Для уменьшения обезуглероживания не допускают нагрева заготовок окислительным пламенем и касания пламенем металла. Скоростной и безокислительный нагрев практически устраняют выгорание углерода.

Контрольные вопросы

1. С какой целью заготовки нагревают перед ковкой и штамповкой?
2. Перечислите основные виды нагрева заготовок в кузнечных цехах.
3. Что такое теплотворная способность топлива?
4. В чем заключается процесс горения топлива?
5. Какое давление газов в печи называют положительным и какое отрицательным?
6. Как передается теплота нагреваемой заготовке при нагреве в пламенной печи?
7. Чем определяются границы температурного интервала горячей штамповки?
8. Что понимается под скоростью нагрева металла?
9. Расскажите о влиянии способа укладки заготовок на поду печи на продолжительность нагрева.
10. Какие факторы, влияющие на продолжительность нагрева, учитывает формула Н. Н. Доброхотова?
11. Какие пирометры излучения вы знаете? На каком принципе основано их действие?
12. Перечислите виды брака, который может возникать при нагреве металла.

§ 1. ПЛАМЕННЫЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПЕЧИ

Камерные печи — наиболее распространенный вид печного оборудования, они достаточно универсальны и просты в обслуживании. Камерные печи изготавливаются с площадью пода до 2—3 м². Этот вид печей характеризуется тем, что температура одинакова по всей площади пода. В зависимости от вида топлива печи могут быть угольными, мазутными, газовыми и электрическими.

По способу механизации загрузки и выгрузки заготовок камерные печи разделяют на печи с выкатным подом, с вращающимся подом и т. д., по размерам и профилю нагреваемых заготовок — на стационарные, переносные, щелевые, очковые, шахтные и др.

Камерная печь состоит из металлического каркаса, кладки и необходимой арматуры и фурнитуры, обеспечивающих работу печи.

Каркас печи (рис. 26) монтируется из вертикальных стоек углового или швеллерного стального проката, соединенных между собой горизонтальными балками из металла такого же профиля при помощи болтов или сваркой, что все вместе образует жесткую рамную конструкцию.

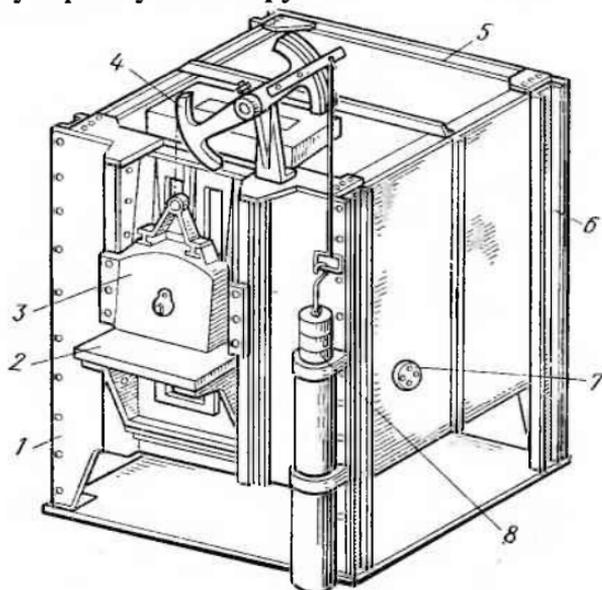


Рис. 26. Камерная печь:

1 — облицовочные рамы, 2 — рабочий стол, 3 — заслонка, 4 — подъемный механизм, 5, 6 — соединительные балки, 7 — плита для крепления форсунок, 8 — груз, уравнивающий заслонку

С внутренней части каркаса приваривается листовая сталь толщиной от 3 до 5—6 мм, составляющая стенки и под каркаса. К стенкам и подовой части прикрепляется листовая асбест, а затем выполняется футеровка печи, как правило, огнеупорным шамотным кирпичом.

Кладка (футеровка) печи состоит из стенок 7 (рис. 27), пода 1 и свода 6 печи, вместе образующих полужакрытое пространство, сообщающееся с внешней средой окном загрузки-выгрузки 3 заготовок.

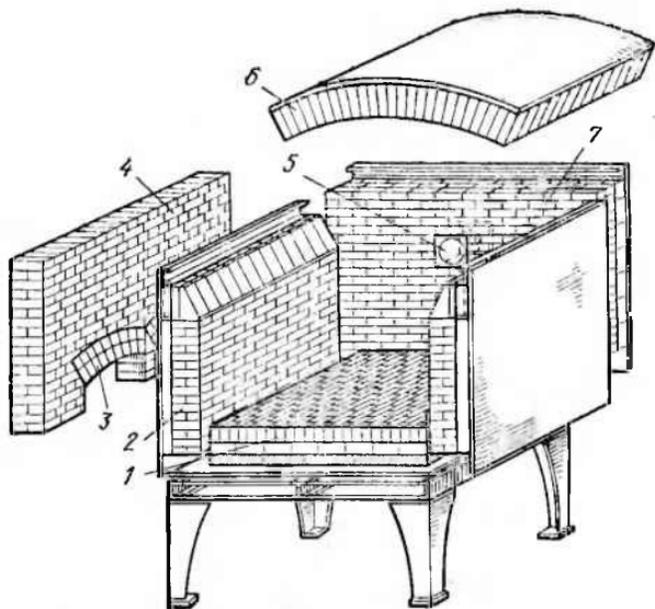


Рис. 27. Рабочее пространство камерной печи:
 1 — под, 2 — боковая стенка, 3 — окно для загрузки
 и выгрузки заготовок, 4 — передняя стенка, 5 — от-
 верстие для крепления форсунок, 6 — свод, 7 — зад-
 няя стенка

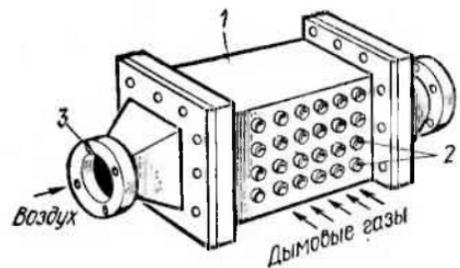


Рис. 28. Трубчатый рекуператор
 (термоблок)

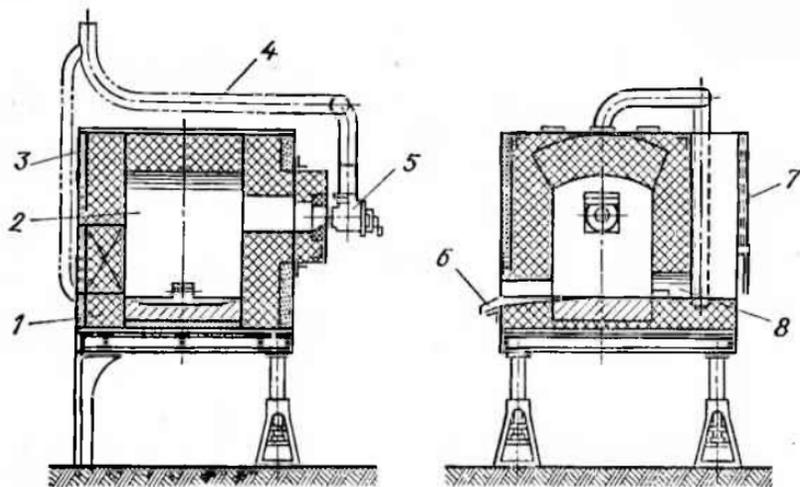


Рис. 29. Переносная камерная печь, работающая на мазуте

Стенки печи футеруют шамотным кирпичом, под — высокопрочным тальковым или хромо-магнетитовым кирпичом, свод — тальковым кирпичом.

Свод выкладывается из фасонных огнеупорных, тщательно пригнанных кирпичей и имеет обязательно арочную форму, стенки имеют отверстия 5, называемые фурмами, где монтируются форсунки, а также дымоходы, загрузочные окна 3, также перекрытые сводами-арками.

Дымоходы служат для отвода отработанных газов из рабочего пространства печи в боры и дымовую трубу или под зонт над печью.

Для повышения к.п.д. печи (с целью повышения температуры горения топлива) воздух, подаваемый в печь, подогревается в теплообменных аппаратах — рекуператорах различных конструкций.

На рис. 28 показан рекуператор — термоблок, который представляет собой чугунную отливку 1 со вставленными в нее стальными трубами 2, по которым протекают дымовые газы. Воздух поступает через фланец 3 и попадает в стальные трубки, пересекающиеся с трубками, по которым идут дымовые газы. Горячие дымовые газы нагревают воздух и следуют в дымоход, а воздух, подогретый до 350—450° С, подается к форсункам.

На рис. 29 показано устройство небольшой переносной камерной печи, работающей на мазуте.

Внутренняя часть 1 печи, опирающаяся на каркас 3, выложена огнеупорным кирпичом. Мазут подается в рабочую камеру 2 форсункой 5, установленной в боковой стенке печи. В нижней части печи имеется отверстие 6 (шлаковница), служащее для выпуска шлака.

В начале смены несколько заготовок загружают в печь одновременно через окно 8. По мере нагрева заготовки подают на ковку, а взамен их укладывают новые, создавая таким образом постоянный процесс нагрева и выдачи заготовок с одинаковым временем пребывания их в печи. Для защиты нагревальщика от теплоизлучения над загрузочным окном печи имеется экран 7 или водяная (воздушная) завеса.

Продукты сгорания отводятся естественной тягой. Подогретый воздух поступает в форсунку по трубопроводу 4. Температура рабочего пространства печи составляет 1250—1350° С.

Камерные печи применяют в мелкосерийном и единичном производстве для нагрева мелких и средних по размерам и массе заготовок, а также в крупносерийном, в том случае, когда нельзя применить полуметодические печи. Камерные печи, в зависимости от технологических требований, строятся также в двухкамерном исполнении с самостоятельным обслуживанием каждой камеры.

Для нагрева заготовок к горизонтально-ковочным машинам, к штамповочным молотам и некоторым другим видам оборудования, на котором обрабатывают длинные прутковые заготовки, применяют камерные щелевые нагревательные печи.

Печи характеризуются удельной производительностью, которая определяется съемом нагретого металла в кг с 1 м² пода печи за 1 ч. Эта величина для современных печей составляет 200—500 кг/м²·ч.

На рис. 30 показана щелевая печь серии НЩО. Число форсунок (горелок) в печи обычно составляет одну четвертую часть длины (Б) печи в дециметрах, или Б : 4.

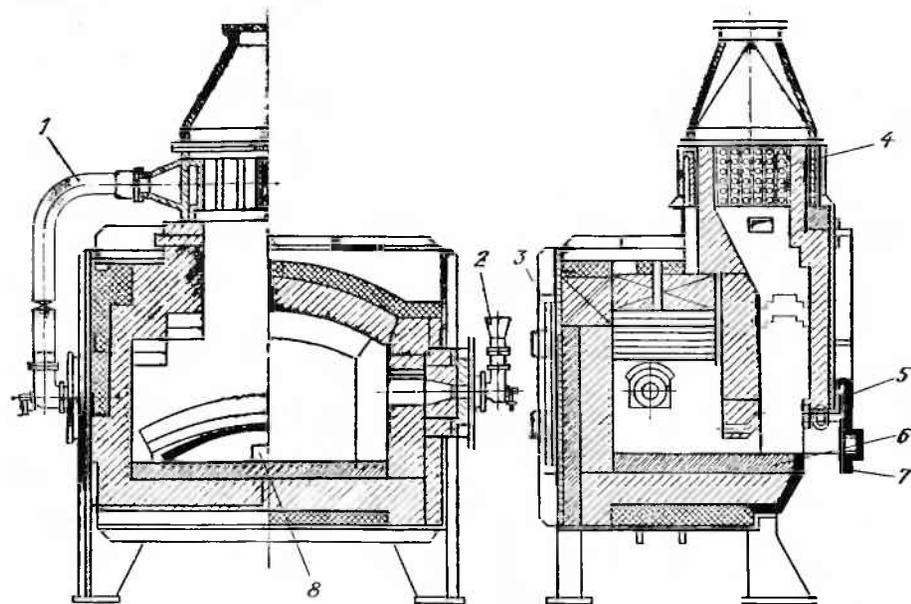


Рис. 30. Щелевая печь типа НЩО

Расход топлива при нагреве легированных сталей: мазута 225—250 кг/т, природного газа 275—300 м³/т. При нагреве углеродистых и низколегированных сталей расход топлива уменьшается.

Печь снабжена рекуператором 4 для подгрева воздуха, при этом площадь его нагрева составляет 5 м² на каждый квадратный метр площади пода печи. Подогретый в рекуператоре 4 воздух подается в форсунки 2 по трубопроводу 1. Защитный экран 7 и водяная или воздушная завеса 5 предохраняет рабочего от теплоизлучения.

При загрузке заготовки сначала укладываются на порог 6. Для ремонтных целей служит дополнительное окно 3. Шлак удаляют через отверстие 8.

В методических и полуметодических печах, в отличие от камерных, заготовки нагреваются постепенно по зонам (методически) последовательным перемещением их из менее нагретых в более нагретые зоны рабочего пространства печи по мере необходимого нагрева.

В методической печи температура рабочего пространства по ее длине различна. Там, где сгорает топливо, температура самая высокая, а чем ближе к загрузочному окну, тем она ниже. Поэтому методические печи всегда имеют удлиненную форму и разделяются на две зоны: подогревательную и окончательного нагрева. Бывают и трехзонные печи.

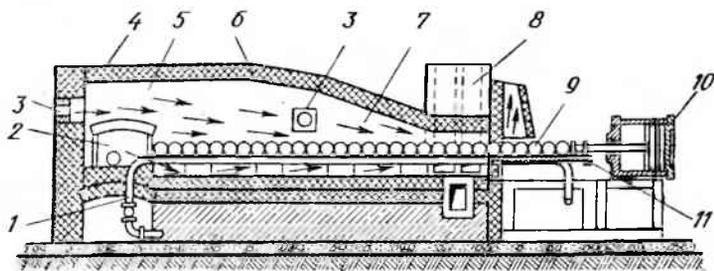


Рис. 31. Полуметодическая печь

Отличие методических от полуметодических печей заключается в величине соотношения полезной ширины пода к его длине (у методических печей оно 1 : 6, а у полуметодических 1 : 4).

На рис. 31 показана полуметодическая печь для нагрева заготовок до 1250—1300°С.

Каркас 4 печи изготовлен из металлических рам (угловой или швеллерной стали), скрепленных стяжными болтами, с приваренными стальными листами, образующими стенки и основание пода печи, выложенные огнеупорным кирпичом 6 с прокладкой асбестом для уменьшения тепловых потерь и теплоизлучения во внешнюю среду.

Рабочее пространство печи состоит из двух зон: подогревательной камеры (участка) 7 и участка 5 окончательного нагрева металла. Заготовки 9 укладываются на рабочий стол 11 и при помощи пневматического толкателя 10 проталкиваются в печь навстречу горячему потоку газов по направляющим из толстостенных труб 1, которые непрерывно охлаждаются проточной холодной водой с целью предохранения их от прогара.

В камере предварительного нагрева заготовки нагреваются до температуры 750—850°С и по мере подогрева проталкиваются в глубь печи к разгрузочному окну 2. В камере 5 окончательного нагрева (более высокая часть печи) заготовки нагреваются до ковочной температуры и выдаются для дальнейшей обработки через разгрузочное окно 2.

Для облегчения труда нагревальщика печь снабжена металлическим склизом, по которому заготовки скатываются на приемное устройство, откуда перемещаются непосредственно к ковочно-штамповочному оборудованию.

Для уменьшения тепловых потерь и защиты нагревальщика от теплового излучения разгрузочное окно снабжено предохранительным щитком, изготовленным из стальной рамки и толстого слоя спрессованного листового асбеста.

Горелки 3 установлены как по боковым стенкам печи, так и в торцовой ее части. Печь работает на природном газе. Направляющие трубы прокладываются не на всем участке движения заготовок и в конце своего перемещения заготовки передвигаются уже непосредственно по кирпичному поду с целью более равномерного нагрева и исключения непрогретых мест (пятен) в месте касания заготовок с холодными направляющими (трубами).

Продукты горения (дымовые газы) отводятся из печи через дымоход 8 и по щели, расположенной между передней стенкой печи и колпаком.

Для подогрева воздуха пламенные печи снабжаются рекуператорами.

К преимуществам методических печей следует отнести высокий к.п.д. вследствие более полного использования теплоты уходящих дымовых газов для подогрева металла.

Методические печи бывают двух- и трехзонными. В двухзонных печах блюмы после подогрева в методической зоне поступают в сварочную (окончательную) зону, в которой и нагреваются до заданной температуры.

Если в сварочной, т. е. в последней, зоне поддерживать высокую температуру, то возможны перегрев и даже пережог поверхности заготовки и недогрев сердцевины. Поэтому применяют трехзонные печи, где заготовка проходит три стадии нагрева: методическую, сварочную и выдержки.

В зоне выдержки, на третьей стадии нагрева, температура печи на 25—50°С выше температуры поверхности нагреваемого металла, в результате чего температура по сечению заготовки или слитка выравнивается.

В сварочной зоне поддерживается температура до 1400°С и обеспечивается быстрый нагрев заготовок.

Принципиальная схема конструкции методической печи похожа на схему полуметодической.

§ 2. ПЕЧИ ДЛЯ БЕЗОКИСЛИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА

Безоxygenный нагрев заготовок под обработку давлением осуществляется тремя способами: в атмосфере продуктов неполного сгорания высококалорийных газов; в контролируемых атмосферах; в жидких средах. Для горячей штамповки третий способ применяется при нагреве высоколегированных сталей.

Получение нагретых заготовок без окалины зависит не только от состава контролируемой атмосферы, но и от его постоянства в процессе нагрева, а это зависит от конструкции печей, которые должны удовлетворять следующим требованиям:

герметичность для поддержания избыточного давления в рабочей пространстве, без чего нельзя обеспечить постоянный состав печной атмосферы, избежать потерь защитного газа, а также избежать несчастные случаи;

отсутствие элементов (водяной пар, кислород, двуокись углерода), которые могут изменять состав контролируемой атмосферы или разрушать ее под их воздействием;

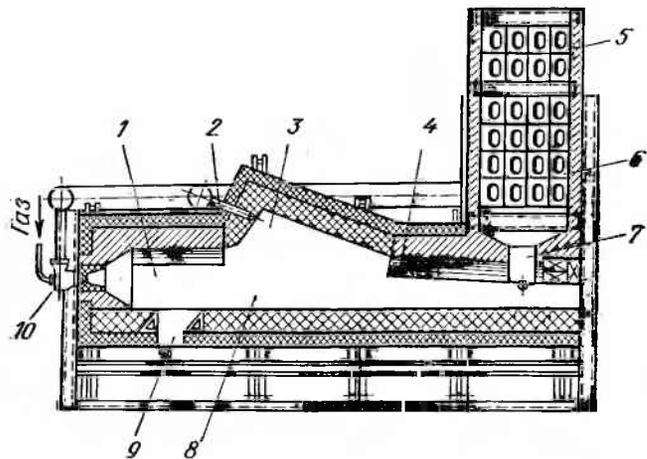


Рис. 32. Полу-методическая печь с дожиганием продуктов неполного сгорания:

1 — зона окончательного нагрева, 2 — фурма для подачи горячего воздуха, 3 — сварочная зона, 4 — методическая зона, 5, 6 — рекуператоры, 7 — щель для отбора продуктов сгорания, 8 — желобчатый свод, 9 — окно для выдачи нагретых заготовок, 10 — горелка

Температура нагрева металла 1200—1250°С. В рабочей зоне поддерживается температура 1270—1300°С, а в зоне дожигания достигает 1400—1450°С. Угар металла не превышает 0,15—0,5% по массе. Эти печи применяют в крупносерийном и массовом производстве.

Наиболее эффективным безокислительным нагревом является способ создания газовой завесы над металлом в печи. Эта завеса окутывает нагреваемые заготовки продуктами неполного сгорания газообразного топлива. Схема газовой завесы на большой методической печи с торцевой выдачей заготовок показана на рис. 33.

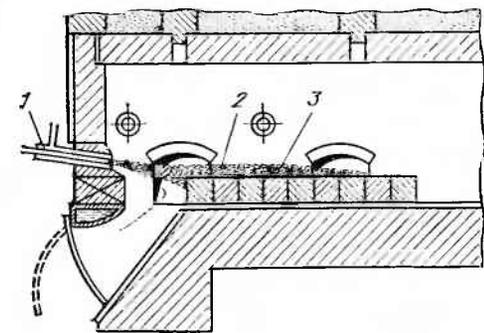


Рис. 33. Схема газовой завесы на большой методической печи

Газовая завеса 2 образуется струями газа, вытекающими из семи сплюснутых и охлаждаемых водой сопел горелки 1, направленных под небольшим углом к поверхности нагреваемых заготовок 3. Защитный газ смешивается затем с подсосанным воздухом или с воздухом, поданным через горелки в избыточном количестве, и сгорает.

Этот способ применяют в методических печах, работающих с торцевой выдачей нагретых заготовок, так как в этом случае всегда имеется подсос воздуха через окно выдачи.

На рис. 34 показана камерная безокислительная печь с излучающим подом. Природный газ сжигается в рабочей камере 1 с недостатком воздуха (коэффициент расхода воздуха 0,5) при

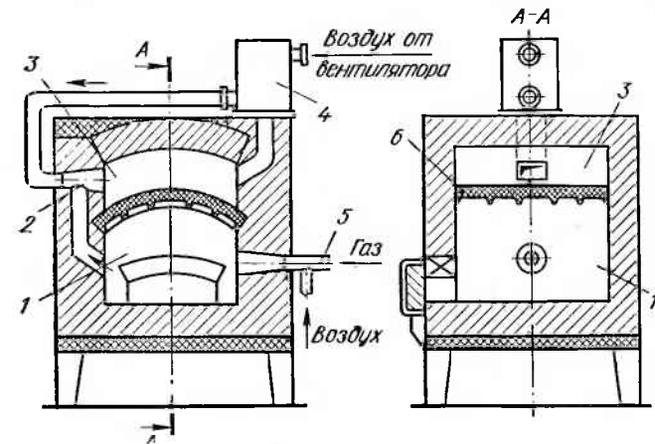


Рис. 34. Камерная безокислительная печь с излучающим подом

надежная защита контролируемой атмосферы от попадания в нее продуктов сгорания топлива, воздуха из атмосферы и влаги с нагреваемыми заготовками.

Печи малоокислительного нагрева снижают угар металла до 0,15—0,3%, т. е. в 5—10 раз по сравнению с угаром в обычных печах.

На рис. 32 показана полуметодическая печь с дожиганием продуктов неполного сгорания непосредственно в рабочей зоне. Безокислительная атмосфера в рабочей зоне печи создается сжиганием природного газа с коэффициентом расхода воздуха $\alpha=0,5$. В этом случае в печной атмосфере остается значительное количество несгоревшей окиси углерода и водорода, которые препятствуют окислению и обезуглероживанию поверхностей нагреваемых заготовок. Для этой цели с торца печи установлены две горелки низкого давления.

Нормальная работа такой печи возможна при условии правильного выбора и расчета движения потоков газов и угла наклона свода сварочной зоны. Проталкивание заготовок через печь и выдача их из печи для штамповки осуществляются пневматическим толкателем.

Первичный воздух подогревается в двух рекуператорах до 650—700°С, а вторичный воздух — до 300—350°С.

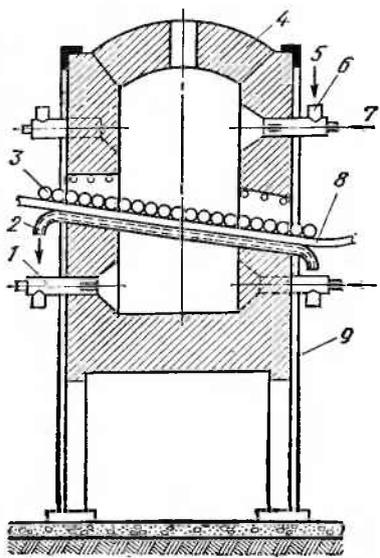


Рис. 35. Печь для скоростного нагрева цилиндрических заготовок

помощи горелки *б*, в результате продукты сгорания состоят из окисляющих и неокисляющих восстановительных газов. Если соотношение окиси углерода к двуокиси $\text{CO}:\text{CO}_2 \geq 3$, а водорода к водяным парам $\text{H}:\text{H}_2\text{O} \geq 1,3$, то окисление металла прекращается.

Для сгорания природного газа при таком большом недостатке воздуха необходимо последний подогревать до $600\text{--}800^\circ\text{C}$ или применять дутье, обогащенное кислородом. Продукты неполного сгорания направляются в камеру *3* дожигания. Через сопло *2* подается воздух, нагретый до высокой температуры в рекуператоре *4*.

Температура в камере *3* поднимается до $1300\text{--}1400^\circ\text{C}$. Теплота из этой камеры передается излучением через тонкий карборундовый свод *б* в рабочую камеру *1*. Заготовки, загруженные на под камеры *1*, нагреваются в основном излучением свода, а от окисления их предохраняют продукты неполного сгорания камеры *2*.

Печи скоростного нагрева. При скоростном нагреве повышаются производительность и к.п.д. печи, уменьшаются потери теплоты в окружающую атмосферу и угар металла, связанный с окислением поверхности заготовок. Скоростной нагрев применяют для заготовок толщиной или диаметром не более 100 мм, в которых резкие температурные перепады не вызывают образования трещин. При скоростном нагреве поверхности массивных заготовок быстро нагреваются, поэтому для снижения температур заготовки выдерживают в специальной камере, несколько усложняющей конструкцию печи.

На рис. 35 показана печь для скоростного нагрева цилиндрических заготовок диаметром до 100 мм. Каркас печи *9* выполнен из листовой стали и футеровки *4* из огнеупорного шамотного кирпича. Печь нагревается сжиганием природного газа. Газ подается четырьмя горелками *1, б*, расположенными сверху и снизу от нагреваемых заготовок *3*, по трубам *7*. Заготовки в печи от окна загрузки до окна выдачи перемещаются по металлическим трубам *2*, охлаждаемым водой, и по салазкам *8* (стальные прутки).

Для получения высокой температуры в нагревательной камере — $1400\text{--}1500^\circ\text{C}$ и использования тепла отходящих газов печь оборудована рекуператорами, установленными над дымоходом. Горячий воздух подается в печь по трубам *5*.

Для получения высокой температуры в нагревательной камере — $1400\text{--}1500^\circ\text{C}$ и использования тепла отходящих газов печь оборудована рекуператорами, установленными над дымоходом. Горячий воздух подается в печь по трубам *5*.

Для получения высокой температуры в нагревательной камере — $1400\text{--}1500^\circ\text{C}$ и использования тепла отходящих газов печь оборудована рекуператорами, установленными над дымоходом. Горячий воздух подается в печь по трубам *5*.

Применяют несколько видов электрического нагрева заготовок: в электрических печах сопротивления, в электролите, электроконтактный и индукционный. Для нагрева заготовок под штамповку широко применяют электроконтактный и индукционный нагрев, из них последний — наиболее широко.

Сущность электроконтактного нагрева заключается в использовании тепла, выделяющегося при протекании электрического тока непосредственно по заготовке. Тепловую энергию, выделяемую в заготовке, независимо от рода (постоянный, переменный) протекающего тока определяют по закону Джоуля — Ленца:

$$Q = 0,24 I^2 R t,$$

где Q — количество теплоты в ккал; 0,24 — тепловой эквивалент энергии, равный количеству теплоты, которая выделяется в проводнике сопротивлением в 1 Ом при протекании тока силой 1 А в течение 1 с; I — сила тока в А; R — электрическое сопротивление заготовки в Ом; t — время в с.

При неизменном значении подводимого напряжения сила тока I , а следовательно, и количество теплоты, выделяемой в единицу времени, определяется величиной сопротивления проводника, в данном случае сопротивлением нагреваемой заготовки.

Схемы электроконтактного нагрева показаны на рис. 36, а, б. Зажатая токоподводящими контактами *1* заготовка *2* подключается к источнику электроэнергии, в этом случае протекающий по цепи ток будет определяться величиной подводимого напряжения и общим сопротивлением вторичной цепи, т. е. сопротивлением заготовки, зажимных контактов и подводящих проводов. Как видно из рис. 36, ток подводится к зажимным контактам с двух сторон, для чего используются гибкие перемычки.

Для питания электроконтактных нагревательных установок используют источники постоянного и переменного тока. Однако, вследствие сравнительно малых сопротивлений заготовок, электроконтактный нагрев происходит при больших значениях силы тока и низких напряжениях (не более 20 В). Это обстоятельство, а также трудности регулирования напряжения постоянного тока обусловили преимущественное применение для электроконтактного нагрева переменного тока промышленной частоты (50 Гц).

В кузнечном производстве применяют встроенные устройства электроконтактного нагрева (в электро-

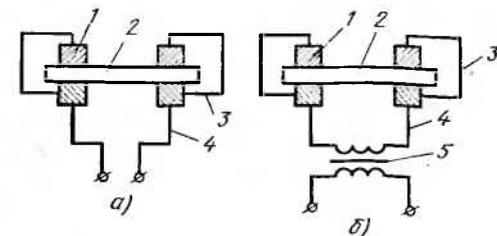


Рис. 36. Схемы электроконтактного нагрева при питании:

а — непосредственном, б — через трансформатор; 1 — зажимные контакты, 2 — заготовка, 3 — перемычка, 4 — токопроводы, 5 — трансформатор

высадочных машинах) (см. гл. V), отдельные устройства для нагрева штучных заготовок в мелкосерийном производстве, а также в автоматах для полугорячей объемной штамповки.

Наиболее широко применяют установки Горьковского автозавода серии К (К8, К11, К13, К16, К17 и др.).

На рис. 37 показана электроконтактная нагревательная установка К16, имеющая вертикальные зажимные головки 1, одна из которых обычно выполняется подвижной и устанавливается в зависимости от длины нагреваемой заготовки.

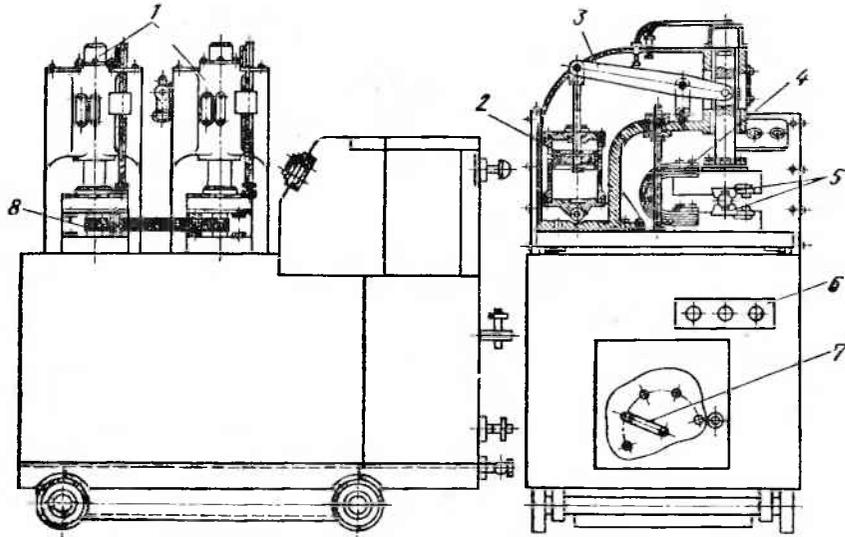


Рис. 37. Электроконтактная установка К-16:

1 — зажимные головки, 2 — пневмоцилиндр, 3 — рычаг, 4 — шинопровод, 5 — зажимные контакты, 6 — пульт управления, 7 — трансформатор, 8 — заготовка

Эта установка относится к неавтоматизированным, так как подачу и съем заготовки осуществляют вручную, а зажим, освобождение заготовки и включение устройства дистанционно с пульта управления. Те же узлы с незначительными изменениями используются и в других подобных нагревательных устройствах.

Автоматические нагревательные устройства снабжаются бункерным загрузочным устройством и автоматической выгрузкой нагретых заготовок.

При индукционном способе нагрева, как и при электроконтактном, заготовки нагреваются теплом, выделяемым непосредственно в металле при прохождении по нему электрического тока. Принципиальное различие электроконтактного и индукционного способов нагрева заключается в передаче электрического тока: при электроконтактном — путем создания электрического контакта между заготовкой и системой токопроводов, а при индукционном —

за счет явления электромагнитной индукции, обеспечивающей наведение переменных токов в проводнике, помещенном в переменное электромагнитное поле.

Впервые индукционный нагрев был применен для поверхностной закалки заготовок. Теперь этот способ широко применяют для сквозного нагрева заготовок под ковку и штамповку. Расширение области применения индукционного нагрева обусловлено преимуществами этого способа, а также все возрастающим производством электроэнергии.

Индукционный нагреватель не выделяет теплоты в цех, так как все тепловые потери уносятся охлаждающей водой. В конструкцию индукционного нагревателя входят механизмы относительно простые, которые работают вне зоны высоких температур. Это позволяет улучшить условия труда в кузнечных цехах, механизировать и автоматизировать процессы загрузки, выгрузки и перемещения заготовок, создавать более простыми средствами механизированные в автоматические участки для горячей объемной штамповки.

Применение индукционного нагрева обеспечивает ритмичную выдачу нагретых заготовок, надежность нагревателей в эксплуатации, более легкую загрузку и выгрузку, улучшение условий труда, возможность включения и выключения нагревателей в любой момент, что практически невозможно в пламенных печах. Все это способствует значительному росту производительности труда и повышению загрузки ковочного и штамповочного оборудования и лучшего его использования.

Однако индукционный нагрев имеет и недостатки: более высокие расходы на энергоноситель и повышенные капитальные затраты на сооружение высокочастотных установок. Поэтому экономическая эффективность применения индукционного нагрева в конкретных условиях различна и определяется требованиями данного производства.

Сущность индукционного нагрева (рис. 38) заключается в том, что если проводник тока (заготовку) 1 поместить внутри катушки (индуктора) 2, по виткам которой протекает переменный ток, то создаваемое катушкой переменное магнитное поле 3 будет проходить через заготовку, индуцируя в ней электродвижущую силу (э. д. с.). Под действием э. д. с. в заготовке потечет переменный ток, который вызовет нагрев заготовки в соответствии с законом Джоуля — Ленца, аналогично действию тока при электроконтактном нагреве.

В качестве индуктора для сквозного нагрева круглых заготовок применяют цилиндрические спирали, выполненные из трубчатых медных проводников, охлаждаемых

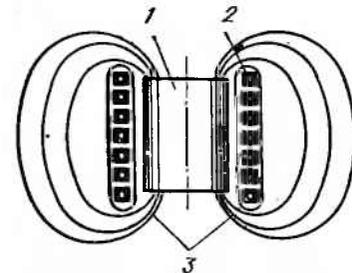


Рис. 38. Электрическая схема работы индуктора

водой. В зависимости от формы заготовок и нагреваемой их части используют и другие виды индуктора (щелевые, прямоугольные и т. п.).

Для питания индукционных нагревателей используют источники переменного тока (генераторы, преобразователи) различной частоты — от промышленной (50 Гц) до радиочастот (500 000 Гц).

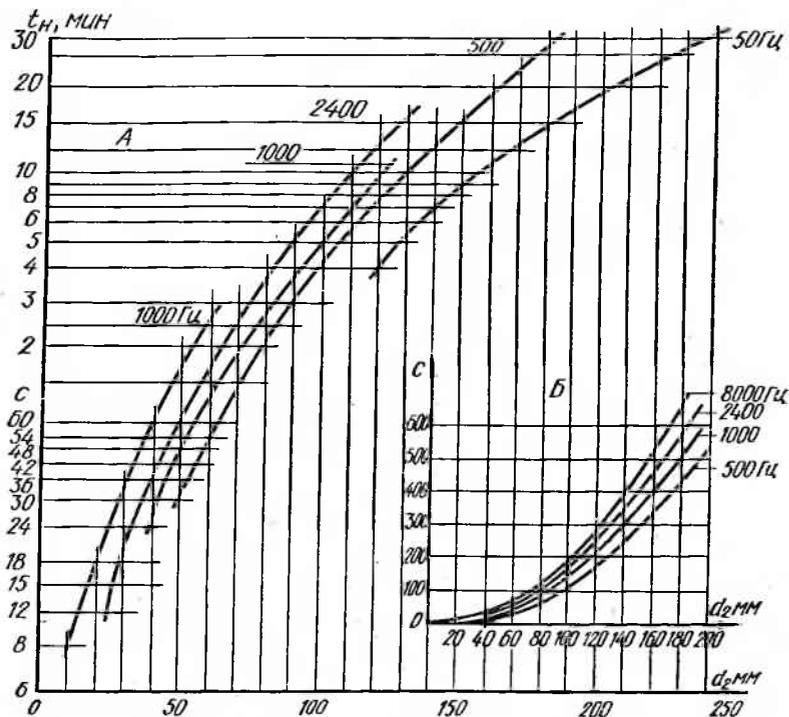


Рис. 39. Продолжительность нагрева в зависимости от диаметра стальных цилиндрических заготовок и частоты тока:
А — обычный, Б — ускоренный нагрев

Однако для сквозного нагрева стальных заготовок под ковку и штамповку достаточно применение среднечастотного диапазона до 10 000 Гц.

От правильного выбора частоты тока зависит главным образом к. п. д. индуктора и продолжительность нагрева заготовки. К. п. д. индуктора возрастает с увеличением электрического сопротивления заготовки и уменьшением зазора между индуктором и заготовкой.

Рекомендуемое отношение внутреннего диаметра индуктора d_1 к диаметру заготовки d_0 должно быть $d_1 : d_0 = 1,4 \div 1,8$.

В отечественной практике для сквозного индукционного нагрева применяют частоты 1000, 2400, 4000 и 10 000 Гц.

Индуктируемый ток в нагреваемой заготовке протекает в поверхностном слое, поэтому и нагрев начинается с этого слоя и лишь

затем распространяется в глубь сечения благодаря теплопроводности. Поэтому между температурами на поверхности заготовки и в центре ее всегда к концу нагрева существует перепад температуры (ΔT). Общая продолжительность нагрева в значительной степени зависит от этого перепада, который обычно задается.

К концу нагрева перепад уменьшается, температура по сечению выравнивается. Выравнивание происходит очень быстро и обычно в интервале времени, затрачиваемом на передачу (перемещение) нагретой заготовки от нагревателя к ковочной или штамповочной машине.

На рис. 39 показаны кривые зависимости продолжительности нагрева от диаметра нагреваемой заготовки и частоты тока. На рисунке справа показаны кривые Б для так называемого ускоренного нагрева, который характеризуется тем, что в начале нагрева температура заготовки в центре значительно ниже температуры ее поверхности. Создается большой температурный перепад, благодаря которому теплота от поверхности быстро проникает к центру заготовки. Общая продолжительность нагрева в этом случае сокращается примерно в 3 раза.

На практике применяют оба режима нагрева, однако предпочтение отдается обычному нагреву. Обычный режим нагрева (кривые А) происходит при постоянной удельной мощности в индукторе, витки которого равномерно распределены по его длине.

Для ускоренного нагрева необходима неравномерная удельная мощность в течение цикла нагрева и неравномерная плотность витков по длине (количество витков на единицу длины). Главным преимуществом применения режима ускоренного нагрева является сокращение длины индукторов, что позволяет уменьшить их количество по сравнению с обычным индукционным нагревом.

Возможны такие виды индукционного нагрева заготовок: сплошной нагрев (т. е. на всю длину) мерных заготовок, имеющих фиксированную длину и одинаковое сечение; местный нагрев концов мерных заготовок определенных размеров; местный нагрев конца заготовки неопределенной длины (прутка); непрерывный сплошной нагрев заготовок неопределенной длины (прутковый или бунтовой материал).

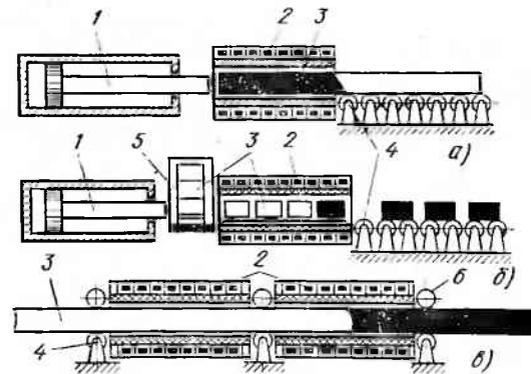


Рис. 40. Схемы индукционных нагревателей заготовок:
а — периодического действия, б — методического действия, в — непрерывного действия длинных заготовок;
1 — толкатель, 2 — индуктор, 3 — заготовка, 4 — подающие ролики, 5 — загрузочное устройство, 6 — направляющие ролики

Сплошной нагрев мерных заготовок осуществляется в нагревателях методического действия (рис. 40, б). В таких нагревательных устройствах индуктор 2 во время работы не выключается, а заготовки 3, которые находятся в загрузочном устройстве 5, толкателем 1 подаются по одной штуке в индуктор, одновременно выталкивая нагретую заготовку на подающие ролики 4.

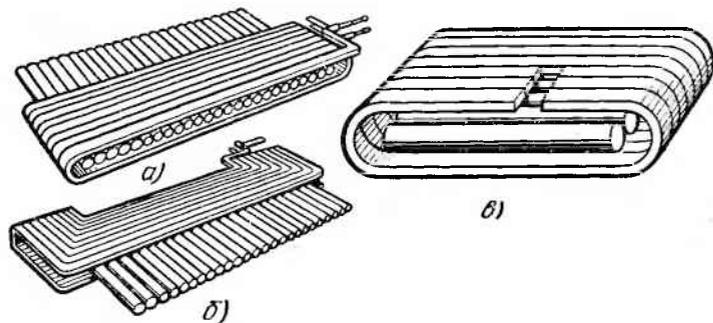


Рис. 41. Индукторы для методического нагрева:

а — овальный для местного нагрева, б — щелевой для местного нагрева, в — овальный для сплошного нагрева в поперечном поле

Темп выдачи нагретых заготовок соответствует темпу работы ковочного и штамповочного оборудования. Поэтому параметры и размеры индуктора выбирают исходя из одновременного размещения в нем такого числа заготовок, которое обеспечит необходимые продолжительность нагрева и производительность.

Местный нагрев концов заготовок различной длины, а также сплошной нагрев мерных, но достаточно длинных заготовок осуществляется в нагревателях периодического действия (рис. 40, а). Нагреваемая часть длинной заготовки или вся заготовка подается в индуктор и он включается только на то время, которое необходимо для нагрева заготовки. После достижения требуемой температуры толкатель 1 выдает заготовку на приводные подающие ролики, а индуктор выключается до подачи следующей заготовки.

Сплошной нагрев заготовок неопределенной длины (прутков или бунтового материала), подаваемых непрерывно или периодически (при работе, например на автомате для горячей объемной штамповки), можно осуществлять только в проходных нагревателях непрерывного действия (рис. 40, в).

Материал через нагреватель подается приводными подающими роликами 4, обеспечивающими темп и скорость подачи, задаваемые последующим оборудованием.

Поскольку эти нагревательные устройства, как правило, используются с машинами, работающими по автоматическому циклу и с высокой производительностью, индукторы для обеспечения требуемой продолжительности нагрева и темпа работы получают большой длины и выполняются из нескольких секций.

Концы мерных заготовок можно нагревать не только в периодических нагревателях, но и в методических (рис. 41, а, б). В овальных индукторах мерные заготовки нагревают (рис. 41, в) в поперечном магнитном поле (в отличие от продольного поля в цилиндрических индукторах), что ведет к уменьшению длины индуктора и возрастанию продолжительности нагрева. Схемы индукционного нагрева заготовок под штамповку показаны на рис. 42, а, б.

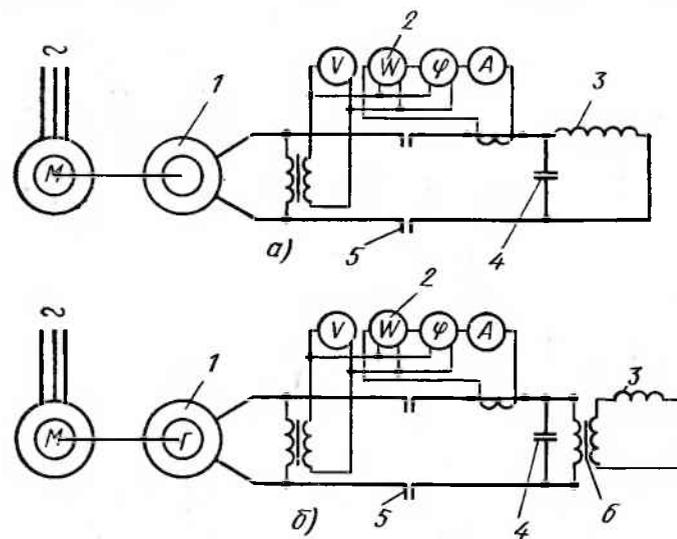


Рис. 42. Схемы индукционного нагрева:

а — без трансформатора, б — с трансформатором; 1 — генератор, 2 — измерительные приборы, 3 — индуктор, 4 — конденсаторные батареи, 5 — контактор, 6 — трансформатор

Конденсаторная батарея нужна для повышения $\cos \phi$, который у индуктора крайне низок и составляет 0,15—0,23 (в зависимости от его конструкции и физико-химических свойств нагреваемой заготовки).

Нагревательная установка размещается в непосредственной близости от ковочного или штамповочного оборудования (рис. 43).

Для нагрева током среднечастотного диапазона необходимы преобразователи. Как правило, используют электромашинные преобразователи частоты, состоящие из однофазного генератора повышенной частоты Г (см. рис. 42) и приводного электродвигателя трехфазного переменного тока М. Используют также новые источники питания — ионные и тиристорные преобразователи частоты.

Статические преобразователи частоты (ионные и тиристорные) по сравнению с машинными проще в эксплуатации и имеют более высокий к. п. д. Применение их снижает расход электроэнергии на 5—10% при номинальных нагрузках и до 20—30% в тех случаях, когда мощность преобразователей используется не полностью.

Широко применяют также машинные преобразователи с вертикальным размещением генератора и электродвигателя, что значительно сокращает производственные площади.

Для нагрева мелких заготовок диаметром менее 15 мм иногда применяют ламповые генераторы высокой частоты (400 кГц и выше).

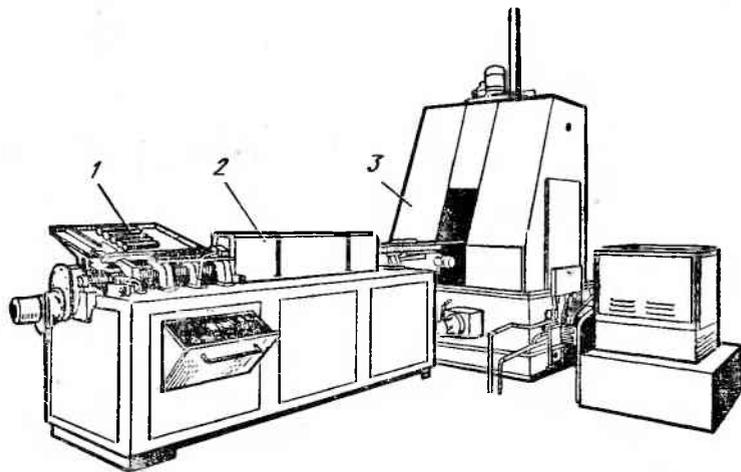


Рис. 43. Радиально-ковочная машина с индукционной нагревательной установкой: 1 — подающее устройство, 2 — нагревательная установка, 3 — радиально-ковочная машина

Генератор со всей аппаратурой (пуска, управления, защиты) обычно размещают в отдельном помещении — машинном зале, по возможности вблизи от места нахождения нагревательной установки. Этим достигается снижение потерь электроэнергии в кабельных (или шинах) токопроводах от генератора к источнику потребления. При недостаточной мощности одного генератора применяют несколько генераторов, включенных параллельно, на одну или несколько индукционных установок.

Так как выходное напряжение генераторов имеет определенную величину (100, 200, 400, 750, 800, 1500 В), то для согласования напряжения генератора и индуктора в ряде случаев применяют промежуточные трансформаторы.

Трансформаторы, конденсаторы и другая аппаратура вместе с индуктором образуют так называемый нагревательный пост.

Перемещение заготовок в нагревателях КИН осуществляется толкателем с кривошипным механизмом (в других нагревателях широко применяют толкатели с пневмоприводом), который приводится в действие электродвигателем постоянного тока, позволяющим плавно изменять скорость его вращения. Толкатель непрерывно совершает возвратно-поступательное движение: заталкивает холодную заготовку, поступающую с определенным темпом из загрузочного лотка или бункера, в зону нагрева и перемещает одно-

временно все заготовки в индукторе, выталкивая в то же время с другого конца нагретую заготовку.

Число циклов толкателя регулируется изменением частоты вращения электродвигателя.

Одновременно на лоток загружают 10—20 заготовок. Дальнейшее продвижение их с лотка до выдачи нагретыми осуществляется автоматически.

Надежность работы электрических индукционных нагревателей прежде всего определяется надежностью работы самого уязвимого элемента — индуктора.

Каждый виток, как правило, изолирован стеклотентой и пропитан кремнеорганическим лаком. По трубке пропускается вода, охлаждающая индуктор. Для уменьшения тепловых потерь, а также для защиты изоляции индуктора от находящейся в нем нагретой заготовки применяют тепловую изоляцию из керамики и асбеста.

Керамика в виде цилиндрических трубчатых деталей вставляется внутрь индуктора. Применяется заливка индуктора жаропрочным бетоном. В индукторе над керамикой имеются две направляющие трубки из немагнитного материала. Трубки служат для направления заготовки при ее перемещении по индуктору.

Для обеспечения длительной и надежной эксплуатации нагревающего устройства необходимо следить за состоянием керамики индуктора, при наличии больших разрушений заменять цилиндры новыми или замазывать трещины жаропрочным бетоном, иначе окалина с заготовок заполнит трещины в керамике, обмотка индуктора перегреется, что может послужить причиной электрического пробоя обмотки; следить за постоянным охлаждением витков и направляющих индукторов, конденсаторов, контакторов и разъединителей.

Отсутствие достаточного количества воды или засорение охлаждающих трубок является главной причиной повреждения нагревателя. Температура воды на выходе не должна превышать 50° С для индукторов, направляющих, контакторов, разъединителей и 35° С для конденсаторов.

Не следует допускать скопления грязи на изоляторах конденсаторов, которая является причиной электрического пробоя.

Изоляторы не должны испытывать механических усилий при их подключении или от электрических соединительных проводов, которые должны быть гибкими, так как даже сравнительно небольшие усилия приводят к нарушению пайки изоляторов к корпусу, что вызывает течь масла из конденсаторов, и они выходят из строя.

Для повышения к. п. д. индукционного нагрева заготовок из ферромагнитных материалов используют две частоты: промышленную (50 Гц) до температуры 650—720° С и повышенную (2400, 4000 Гц) до 1200—1300° С.

Так как к. п. д. индуктора определяется отношением глубины проникновения тока к размерам заготовки (глубина проникновения в холодном режиме много меньше, чем в горячем), на обеих час-

тотах обеспечивается высокий к. п. д. даже при сравнительно небольших диаметрах (40—50 мм).

Применяют две схемы нагрева на двух частотах. Первая предусматривает два самостоятельных индуктора, рассчитанных на разные частоты. Нагреватели до 650—720° С в индукторе (при 50 Гц) заготовки передаются для дальнейшего нагрева в индуктор повышенной частоты (2400, 4000 Гц).

Вторая схема предусматривает применение двухчастотного индуктора, в котором сначала заготовка нагревается при частоте 50 Гц, а затем частота изменяется и производится окончательный нагрев. При этом применяется двухслойный индуктор. При включении его на промышленной частоте витки наружного и внутреннего слоев соединяются последовательно. На повышенной частоте подключаются только витки внутреннего слоя. Переключение витков автоматическое.

Наряду с чисто индукционным нагревом применяют так называемый пламенно-индукционный нагрев. Сущность этого нагрева заключается в том, что первоначальный нагрев заготовки до температуры 650—720° С производят в пламенных печах с последующим нагревом до ковочной температуры в электрических индукционных нагревателях. Этот вид нагрева сокращает количество окалины по сравнению с нагревом в пламенных печах и является более экономичным, чем электрический.

§ 4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ У НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Воздух, оставшийся в газопроводе, смешиваясь с газом, образует взрывчатую смесь. Продувки газопровода газом с удалением его через продувочную свечу и последующая проверка содержания в ней кислорода — обязательные процедуры, предотвращающие взрыв.

При снижении давления газа воздух через горелки может попасть в газопровод и образовать взрывчатую смесь. Для предупреждения этого газопровод и печь отключают при давлении менее 0,002—0,004 кг/см².

Взрывчатая смесь может образоваться во время ремонта при плохой продувке газопровода или при проникновении в него газа через неплотности в задвижках. Во избежание этого устанавливают заглушку, отсекающую ремонтируемый участок газопровода от действующей сети, и своевременно продувают его. Взрывчатая смесь образуется при попадании в воздухопровод газа или паров мазута через горелку при небольшом давлении воздуха, а также при неправильном пуске печи с отключенным вентилятором: когда вначале подают газ и поджигают его, а затем включают вентилятор.

При перекрытии вентилялей, установленных на питающих трубопроводах (воды), оставшаяся в арматуре вода испаряется, давление в трубах резко возрастает, что может повести к разрыву

вентилей. Для предупреждения этого регулировочные вентили устанавливают только на трубах, подводящих воду к арматуре, а на трубах, отводящих ее, не устанавливают.

Порядок розжига газовой печи состоит в следующем: сначала проверяют вытяжную систему, для чего зажигают факел, укрепленный на длинном металлическом стержне, и подводят его к кратеру инжекционной горелки. Затем открывают газовый кран. Как только газ загорится, постепенно открывают воздушную шайбу и увеличивают подачу газа до полного открытия крана горелки. Только после того как горелка будет гореть устойчиво, разжигают следующие горелки.

При нормальном горении пламя имеет голубоватый цвет. При внезапном прекращении подачи газа быстро закрывают вентиль горелки и газопровода, открывают кран продувочной свечи и сообщают об этом мастеру или старшему по смене.

На печах, имеющих верхние и нижние горелки, сначала работают только на нижних, а верхние включают только после прогрева печи.

При остановке газовой печи сначала закрывают газ и воздух поочередно на всех горелках. Для сохранения тепла в печи при ее остановке обычно закрывают заслонки и опускают дымовой шибер.

Следует помнить, что газ легко воспламеняется даже от искры. Газовое пламя гасят немедленно выключением подачи газа к месту горения. При тушении газа нельзя пользоваться водой, для тушения применяют пенные огнетушители и сухой песок. К работе на газовых печах, как и на других нагревательных устройствах, допускаются только люди, имеющие специальную подготовку и прошедшие соответствующий инструктаж по технике безопасности.

Все электрические нагревательные устройства должны быть хорошо заземлены и изолированы.

При ручной загрузке, очистке, ремонте и осмотре электрических печей или нагревательных устройств ток должен быть отключен. Категорически запрещено включать рубильник и пусковую кнопку при помощи металлических предметов. Нельзя пользоваться неисправными пусковыми приборами.

Электрические нагревательные устройства, работающие от машинных генераторов, относятся к установкам высокого напряжения, работа на которых лицам, не достигшим 18-летнего возраста, а также не прошедшим специальный инструктаж, запрещается.

Нагревательщику разрешается включать и отключать индукционную установку и выполнять только ту работу, которая разрешена администрацией данного предприятия.

Запрещается работа на неисправном электрооборудовании, при неисправных аппаратуре, приборах, блокировках, установленных на дверях и крышках, через которые возможен доступ к шинам и токоведущим частям, находящимся под напряжением; при отсутствии или неисправности защитных кожухов; неисправной механической части установки. Категорически запрещено «закорачивать»

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНЫХ МАШИН

В основу классификации кузнечно-штамповочных машин положен характер изменения скорости рабочих частей машины за время рабочего хода (рис. 44). Эта классификация, предложенная впервые профессором А. И. Зиминым, подразделяет все кузнечно-штамповочные машины на пять основных групп.

Группа I — молоты, характеризующиеся нежесткой кривой изменения скорости рабочих частей машины. В зависимости от сопротивления деформации изменяется время рабочего хода подвижных частей, а следовательно, и форма кривой скорости. Такие кривые изменения скорости называются нежесткими.

Различные винтовые прессы — фрикционные с механическим приводом, с дугостаторным и кругостаторным приводом, пресс-молоты с гидравлическим приводом — имеют такую же нежесткую кривую изменения скорости рабочих частей за время рабочего хода, как и молоты, отличие состоит лишь в различных абсолютных значениях скорости. Поэтому хотя винтовые машины и называют прессами, по скорости движения рабочих частей их можно отнести к машинам первой группы.

Группа II — гидравлические прессы, которые также имеют нежесткую кривую изменения скорости рабочих частей машины. У этой группы машин рабочий ход может начинаться с какой-то начальной или нулевой скорости (штриховая кривая на рис. 44). Наибольшие скорости рабочих частей гидравлических машин сравнительно небольшие и составляют до 0,3 м/с.

Группа III — кривошипные машины. Скорость рабочих частей

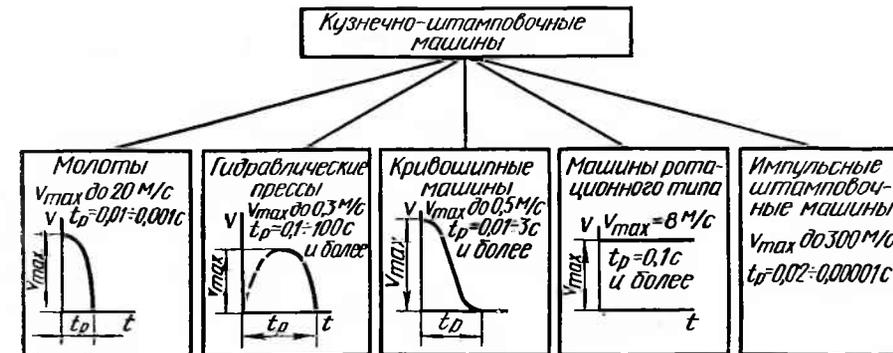


Рис. 44. Классификация кузнечно-штамповочных машин

Контрольные вопросы

1. Какие виды печей применяют в кузнечно-штамповочном производстве?
2. В чем особенность безокислительного и скоростного нагрева?
3. В чем преимущество электрического нагрева перед нагревом в пламенных печах?
4. Расскажите о принципе действия электрических нагревательных устройств сопротивления.
5. Расскажите о принципе действия индукционных нагревательных установок.
6. Какие виды индукторов применяют для нагрева заготовок под ковку и штамповку?
7. Расскажите о правилах безопасности при работе на пламенных и электрических печах.

этих машин, как правило, не превышает 0,5 м/с, а кривая изменения скорости имеет жесткий характер и зависит от кинематики привода.

Группа IV — машины ротационного типа, имеющие постоянную скорость рабочих частей (окружную скорость), которая достигает 8 м/с.

Группа V — импульсные штамповочные машины и машины для гидравлической, пневматической и вакуумной штамповки, которые имеют нежесткую кривую изменения скорости рабочих частей за очень короткое время рабочего хода. Импульсное штамповочное оборудование может осуществлять деформирование непосредственно рабочим телом (воздухом, жидкостью и т. п.). Для штамповки взрывом применяют специальные твердые взрывчатые вещества или горючие смеси. Скорость рабочего тела при этом достигает 300 м/с.

Наряду с классификацией кузнечно-штамповочных машин по характеру изменения скорости движения рабочих частей машины каждая из названных групп может классифицироваться по технологическому или другим признакам.

§ 2. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДНЫЕ МОЛОТЫ

Пневматические приводные молоты широко применяются для свободнойковки, а также для подготовки свободнойковкой заготовок для окончательной штамповки на другом оборудовании. Известно применение пневматических молотов и для штамповки (на специальных штамповочных пневматических молотах).

При малых капитальных затратах на установку и относительной простоте обслуживания и управления пневматические молоты применяют в кузницах небольших металлообрабатывающих заводов и мастерских, где широко используются для изготовления обширной номенклатуры поковок.

Отечественной промышленностью освоены и выпускаются серийно пневматические приводные двухцилиндровые молоты двустороннего действия с двумя горизонтальными рабочими и одним холостым краном с массой подвижных частей от 50 до 1000 кг (основные параметры этих молотов выбирают по ГОСТ 712—75).

Пневматические приводные молоты работают при помощи воздуха, поступающего из окружающей атмосферы в компрессорный цилиндр и подвергающегося попеременному сжатию и разрежению при возвратно-поступательном движении поршня компрессора.

Поршень компрессора получает движение от электродвигателя (рис. 45, а, б) через зубчатые передачи и кривошипно-шатунный механизм.

Работа воздуха в пневматических молотах характерна тем, что воздух, являясь рабочим телом, осуществляет только упругую связь между компрессорным и рабочим поршнями. Воздух играет

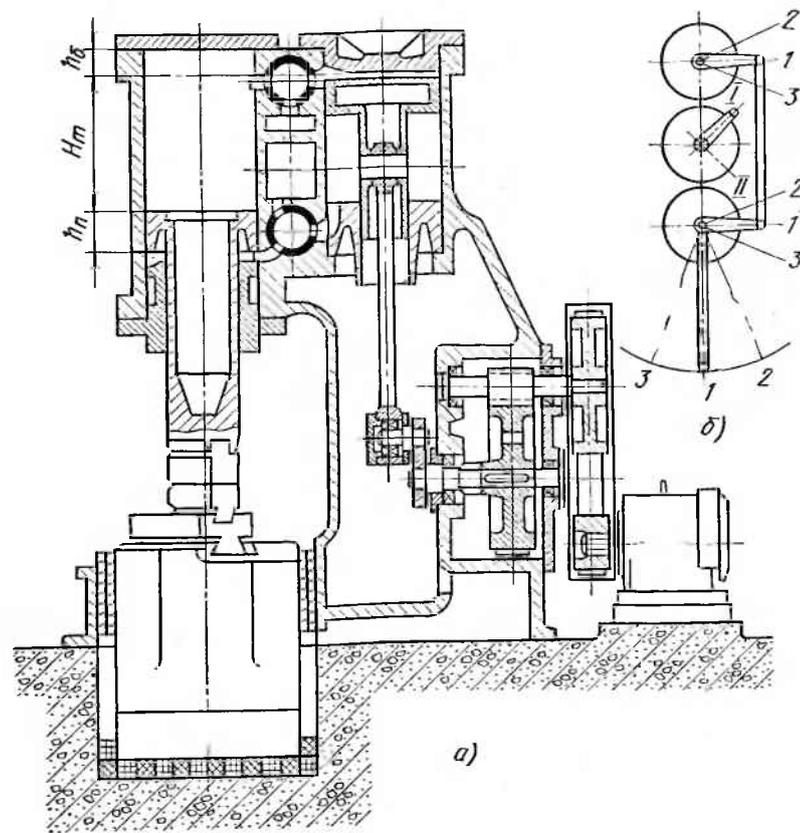


Рис. 45. Пневматический двухцилиндровый молот:
а — общий вид, б — положения (1—3) рукояток управления

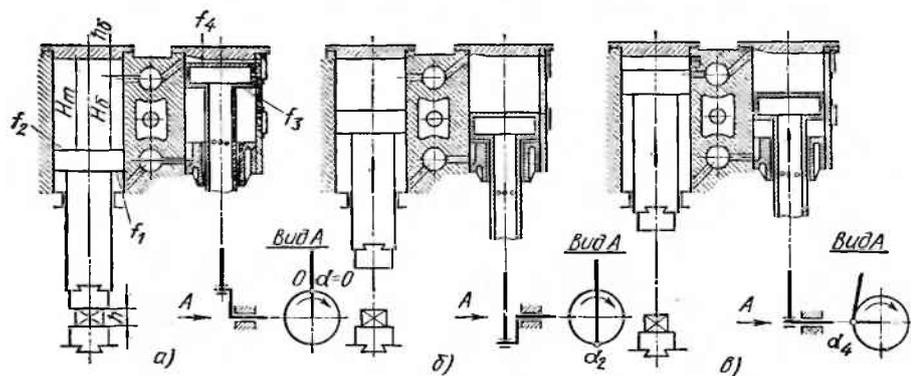


Рис. 46. Различные положения (а—в) поршней рабочего и компрессорного цилиндров

роль упругого звена, подобного пружине, обеспечивающего движение рабочего поршня в определенной зависимости от поршня компрессора.

При работе молота число ходов рабочего и компрессорного поршней одинаково, а наибольшее число ударов молота равно числу оборотов кривошипного вала.

По характеру воздействия воздуха на рабочий поршень пневматические молоты бывают одностороннего и двустороннего действия. По числу цилиндров молоты подразделяются на одноцилиндровые и двухцилиндровые; по способу направления движения бабы — без направляющих и с направляющими; по расположению буфера — с верхним и нижним; по конструкции воздухораспределительного устройства — с кранами и золотниками; по типу станины — одностоечные и двустоечные.

Рабочий поршень занимает нижнее положение при угле $\alpha=0$ (угол поворота кривошипа), при этом боек находится на поковке, а поршень компрессорного цилиндра в крайнем верхнем положении (рис. 46, а). В этом положении верхняя и нижняя полости компрессорного цилиндра соединены с атмосферой и давление в них соответствует атмосферному $p=1$ кгс/мм². Точно такое же давление устанавливается и в обеих полостях рабочего цилиндра, поскольку эти полости при помощи кранов сообщаются с соответствующими полостями компрессорных цилиндров.

При движении поршня компрессорного цилиндра вниз (поворот кривошипа на угол α_2) давление в нижних полостях обоих цилиндров возрастает, а в верхних, наоборот, уменьшается (рис. 46, б).

При возрастании давления в нижних полостях до величины, достаточной для преодоления силы тяжести подвижных частей, сопротивления трения и давления воздуха в верхней части цилиндра, рабочий поршень начинает движение вверх (рис. 46, в).

Начало движения рабочего поршня происходит на угле поворота кривошипа α_1 (рис. 47).

При угле поворота $\alpha_2=\pi$, когда поршень компрессора займет крайнее нижнее положение, произойдет соединение верхней полости компрессорного цилиндра с атмосферой (рис. 46, б), при этом нижняя полость цилиндра с атмосферой не соединяется. Дальнейшее движение обоих поршней происходит в одном направлении — вверх.

При $\alpha=\alpha_3$ происходит включение буфера (см. рис. 46, в и 47), рабочий поршень переключает верхний канал и разобщает верхние полости цилиндров. В результате возрастания сопротивления воздуха в буфере (верхняя часть рабочего цилиндра) и падения давления в нижних полостях движение рабочего поршня замедляется и происходит

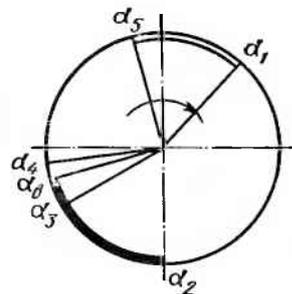


Рис. 47. Круговая цикловая диаграмма движения рабочего поршня пневматического молота

мгновенный его останов на угле $\alpha_в$ (рис. 47). После этого под действием сжатого в буфере воздуха рабочий поршень начинает двигаться вниз до встречи с поковкой.

При опускании рабочего поршня давление в буфере понижается, и в тот момент, когда оно становится равным давлению в верхней полости компрессорного цилиндра, происходит соединение обеих полостей через обратный клапан (см. рис. 46, в). Угол α_4 , при котором это происходит, называется углом выхода поршня из буфера.

При дальнейшем вращении кривошипного вала поршень компрессора приближается к крайнему верхнему положению, а рабочий поршень подходит к крайнему нижнему. Удар бойка по поковке обычно происходит при угле α_5 , который немного меньше $2\pi(360^\circ)$.

При дальнейшем вращении кривошипного вала на участке от α_5 до α_1 рабочий поршень остается внизу в неподвижном состоянии, осуществляя так называемый «прилипающий удар».

Далее цикл повторяется.

В молотах отечественного производства $\alpha_1 \approx 40^\circ$, $\alpha_в \approx 270^\circ$ и $\alpha_5 = 340-360^\circ$.

Пневматические приводные молоты имеют высокий по сравнению с паровоздушными молотами к. п. д. Кроме высокого к. п. д., эти молоты удобны тем, что им не нужны трубопроводы для подачи воздуха или пара. Особенно целесообразно их использование на предприятиях мелкосерийного и штучного производства, а также там, где нет паровоздушной установки.

Молоты отечественного производства могут осуществить следующие режимы работы: автоматические последовательные удары; удерживание бабы на весу; длительное время прижимать поковку к нижнему штампу; холостой ход.

Автоматические последовательные удары (см. схему механизма воздухораспределения на рис. 48. Верхний кран имеет два, а нижний три сечения). Краны соединяют верхние и нижние полости рабочего и компрессорного цилиндров попарно между собой. Для этого в сечениях I — нижнего и II — верхнего кранов каналы 6 и II, 9 и 8 должны быть открытыми. Молот будет совершать n ударов в минуту, равное количеству оборотов вала компрессора.

Автоматические удары могут совершаться с различной энергией — от наибольшей до нуля при простом соприкосновении бойков. Этот режим осуществляется пово-

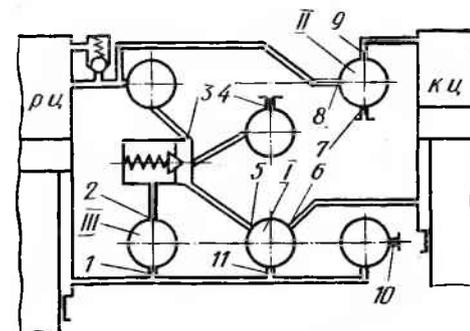


Рис. 48. Схема механизма воздухораспределения управления отечественных пневматических молотов

ротом верхнего и нижнего кранов и дросселированием воздуха, проходящего через каналы 6 и 11, 9 и 8. Оба крана (см. рис. 45) кинематически связаны между собой одной рукояткой и поворачиваются на одинаковый угол.

Удерживание бабы на весу производится поворотом кранов на 40° по часовой стрелке. В этом случае сверху рабочего поршня должно быть атмосферное давление, а снизу давление, которое необходимо для удержания подвижных частей на весу. Это соотношение давлений должно быть сохранено вне зависимости от положения поршня компрессорного цилиндра.

Воздух, направляющийся из нижней полости компрессорного цилиндра (КЦ) по каналу 1 сечения I нижнего крана, поступает через открытый канал 5 в камеру через обратный клапан, а из камеры по каналам 2 и 1 сечения III — в нижнюю полость рабочего цилиндра (РЦ). При движении поршня компрессорного цилиндра вверх обратный клапан закрывается.

Верхние полости обоих цилиндров соединены с атмосферой открытым каналом 7 верхнего крана.

Прижим поковки осуществляется давлением воздуха, поступающего из нижней полости компрессорного цилиндра через каналы 6, 5 и 3 в верхнюю полость рабочего цилиндра. Под поршнем рабочего цилиндра через открытый кран 10 устанавливается атмосферное давление.

Каналы 11, 8 и 2 закрыты. Канал 7 открыт и обеспечивает соединение верхней полости компрессорного цилиндра с атмосферой.

Чтобы не перегревать компрессор при длительных паузах в работе молота, он переводится на холостую работу. Осуществляется это поворотом среднего крана и соединением обеих полостей компрессорного цилиндра с атмосферой через открытый канал 6, 4.

§ 3. ПАРОВОЗДУШНЫЕ МОЛОТЫ

Кочечные молоты. Паровоздушные молоты, как видно из названия, приводятся в действие паром или сжатым воздухом. Пар подается к молоту по трубопроводам от паровых котлов или паросиловых установок, сжатый воздух — от компрессоров компрессорных станций под давлением 7—9 кгс/см².

Пар или сжатый воздух являются энергоносителями, так как они передают подвижным частям молота свою энергию, запасенную паром во время нагревания, а воздухом — при сжатии в компрессоре.

Пройдя по трубопроводам, пар или сжатый воздух попадает в рабочий цилиндр и, действуя на поршень и связанные с ним подвижные части, ударяя по поковке, совершает полезную работу, деформируя заготовку.

По способу использования энергоносителя паровоздушные молоты разделяются: на молоты простого действия и молоты двойного действия.

В молотах простого действия, имеющих довольно ограниченное распространение, пар или сжатый воздух служит только для подъема движущихся частей в верхнее положение. Рабочий ход (ход вниз) совершается под действием силы тяжести подвижных (падающих) частей. Накопленная при падении кинетическая энергия превращается при ударе в работу, часть которой расходуется на формоизменение заготовки.

На рис. 49 показана схема паровоздушного молота простого действия.

Пар или сжатый воздух по трубопроводу 4 поступает в полость рабочего цилиндра 3 и поднимает поршень 2 и шток 5 с закрепленной на нем бабой 6 и бойком 7.

Воздух из верхней полости цилиндра при движении поршня 2 вверх выходит через отверстие 1. Когда поршень перекрывает отверстие 1, над ним, в верхней части цилиндра, образуется замкнутое пространство, в котором возникает упругая воздушная подушка, обеспечивающая плавное торможение поршня в конце хода.

При подъеме поршня на требуемую высоту парораспределительный механизм прекращает подачу пара или воздуха в цилиндр и сообщает его с атмосферой. Под действием силы тяжести подвижные части падают вниз и бойком 7 ударяют по заготовке, лежащей на нижнем штампе 8, закрепленном через промежуточную плиту 9 на шабате 10.

Скорость подвижных частей в момент удара зависит только от величины хода и с учетом потерь на трение в направляющих и уплотнениях определяется по формуле

$$v = \sqrt{1,8gH_6},$$

где v — скорость подвижных частей в момент удара, м/с; $g = 9,81$ м/с² — ускорение силы тяжести; H_6 — ход бабы, м.

Кинетическая энергия падающих частей определится как

$$A = \frac{mv^2}{2},$$

где A — кинетическая энергия, Дж; m — масса подвижных частей, кг.

Молоты простого действия, хотя и просты по устройству и экономичнее в эксплуатации, чем молоты двойного действия, все-таки по сравнению с последними имеют существенные недостатки: меньшую быстроходность и значительно большие размеры при той же энергии удара.

В молотах двойного действия для подъема поршня вверх сжатый воздух или пар подается в нижнюю полость цилиндра так же, как и в молотах простого действия.

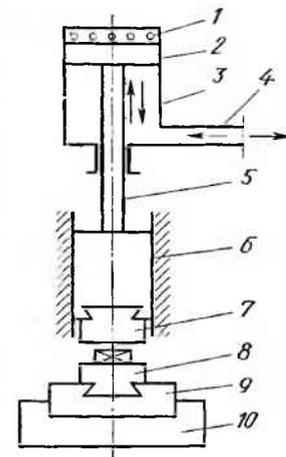


Рис. 49. Схема паровоздушного молота простого действия

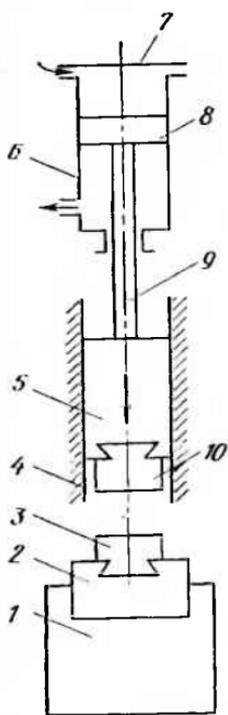


Рис. 50. Схема паровоздушного молота двойного действия:

1 — шатот, 2 — промежуточная подушка, 3 — нижний штамп, 4 — направляющие, 5 — баба, 6 — рабочий цилиндр, 7 — крышка цилиндра, 8 — поршень, 9 — шток, 10 — верхний штамп

При рабочем ходе (рис. 50) пар или воздух подается в верхнюю полость цилиндра и помогает силе тяжести в разгоне подвижных частей молота, в результате чего скорость в момент удара достигает 7—8 м/с. При этом пар (или воздух), находящийся под поршнем, выбрасывается в атмосферу.

При одинаковой массе подвижных частей количество накопленной кинетической энергии молота двойного действия за счет более высокой скорости значительно больше, чем у молота простого действия.

Последовательность поступления пара или воздуха в соответствующие полости цилиндра осуществляется распределительным устройством — золотником.

Паровоздушные молоты по технологическому назначению подразделяются на ковочные и штамповочные.

На ковочных молотах, имеющих массу подвижных частей от 1000 до 8000 кг, можно изготавливать свободной ковкой заготовки массой от 20 до 2000 кг.

Наибольшее распространение получили ковочные паровоздушные молоты двойного действия с массой подвижных частей до 5000 кг.

Паровоздушный ковочный молот двойного действия с двустоечной арочной станиной показан на рис. 51, а. Основными узлами молота являются станина 8, цилиндр 11, подвижные части 6, шатот 17, система управления 14 и система смазки.

Станину молота образуют две стойки: правая 15 и левая 4, связанные плитой 10, на которой находится цилиндр 11. Внизу стойки 7 и 14 болтами 2 прикреплены к фундаментным плитам 1, которые стянуты двумя тягами 16. В средней части, где крепятся направляющие 5, для увеличения жесткости станины в поперечном направлении стойки дополнительно соединены стяжками 3.

Направляющие регулируют при помощи клиньев 7 и регулировочных болтов 9 с гайками 12.

К подвижным частям молота (рис. 51, б) относятся баба 6, втулка 21, шток 24, поршень 23 с поршневыми кольцами 22, верхний боек 25, шпонки 19 и клин 18. Конусное соединение штока и бабы осуществляется при помощи разрезной втулки 21 и медной прокладки 20.

Шток молота изготавливается из высококачественной хромистой или хромоникелевой стали и подвергается термической обработке. Шток с поршнем соединяется конусной посадкой с после-

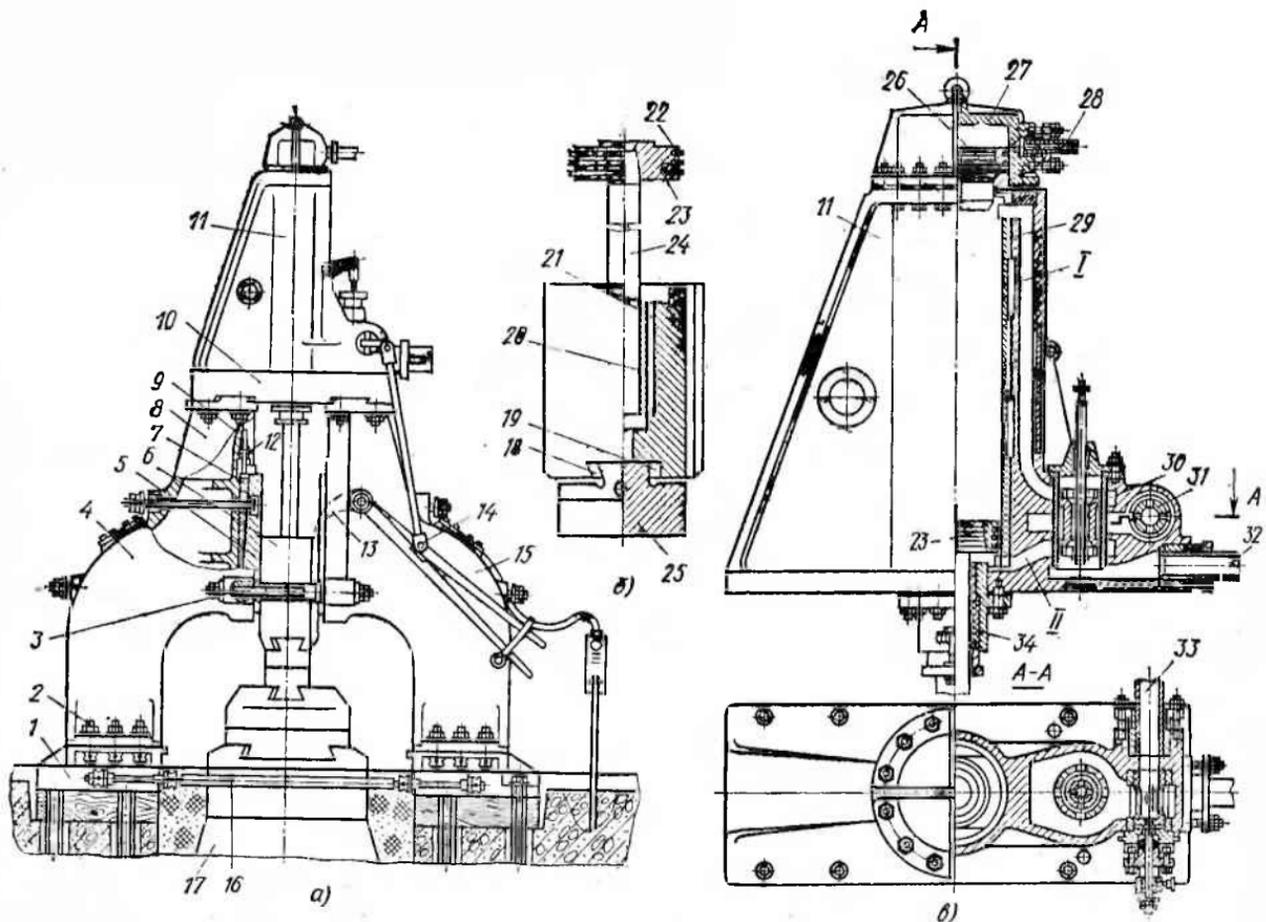


Рис. 51. Паровоздушный ковочный молот двойного действия с двустоечной станией:
 а — устройство, б — подвижные части, 26 — цилиндр молота

дующей расклепкой штока. Верхний боек крепится клином 18 и шпонкой 19.

Главной сборочной единицей (узлом) молота является рабочий цилиндр 11 (рис. 51, в). Внутри цилиндра находится поршень 23 со штоком 24. Сверху цилиндра установлен паровоздушный предохранительный цилиндр 27 с поршнем 26, который предохраняет крышку от возможных жестких ударов поршня 23. Труба 28, связанная с этим цилиндром, подсоединена к магистрали паропровода или сжатого воздуха.

В цилиндр запрессована втулка 29 из термически обработанного чугуна, которая при износе может быть заменена новой. В специальном приливе цилиндра размещена парораспределительная коробка, в которой смонтированы золотник 30 и дроссель 31.

В парораспределительной коробке при помощи нажимных фланцев смонтированы подводная 33 и выпускная 32 трубы.

Работа молота происходит следующим образом. Пар или воздух, поступая по каналу I, действует на поршень сверху, заставляя подвижные части двигаться ускоренно и развивать кинетическую энергию, большую энергии свободного падения.

Из нижней полости цилиндра пар по каналу II выходит в выпускную трубу. Когда свежий пар подается в нижнюю полость цилиндра, он действует на кольцевую площадь поршня и поднимает подвижные части вверх.

Для уменьшения утечки пара или воздуха служат регулируемые сальниковые уплотнения 34. Уплотнительным материалом служит асбестовая плетеная набивка. Применяют также манжетное уплотнение, металлическое уплотнение в виде колец, что повышает надежность и увеличивает срок службы этого узла. Конденсат, который образуется в цилиндре при работе молота, стекает в выхлопную трубу. Для предупреждения травм рабочего при обрыве шпилек и падении фланца под цилиндром молота устанавливается предохранительная сетка.

Шабот 4 молота представляет собой массивную отливку из чугуна или стали, масса которой в 15 раз больше массы подвижных частей молота. В шаботе при помощи клина и сухаря крепится подушка, в которой клином и шпонкой закреплен нижний боек.

Размеры элементов крепления штампов и бойков в бабе и подушке паровоздушных ковочных и штамповочных молотов регламентированы ГОСТ 6039—71.

Управление ковочным молотом—ручное с автоматической отсечкой впуска и выпуска пара или воздуха. Автоматическая отсечка обеспечивается воздействием саблеобразного рычага 13 на золотник через систему рычагов при скольжении сабли по наклонной плоскости бабы.

В молотах применяется комбинированная система смазки: централизованная (от индивидуального насоса с электродвигателем) для смазки цилиндра, золотника и дросселя и индивидуальная для смазки шарнирных соединений в системе рычагов управления и направляющих бабы.

Молоты устанавливаются на железобетонных фундаментах. Глубину заложения фундамента, площадь подошвы и необходимость его армирования устанавливают в зависимости от качества грунта, уровня грунтовых вод, близости расположения другого оборудования, для которого сотрясения нежелательны, и других причин.

Прокладки под шабот и фундаментные плиты изготовливают из строганых брусьев сухого дуба, бука и других твердых пород дерева. Для предохранения шабота ковочных молотов от смещения между шаботом и стенками фундамента прокладывают брусья из твердых пород дерева. Молот к фундаменту крепят анкерными болтами.

Наряду с ковочными молотами, имеющими двустоечную станину, имеются молоты со станией С-образной формы. Подход к такому молоту возможен с трех сторон, что создает значительные удобства при работе и эксплуатации молота.

Среди молотов с двустоечными станинами имеются молоты как арочного (рассмотренные выше), так и мостового типов. Станина молота арочного типа позволяет обслуживать молот только с двух сторон—спереди и сзади. Станины мостового (портального) типа благодаря широко расставленным стойкам лишены этого недостатка, так как обеспечивают доступ к поковке со всех сторон.

Штамповочные молоты. Штамповочные молоты являются основным оборудованием для горячей объемной штамповки. Благодаря своей универсальности, простоте конструкции и менее высокой стоимости сравнительно с некоторыми другими видами оборудования удобны при использовании их во всех видах производства, но в виду известной устарелости конструкции постепенно вытесняются более совершенными машинами.

Массу подвижных частей этих молотов и другие основные параметры выбирают по ГОСТ 7024—75. Масса подвижных частей штамповочных паровоздушных молотов от 630 до 25 000 кг. Однако наиболее широко применяются молоты с массой подвижных частей от 630 до 10 000 кг.

Штамповочные молоты по принципу работы аналогичны молотам ковки, однако в связи с особенностями процесса штамповки они отличаются:

большой массой шабота, достигающей 20—30-кратной величины массы подвижных частей, что обеспечивает более жесткие удары и лучшее заполнение полости штампа;

закреплением стоек на шаботе болтами с пружинами и скреплением их в верхней части подцилиндрической плитой с замком для повышения жесткости станины, более точным направлением движения бабы и уменьшением вибраций верхней части молота;

наличием регулируемых направляющих для бабы с целью исключения смещения одной половины штампа относительно другой, несколько большей высотой бабы, чем у ковочного молота;

выполнением стоек и подцилиндрической плиты из стального литья

(с содержанием углерода 0,3—0,4%) и бабы, ковальной из стали 40XH или 40XНВ;

большими скоростями движения бабы.

Шаботы штамповочных молотов изготавливают из высококачественного стального литья. Шаботы с массой подвижных частей до 6 т изготавливают цельными, свыше 6 т — составными. Устанавливают шаботы на подушках из дубовых или буковых брусьев или на прокладках из прорезиненной конвейерной ленты. С фундаментом шабот ничем не скрепляется.

Чтобы уменьшить вибрации, применяют виброизоляторы и виброгасители, устанавливаемые под железобетонной массой фундамента. В качестве виброизолятора применяют мощные кольцевые и тарельчатые пружины, а также резину.

§ 4. МЕХАНИЧЕСКИЕ МОЛОТЫ

В механических молотах передача энергии от главного электродвигателя подвижным частям осуществляется при помощи различных механических связей: фрикционных, гибких и упругих.

В молотах с гибкой связью для подъема бабы используется ремень, канат или цепь. К молотам с упругими связями относятся рычажные и рессорные молоты.

Фрикционные молоты с доской. Действие фрикционного молота с доской основано на использовании силы трения для подъема бабы. Падение бабы происходит под действием собственной силы тяжести. Таким образом, энергия удара фрикционного молота с доской определяется массой падающих частей и высотой их падения и подсчитывается так же, как и для пневматических молотов простого действия.

Фрикционные молоты с доской применяются для горячей объемной штамповки поковок, не требующих подкатки или протяжки, а также правочных работ. Простота устройства фрикционных молотов с доской по сравнению с паровоздушными и пневматическими молотами, отсутствие потребности в паре или сжатом воздухе в качестве энергоносителя обеспечили достаточно широкое их применение.

К существенным недостаткам этих молотов относится невозможность регулирования силы удара, их относительная тихоходность (30—50 ударов в минуту), недопустимость эксцентричных нагрузок и высокая стоимость досок. Поэтому производство их значительно сократилось. Молоты с доской выпускаются с массой подвижных частей 500—2500 кг. На заводах имеются и более крупные молоты с массой подвижных частей до 4500 кг.

Рабочие подвижные части фрикционного молота с доской состоят из бабы с бойком и доски, скрепленной с бабой при помощи плоского клина. Доска располагается вертикально между двумя колодками.

Кинематическая схема фрикционного молота с доской показана на рис. 52. Шабот 7 и баба 2 молота мало отличаются от подобных деталей паровоздушного молота. Когда доска 5 зажата между вращающимися роликами 4, подвижные части по направляющим 6 поднимаются вверх.

Перед концом подъема ролики раздвигаются, а доска зажимается тормозными колодками 3. Это положение соответствует держанию бабы на весу. Ролики должны отойти от доски несколько раньше, чем баба достигнет крайнего верхнего положения, иначе может произойти удар по головке молота.

Если по достижении крайнего верхнего положения ролики будут разведены, а доска не будет зажата тормозными колодками, то баба начнет падать и ударит по поковке. Чтобы баба ударилась из положения «держания на весу», необходимо нажать на педаль зажимного механизма. Тормозные колодки, связанные с педалью 1 системой рычагов и электропневматическим управлением, раздвинутся, и баба ударит по поковке.

Если отпустить педаль сразу после нажатия, молот сделает единственный удар. Если держать педаль нажатой, молот будет автоматически совершать последовательные удары.

Вращательное движение ролики получают от индивидуального электродвигателя через клиноременную и зубчатую передачи. Электродвигатель для смягчения сотрясений, возникающих при ударе, устанавливается на кронштейнах, подвешенных на пружинах.

Ролики изготовлены из чугуна литья, для увеличения теплоотдачи на их поверхности проточены каналы охлаждения. В тяжелых молотах с целью уменьшения усилия прижима роликов к доске и увеличения срока ее службы устанавливают две пары роликов.

Наименее долговечной деталью является доска. Нормальный срок службы ее 40—50 ч. Применяют обычно две доски (бук, ясень, клен), составленные по ширине. Между доской и бабой ставят резиновую прокладку, что увеличивает долговечность доски.

Схема управления фрикционного молота с доской с применением пневматики в зажимном механизме более подробно рассмотрена в § 5 «Молоты с автоматическим управлением».

Молоты с гибкой связью. В молотах с гибкой связью используется в качестве гибкой связи ремень или цепь. Молоты с гибкой

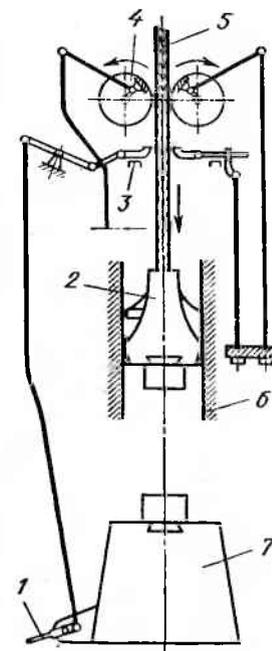


Рис. 52. Пневматическая схема фрикционного молота с доской:

1 — педаль, 2 — баба,
3 — тормозные колодки,
4 — ролики, 5 — деревянная доска,
6 — направляющие,
7 — шабот

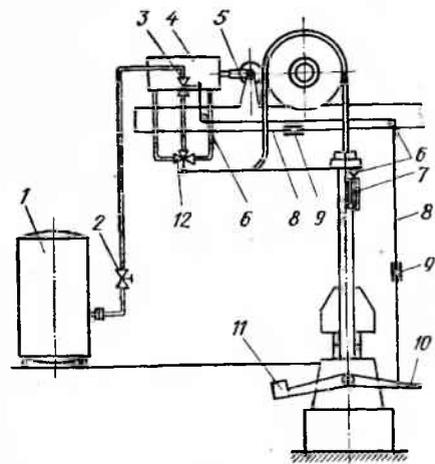


Рис. 53. Схема молота с приводом бабы от ремня:

1 — ресивер, 2 — редукционный клапан, 3 — распределительный клапан, 4 — пневматический цилиндр, 5 — тяга, 6 — ролик, 7 — рычаг, 8 — трос, 9 — стяжные гайки, 10 — педаль, 11 — противовес, 12 — трехходовой кран

связью применяются в нашей стране не широко, хотя в мировой практике удельный вес их еще достаточно велик.

Молоты с ремнем применяют для горячей штамповки и изготавливают их с массой подвижных частей от 150 до 2000 кг. Подъем бабы в молотах с ремнем строят по двум схемам: первая по принципу действия фрикционного молота с доской, т. е. подвижные части поднимаются при помощи ремня, зажимаемого между вращающимися роликами за счет возникающих сил трения; по второй схеме ремень наматывается на вращающийся шкив лишь для связи бабы с подъемником.

На рис. 53 показана схема молота с приводом бабы от ремня. Ремень к шкиву прижимается роликом при перемещении его тягой 5, связанной с поршнем пневматического цилиндра 4.

С целью исключения влияния колебания давления воздуха в сети снабжение воздухом цилиндра 4 осуществляется от ресивера 1, имеющего достаточный объем.

Величина рабочего давления воздуха выбирается в зависимости от потребной силы прижатия ремня и составляет 3—6 кгс/см². Давление регулируется редукционным клапаном 2.

Воздействие на распределительный клапан 3 цилиндра 4 осуществляется посредством троса 8 через педаль 10. Педаль поддерживается в верхнем положении противовесом 11.

Для ограничения высоты подъема бабы применяется трехходовой кран 3, который при контакте бабы с рычагом 7 переключает пневматический цилиндр на отвод прижимного ролика от ремня. В целях обеспечения безопасности рычаг 7 устанавливается

на расстоянии $2h$ от верхней поперечины молота $\left(h = \frac{v_0^2}{2g}\right)$.

Молоты с цепью работают аналогично молотам с ремнем и строятся с массой подвижных частей от 250 до 7500 кг. Предназначены они так же, как и молоты с гибкой связью, для горячей объемной штамповки. Число полных ходов этих молотов при величине хода 1000—1300 мм соответственно изменяется от 55 до 45 в минуту, а при легких ударах может достигать 80—100.

На рис. 54 показан молот с цепью. От электродвигателя 3 посредством клиноременной передачи 2 вращение передается маховику 4 и сидящей на противоположном конце вала шестерне,

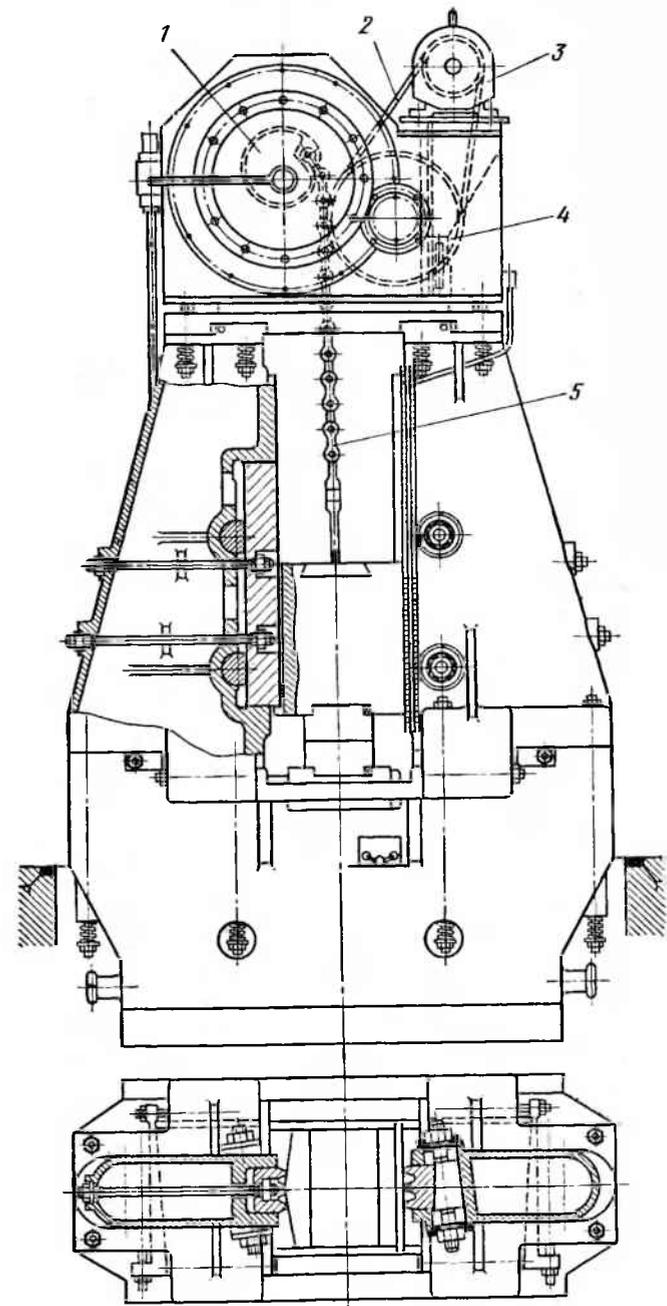


Рис. 54. Молот с цепью:

1 — подъемный блок, 2 — клиноременная передача, 3 — электродвигатель, 4 — маховик, 5 — цепь

которая сцепляется с зубчатым колесом однодисковой фрикционной муфты, свободно сидящей на валу. На другом конце вала закреплен тормозной диск, а в середине — подъемный блок 1 для цепи 5.

Цепь предохраняется от перегрузки разрывным звеном и соединяется с бабой через резиновый амортизатор. Управление системой переключения пневматических клапанов муфты и тормоза осуществляется при помощи электромагнитов.

Для приведения в действие схемы электропневматического управления требуется сжатый воздух, который может быть получен от заводской пневмосети или от индивидуального компрессора.

На молоте с цепью работают следующими режимами: серией легких ударов, отдельными легкими ударами, серией полных ударов, отдельными полными ударами. Кроме того, можно медленно опускать бабу до соприкосновения штампов. Подъем бабы осуществляется из любого положения. Для получения серии ударов различной энергии при каждом ударе нажимают на педаль.

§ 5. МОЛОТЫ С АВТОМАТИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ

Основным направлением развития современных технологических процессов штамповки на молотах является создание комплексного оборудования, позволяющего осуществлять непрерывный процесс нагрева, перемещения и штамповки поковок. Молотовое оборудование, оснащенное программным управлением, обеспечивает выполнение следующих условий:

основные процессыковки и штамповки должны осуществляться ударами, величина энергии которых должна быть подразделена на несколько категорий;

процесс штамповки, как правило, должен заканчиваться за 6—10 ударов;

время между последовательными ударами различно и определяется требуемой величиной хода;

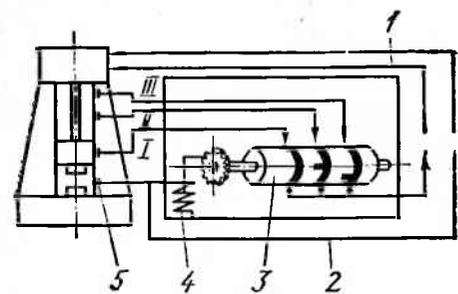


Рис. 55. Схема программного управления в зависимости от хода бабы молота простого действия

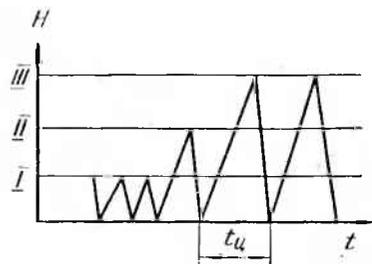


Рис. 56. Зависимость хода H бабы от времени цикла:

I, II, III — величина хода бабы, соответствующая положению контактов

должны предусматриваться задержки между отдельными ходами бабы (ударами), необходимые для переключивания заготовки из одного ручья в другой.

На рис. 55 показана схема программного управления молота простого действия, связанного с ходом бабы. В конце хода вниз баба воздействует на нижний конечный выключатель 5, при этом замыкается цепь 2 и поступает команда на обратный ход. Одновременно включается реле 4, которое воздействует на переключатель 3.

Программа переключается на следующий шаг, т. е. цепь 1 подключается к контактам I, II или III , расположенным на различных величинах (высотах) хода.

На рис. 56 показана зависимость хода H бабы от времени цикла.

В соответствии с количеством подключенных контактов устанавливается три высоты подъема бабы.

Таким образом, приведенная программа предусматривает три категории удара, различающиеся по величине энергии. Как сказано, время между последующими двумя ударами ($t_{ц}$) программируется в зависимости от величины хода бабы.

Для установления определенной величины времени, необходимого для переключивания заготовки из одного ручья в другой, соответствующего держания бабы на весу, в систему управления вводится реле времени, которое при включении в цепь обеспечивает задержку бабы в верхнем положении.

Для быстроходных молотов с очень малым временем цикла между ударами целесообразно применение программного управления, работающего не от величины хода бабы, а от кулачковой шайбы, вращающейся от отдельного электродвигателя. В этом случае время цикла между ударами и величина энергии ударов определяется геометрическими размерами рабочей части кулачковой шайбы, задаваемыми в зависимости от технологического процесса штамповки.

Система управления молотом обеспечивает возможность получения пауз в работе, необходимых, например, для удаления заклинившейся в верхнем штампе поковки.

При обнаружении брака работу приостанавливают, выявляют и устраняют причины брака, затем продолжают работу по программе.

Современные программные устройства достаточно совершенны и вполне могут удовлетворять современным требованиямковки и штамповки на молотах.

Схема автоматического управления по программе молотом простого действия с доской показана на рис. 57. Программное управление распределительным устройством молота подает команду на включение в зависимости от величины хода бабы.

Баба молота 3 удерживается в верхнем положении зажимом 4. При нажатии на нижний рычаг управления сжатый воздух в цилиндре 2 реверсируется через электромагнитный клапан 1, и тем

самым освобождается зажим 4, управляемый через колено-рычажный механизм 7. Баба под действием собственной тяжести падает, осуществляя штамповку, и одновременно в нижнем своем положении смещает посредством шибера 11 реверснующую штангу 10 с упором 13.

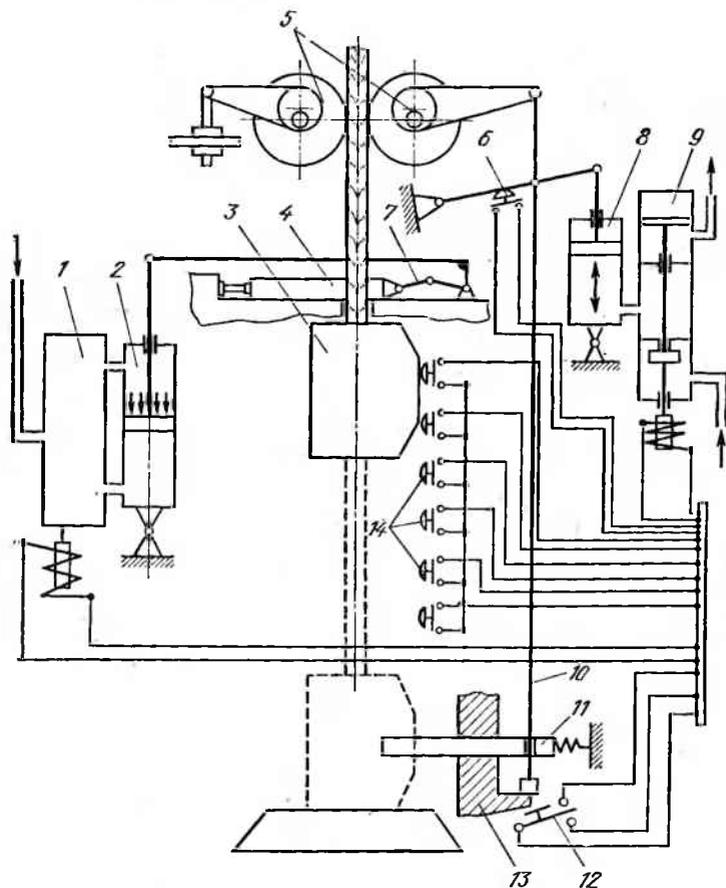


Рис. 57. Схема автоматического управления по программе молотом простого действия с доской

мым на прекращение подачи сжатого воздуха в цилиндр 8. Баба удерживается с помощью зажима 4.

Если требуется, чтобы остановка движения при подъеме бабы произошла раньше, чем сработает конечный выключатель, то в нужное время нажимают на педаль 12. За одно включение программного устройства может быть получено до шести ударов с различной энергией в зависимости от высоты подъема бабы.

Конечные выключатели, количество которых равно заданной максимальной программе числа ударов, располагаются на направляющей молота. Для повышения надежности работы системы управления ставят бесконтактные конечные выключатели. На пульте управления, по числу бесконтактных конечных выключателей, установлены переключатели, позволяющие исключить из программы те или иные по величине энергии удары.

Программное управление молота может осуществляться от педали или вынесено на пульт дистанционного управления (например, для совместной работы молота с манипулятором).

§ 6. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРЕССЫ

Гидравлические presses, согласно ранее приведенной классификации, относятся к машинам II группы, имеющим нежесткую кривую изменения скорости рабочих частей машины. Принцип работы гидравлического пресса основан на законе Паскаля, утверждающем, что давление, производимое на жидкость внешними силами, передается ею по всем направлениям без изменения. Принципиальная схема гидравлического пресса состоит из двух камер, снабженных поршнями (плунжерами) и соединенных трубопроводом.

Если к поршню 3 (рис. 58) приложить силу P_1 , то под ним образуется давление $p = \frac{P_1}{f_1}$ (f_1 — площадь поршня). Тогда по закону Паскаля давление p передается во все точки объема жидкости и, будучи направлено нормально к основанию поршня 2 большего диаметра, а следовательно, и площади поршня 1, создаст силу $P_2 = pf_2$, которая будет больше силы P_1 на основании закона Паскаля во столько раз, во сколько площадь f_2 больше площади f_1 , т. е. $P_2 = P_1 \frac{f_2}{f_1}$.

Элементы принципиальной схемы, показанной на рис. 58, можно встретить на любом гидравлическом прессе, при этом роль малого поршня выполняет поршень насоса, а большим явля-

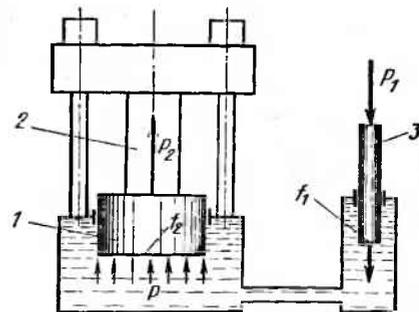


Рис. 58. Схема гидравлического пресса

Правый эксцентрико-подвижной подъемный ролик 5 контактирует с доской и поднимает бабу. При замыкании контакта крайнего верхнего конечного выключателя 14 в цилиндр 8 поступает через клапан 9 с электромагнитным управлением сжатый воздух. Под действием поршня прекращается работа регулирующей штанги и отводятся ролики для подъема доски, при этом конечный выключатель 6 дает команду на выключение клапана 9 и тем са-

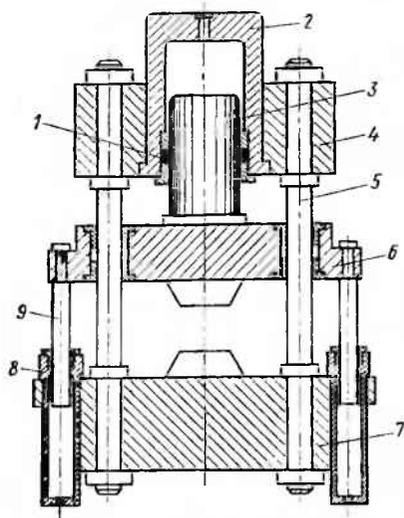


Рис. 59. Устройство гидравлического пресса

ется рабочий плунжер пресса. Усилие, развиваемое гидравлическим прессом, может быть очень большим, так как увеличивая площадь f_2 , а также рабочее давление жидкости p , можно получить усилие любой величины.

Величина рабочего хода пресса может быть также очень большой, для этого нужно только в системе насос — пресс поставить клапан; который будет пропускать жидкость только в одном направлении (от малого поршня к большому) за счет большого числа ходов поршня насоса. Изменяя количество жидкости, подаваемое насосом в единицу времени, можно легко регулировать скорость перемещения поршня гидрпресса.

Можно получить плавное или ступенчатое изменение усилия прес-

са, выдержку под давлением постоянной или переменной силы.

Устройство гидравлического пресса показано на рис. 59. Рабочий цилиндр 2, в котором движется рабочий плунжер 3, закреплен в верхней неподвижной поперечине 4, соединенной при помощи колонн 5 с нижней неподвижной поперечиной 7, устанавливаемой на фундаменте. Нижняя 7 и верхняя 4 поперечины вместе с колоннами образуют станину пресса.

Рабочий плунжер 3 соединен с подвижной поперечиной 6, имеющей направление по колоннам, и сообщает ей движение только в одном направлении — вниз. Для подъема подвижной поперечины 6 установлены возвратные цилиндры 8 с плунжерами 9. Для исключения утечек жидкости, находящейся под давлением, цилиндры снабжены уплотнениями. Рабочий плунжер 3 также имеет уплотнитель 1.

Главным параметром гидравлического пресса является его номинальное усилие, равное произведению рабочего давления жидкости в цилиндре пресса на активную площадь его рабочего плунжера.

Гидравлические прессы подразделяются на прессы для металла и для неметаллических изделий. Прессы для металла имеют также несколько групп в зависимости от их технологического назначения.

Из гидравлических прессов, предназначенных для горячей обработки металла, можно выделить: ковочные для свободнойковки с номинальным усилием 500—15 000 тс, штамповочные для горячей объемной штамповки деталей и заготовок с номинальным усилием 1000—75 000 тс.

Многообразие конструктивного исполнения гидравлических прессов определяется их различным технологическим назначением. Наибольшее распространение получила четырехколонная неподвижная станина с перемещением подвижных частей в вертикальной плоскости.

По количеству рабочих цилиндров прессы подразделяют на одно-, двух-, трех- и многоцилиндровые.

В состав любой гидропрессовой установки входят: пресс, источник жидкости высокого давления (привод), приемники для жидкости (баки), органы управления, различные распределители, клапаны и т. п. и трубопровод с соответствующей аппаратурой, соединяющей все указанные элементы в единую систему.

Все источники высокого давления (привод прессы) разделяют на три группы: насосный безаккумуляторный привод, насосно-аккумуляторный привод, мультипликаторный привод.

При насосных безаккумуляторных приводах питание гидропресса рабочей жидкостью высокого давления осуществляется от насосов. Этот привод называют индивидуальным, поскольку обычно он обслуживает один пресс. Особенностью насосного привода является то, что насос всегда развивает такое давление, которое соответствует сопротивлению, оказываемому заготовкой. Так как сопротивление деформированию заготовки во время рабочего хода всегда изменяется, давление жидкости в насосе является переменным.

Скорость перемещения подвижной поперечины зависит только от производительности насоса. Поэтому насосы и двигатели к прессам выбирают по наибольшей скорости, с которой должна двигаться поперечина, и максимальному усилию, которое должен развивать пресс. Поэтому на многих операциях мощность насосов полностью не используется даже при рабочих ходах, не говоря об обратных и холостых ходах.

Преимуществом насосного привода являются небольшие габаритные размеры всей установки.

К насосно-аккумуляторным приводам прессов относятся приводы, осуществляющие питание пресса рабочей жидкостью высокого давления при рабочем ходе одновременно от насоса и аккумулятора. В этом случае между прессом и насосом устанавливается дополнительная емкость, в которой скапливается (аккумулируется) жидкость высокого давления. Аккумулятор может за короткое время отдать запас накопленной жидкости, а затем возобновить его.

Таким образом, аккумулятор как бы дополняет недостающую во время деформирования заготовки производительность насосов и мощность электродвигателей, обеспечивая в нужный момент высокую скорость движения поперечины и необходимое усилие прессы.

При насосно-аккумуляторном приводе скорость подвижной поперечины не зависит от производительности насосов, а определяется только сопротивлением заготовки.

При аккумуляторном приводе потери больше, чем при насосном из-за большой длины трубопроводов и необходимости дросселирования жидкости во время рабочего хода, так как при постоянном давлении в аккумуляторе давление в гидросистеме пресса должно находиться в соответствии с переменным сопротивлением поковки (потребным усилием).

К мультипликаторным приводам относятся такие, в которых питание пресса во время рабочего хода осуществляется мультипликатором, подающим рабочую жидкость высокого давления определенными порциями в пресс.

Мультипликатор обычно состоит из двух цилиндров различных диаметров. В большой цилиндр поступает пар или воздух (паровоздушный мультипликатор), или жидкость от насосно-аккумуляторной станции или насоса (гидравлический мультипликатор). Из малого цилиндра жидкость более высокого давления поступает в рабочий цилиндр пресса. Мультипликатор представляет собой как бы одноцилиндровый насос.

Гидравлические прессы с приводом от парогидравлического мультипликатора имеют низкий к. п. д., поэтому их не строят.

В гидропрессовых установках в качестве рабочих жидкостей применяют воду или минеральное масло.

В воду для уменьшения коррозии цилиндров, плунжеров, деталей управления и трубопроводов добавляют 2—3% эмульсола. Его состав, %: 83—87 минерального масла, 12—14 олеиновой кислоты и 2,5 едкого натра 40%-ной концентрации. Используют минеральные масла: индустриальное, машинное, турбинное и т. п.

Гидравлические ковочные прессы предназначены для различных технологических операций свободнойковки (вытяжка, осадка, шлихтовка, прошивка, рубка и др.), а также объемной штамповки в подкладных штампах.

Четырехколонные гидравлические прессы получили наибольшее распространение и выполняются с верхним расположением трех цилиндров. Такая конструкция обеспечивает наиболее свободное манипулирование поковкой во время его обработки на прессе и устойчивость его при возникновении эксцентричных нагрузок.

Небольшие ковочные прессы для удобства их обслуживания, открывающего свободный подход к заготовке с трех сторон, иногда выполняются одностоечными.

Ковочные прессы отличаются большим числом ходов и высокой скоростью перемещения подвижной поперечины, поэтому заготовка в процессе обработки охлаждается незначительно, что является особенно важным при ковке мелких и тонких заготовок. На ковочных прессах обрабатывают заготовки крупных деталей: турбинные роторы, валы различных типов, обечайки, оружейные стволы и многие другие.

Поперечные размеры обрабатываемых на ковочных прессах заготовок колеблются от 150 до 3000 мм, а продольная длина достигает 30 м. Максимальное расстояние между столом и

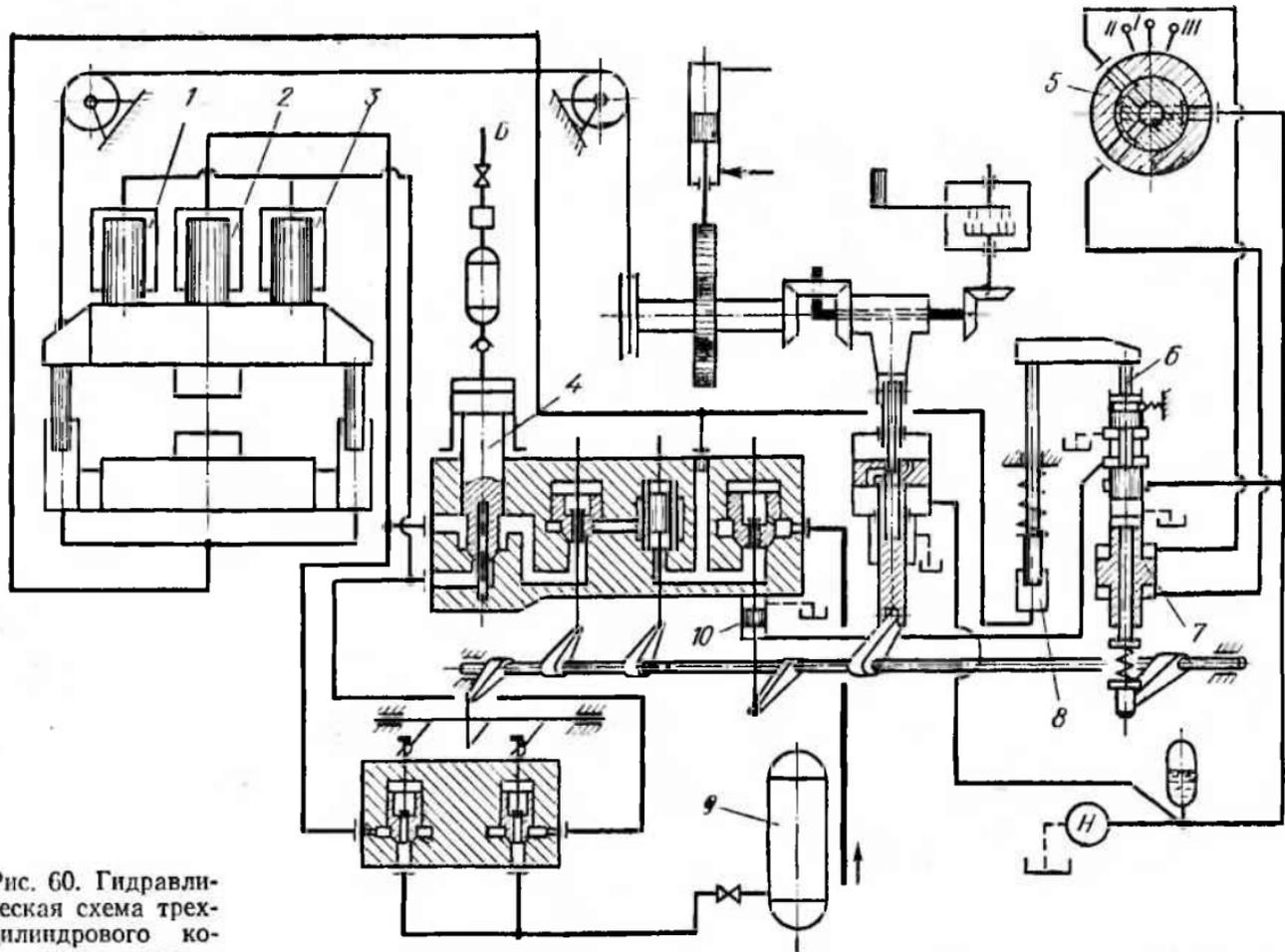


Рис. 60. Гидравлическая схема трехцилиндрового пресса

подвижной поперечиной у ковочных прессов достаточно велико, что позволяет осаживать высокие слитки, производить раскатку колец,

Ковочные прессы больших усилий имеют выдвижной стол, что позволяет легко менять инструмент.

На рис. 60 показана гидравлическая схема трехцилиндрового ковочного пресса. Поперечина пресса копирует движение рукоятки управления не только по направлению и длине хода, но и по скорости. Наличие трех цилиндров позволяет получить три ступени усилия подключением к гидроприводу одного центрального цилиндра 2, двух крайних 1 и 3 цилиндров или всех трех одновременно. Это повышает экономичность работы пресса при ковке заготовок, не требующих полного усилия.

Указанная схема обеспечивает: I — нормальную ковку (ход приближения — питание от наполнительного бака 9, рабочий ход — от насосно-аккумуляторной станции А), II — проглаживание (питание цилиндров — только от насосно-аккумуляторной станции, возвратные цилиндры находятся под постоянным давлением); III — работу под действием рабочей жидкости из наполнительного бака и массы подвижных частей.

Режим нормальнойковки устанавливается оператором переводом переключателя 5 режимов в положение, при котором обе полости цилиндра поршня-ограничителя соединены со сливом. Тогда при соприкосновении бойка с поковкой давление в линии возвратных цилиндров снижается до давления в наполнительном баке 9 и плунжер цилиндра 8 под действием пружины опускается вместе с золотником 6.

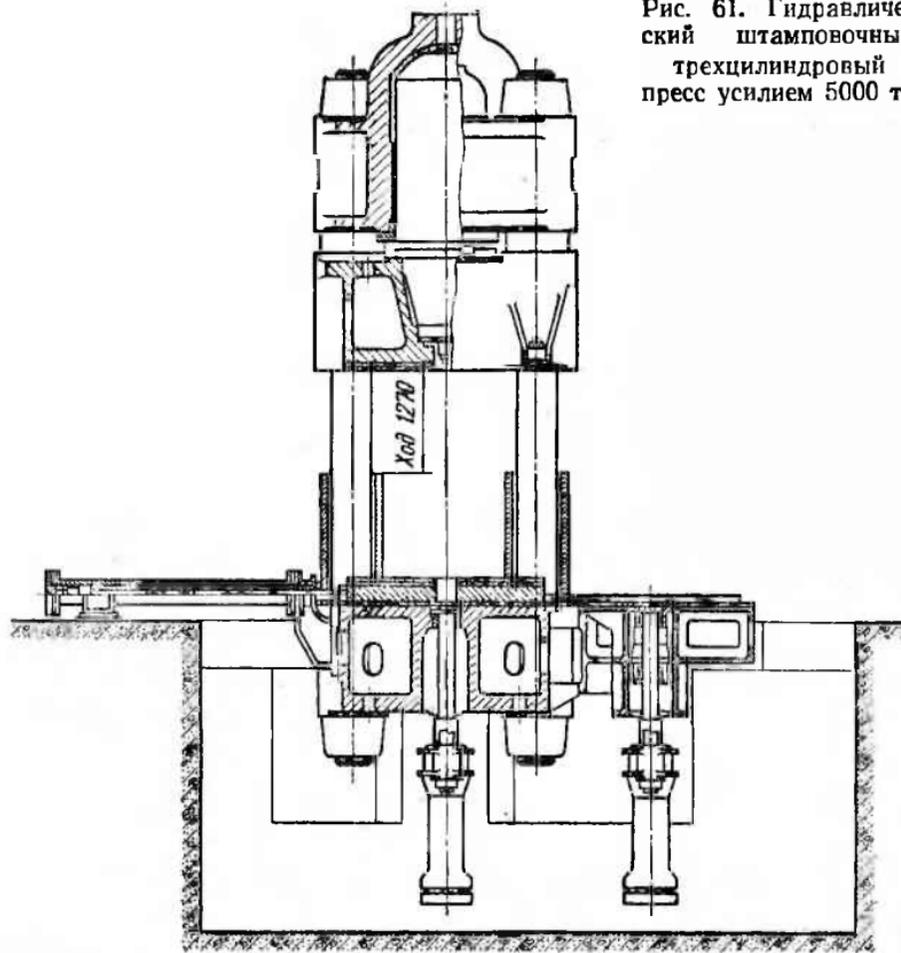
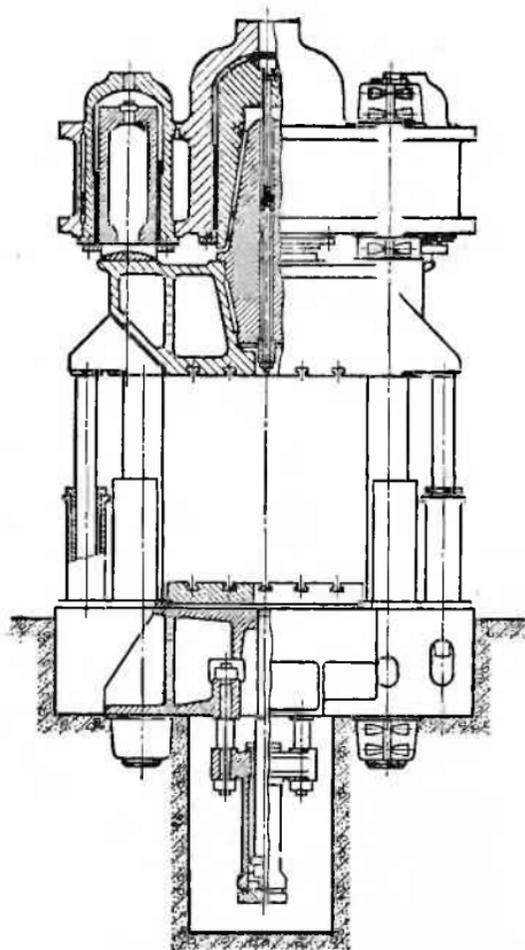
Поршень 10 сервоцилиндра открывает доступ жидкости высокого давления в цилиндры пресса. Происходит рабочий ход. При достижении установленного усилия при помощи клапана 4 жидкость высокого давления автоматически поступает и в боковые цилиндры 1 и 3. Пресс при этом может развить полное усилие.

Для получения режима проглаживания переключатель режимов 5 устанавливают в положение, при котором масло от насосной установки подается в верхнюю полость цилиндра поршня-ограничителя 7, а нижняя полость его соединяется со сливом. При работе под действием жидкости из наполнительного бака 9 и массы подвижных частей переключатель режимов направляет масло от насосной установки в нижнюю полость цилиндра поршня-ограничителя 7 и верхнюю полость соединяет со сливом. Золотник 6 не может опуститься и находится в крайнем верхнем положении.

Конструкция ковочного пресса допускает возможностьковки с эксцентричным приложением нагрузки. При этом колонны прессы не только растягиваются, но и изгибаются. С целью уменьшения изгиба колонн в ряде случаев рабочий плунжер заделывают жестко в подвижную поперечину пресса, в результате чего изгибающий момент передается через цилиндр на верхнюю поперечину. Колонны частично разгружаются от изгиба, однако возрастает износ уплотнений.

В ковочных прессах производства Днепропетровского завода

Рис. 61. Гидравлический штамповочный
трехцилиндровый
пресс усилием 5000 тс



прессов на нижней плоскости подвижной траверсы установлен клиновой зажим с приводом от пневматических цилиндров для быстрого крепления верхнего бойка, который позволяет устанавливать до трех бойков.

Гидравлические штамповочные прессы отличаются от ковочных:

меньшими величиной хода подвижной поперечины (при том же номинальном усилии) и высотой штампового пространства;

большой рабочей скоростью перемещения подвижной поперечины (время контакта инструмента с заготовкой меньше);

увеличенными размерами столов, что снижает удельное усилие, а также наличием подштамповой плиты, так как при передаче усилия непосредственно на стол могут произойти остаточные формоизменения его рабочей поверхности, что, в свою очередь, вызовет искажение формы штампуемой детали;

повышенной жесткостью станины и подвижной поперечины, обеспечивающей возможность восприятия эксцентричных нагрузок, возникающих вследствие несимметричности штампуемой заготовки, неравномерности нагрева или нанесения смазки, что может привести к искажению формы штамповки;

наличием выталкивателей для удаления отштампованных деталей;

отсутствием режима шлихтовочных ходов, обязательного для ковочных прессов.

Прессы усилием до 5000 тс строят с приводом от насосно-аккумуляторных станций или от маслонасосной установки, так как средние скорости рабочего хода составляют 1—5 см/с.

Для прессов усилием более 5000 тс применяют насосно-аккумуляторный привод. Давление рабочей жидкости до 450—400 кгс/см² повышают использованием промежуточного мультипликатора.

Гидравлический трехцилиндровый штамповочный пресс усилием 5000 тс показан на рис. 61. Пресс имеет четырехколонную станину. Средний цилиндр отлит заодно с верхней неподвижной поперечной. Плунжер среднего цилиндра жестко соединен с подвижной поперечной для восприятия части изгибающего момента, возникающего при эксцентричных нагрузках.

Боковые рабочие плунжеры передают усилие на подвижную поперечину через сферические опорные поверхности. Пресс имеет выдвижной стол и два выталкивателя, так что выталкивание поковок производится непосредственно на месте штамповки или после выдвижения стола.

Для производства точных штампованных крупногабаритных деталей из цветных сплавов для самолетостроения в СССР созданы уникальные гидравлические прессы усилием до 75 000 тс. В этом полностью механизированном прессе станина состоит из четырех рамных секций, связанных неподвижной поперечной, а сверху — мощными балками, служащими продольными связями. Пресс имеет 12 рабочих и 8 возвратных цилиндров. Размер стола 16 000×3500 мм.

Эти прессы в соответствии с приведенной классификацией относятся к III группе машин и предназначаются для выполнения различных операций горячей штамповки.

Горячештамповочные кривошипные прессы характеризуются большими силовыми и энергетическими параметрами. Прессы это-

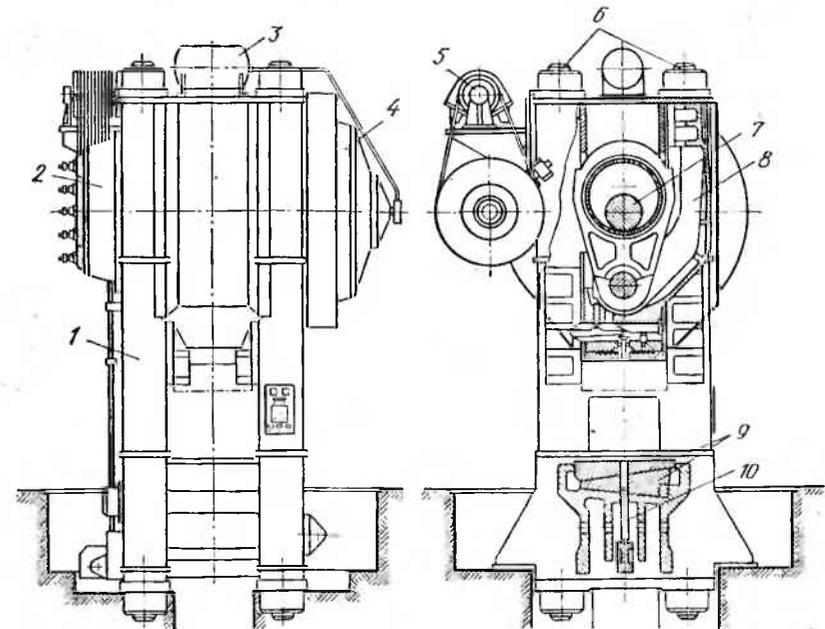


Рис. 62. Горячештамповочный кривошипный пресс:
1 — станина, 2 — тормоз, 3 — ресивер, 4 — муфта, 5 — электродвигатель, 6 — стяжные болты, 7 — кривошипный вал, 8 — ползун, 9 — клиновьяя регулировка штампового пространства, 10 — нижний выталкиватель

го типа выпускаются отечественными заводами усилием 630—6300 тс; мощность устанавливаемых электродвигателей от 20 до 500 кВт, величина хода ползуна 200—460 мм, число ходов ползуна в минуту 90÷40.

Применение горячештамповочных кривошипных прессов значительно улучшает условия труда рабочих в кузнечно-штамповочных цехах: снижен уровень шума и отсутствуют вибрации, присущие молотам. Эти прессы позволяют относительно легко осуществлять их механизацию и автоматизацию и встраивать в автоматические линии. Отсутствие ударов повышает стойкость штампов и позволяет изготавливать их рабочие элементы менее массивными, чем на молотах.

Основное качество горячештамповочных кривошипных прессов определяется жесткостью его конструкции. Высокая жесткость

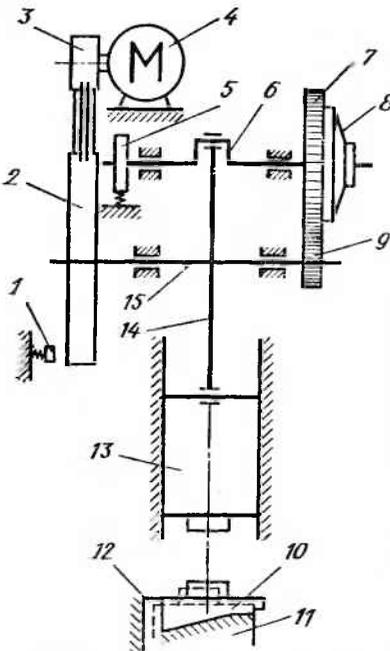
обусловливается требованиями к точности поковок, обеспечивает уменьшение энергетических затрат и надежность пресса при перегрузках, довольно частых при работе с горячим металлом. Использование сравнительно небольших размеров штампов определяет и небольшие габаритные размеры рабочих поверхностей стола и ползуна.

Основные параметры горячештамповочных кривошипных пресов определяются ГОСТ 6809—70.

На рис. 62 показан горячештамповочный кривошипный пресс. В станине пресса имеются направляющие ползуна, расположены подшипники эксцентрикового и приводного валов. Основные базовые детали станины литые (или из стального толстолистового проката), скрепленные стальными стяжными шпильками (болтами).

Так как при горячей штамповке почти всегда имеет место эксцентричное нагружение, ползун выполнен из высококачественной стальной отливки с удлиненной верхней частью, что обеспечивает надежное его направление в станине. Бронзовые плоские направляющие планки охватывают ползун пресса с четырех сторон. При этом передняя пара направляющих и одна пара боковых выполнены регулируемые. Регулировку осуществляют при помощи болтов и клиньев.

Подшипники эксцентрикового вала изготовляют цельными, при этом вставляют буксы, размер которых по диаметру позволяет осуществить сборку эксцентрикового вала. Буксы крепят болтами и клиньями.



В большинстве случаев привод пресса двухступенчатый от электродвигателя через клиноременную передачу на маховик, установленный на промежуточном валу, с которым эксцентриковый вал связан зубчатой передачей. Маховик установлен на промежуточном валу на фрикционном предохранителе, затянутом на заданный номинальный момент.

На рис. 63 показана кинематическая схема горячештамповочного кривошипного пресса. От электродвигателя 4 через клиноременную передачу и шкив 3 вращение передается маховику 2, сидящему на приводном валу 15. С противоположной стороны этого вала закреплено зубчатое колесо 9, которое зацепляется с зубчатым колесом 7, свободно вращающимся на кривошипном валу 6. Передача крутящего момента с вала 15 на кривошипный

Рис. 63. Кинематическая схема горячештамповочного кривошипного пресса

вал 6 может произойти только при помощи фрикционной с электропневматическим управлением муфты 8.

Вал 6, вращаясь, через шатун 14 приведет в возвратно-поступательное движение ползун 13, в нижней части которого закреплен верхняя половина штампа. Нижний штамп крепится к подштамповой плите 12 стола 11 пресса клином 10.

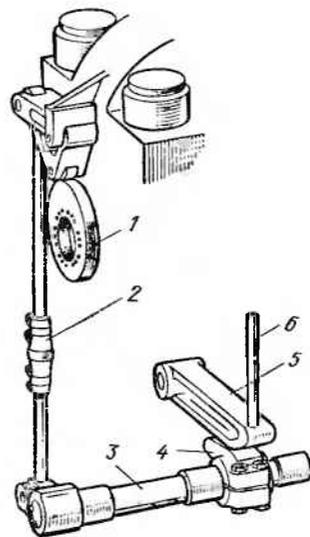


Рис. 64. Однопозиционный привод нижнего выталкивателя:

1 — кулак, 2 — система тяг и рычагов, 3 — вал, 4, 5 — рычаги, 6 — выталкиватель

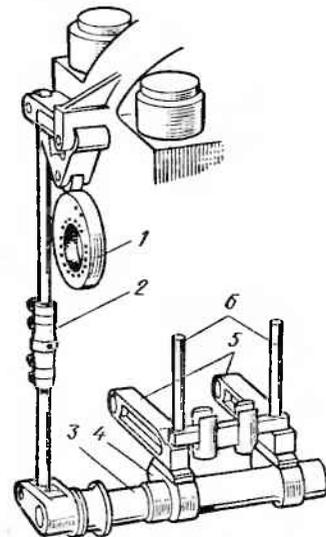


Рис. 65. Двухпозиционный привод нижнего выталкивателя (обозначения см. рис. 64)

Для останова вращения кривошипного вала в крайнем верхнем положении после совершения рабочего хода (или аварийного останова в любом положении) служит тормоз 5. Управляют прессом от кнопочной станции или ножной педали. Имеется тормоз 1 маховика.

Готовые штамповки удаляются верхним и нижним выталкивателем. Верхний выталкиватель получает привод через рычажную систему от шатуна пресса. Нижний выталкиватель в зависимости от числа необходимых штамповочных позиций выполняется одно-, двух- или многопозиционным.

Привод нижнего выталкивателя осуществляется от кулака 1 (рис. 64, 65) через систему рычагов и тяг 2 на качающийся вал 3 и через рычаг 4, который приводит в движение соприкасающийся с ним рычаг 5 и выталкиватель 6. Кроме выталкивателей с механическим приводом применяют также выталкиватели пневматические.

Величину штамповой высоты в горячештамповочных кривошипных прессах регулируют всего в пределах 10—20 мм при помощи стола с клиновой регулировкой.

На рис. 66, а, б показана клиновая регулировка штамповой высоты горячештамповочного пресса. Рабочая плоскость стола размещена на клине, который перемещается по наклонной плоскости станины.

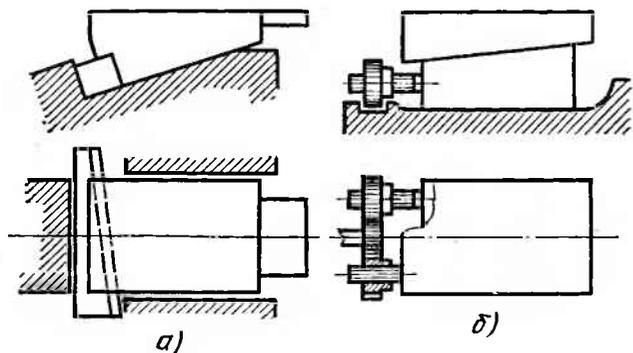


Рис. 66. Клиновая регулировка штамповой высоты: а — ручная, б — двухклиновая с электроприводом

Клин-стол опирается на второй поперечный клин, при помощи которого осуществляют регулировку стола по высоте.

Угол наклона плоскости непосредственно стола-клина принимается равным 14—16°, а поперечного клина 8—12°, что обеспечивает достаточную регулировку по высоте, а также возможность расклинивания пресса, когда большие усилия при деформации поковки приводят к заклиниванию ползуна. Заклинивание получается в результате израсходования энергетического запаса маховика и остановки ползуна при малом угле поворота кривошипного вала от крайнего нижнего положения (зона углов заклинивания).

Усилие при заклинивании может превышать в 2—3 раза номинальное усилие пресса, что всегда вредно отражается на прочности конструкции пресса и в особенности на кривошипном валу. Поэтому стремятся избегать заклинивания пресса.

При использовании конструкции стола-клина (см. рис. 66, а, б) разгрузку пресса осуществляют отводом поперечного клина и ударами кувалдой по специальному выступу стола. Рекомендуется разгрузку пресса производить после охлаждения поковки. Однако не всегда этим способом можно достигнуть желаемого результата, при сильном заклинивании пресса ацетилено-кислородным пламенем разрезают вставки штампа.

В последних конструкциях прессов применено специальное приспособление, устанавливаемое на стяжных болтах пресса — так называемые «гидрогайки».

В этом случае (рис. 67) верхние гайки стяжных болтов станины выполнены составными таким образом, что они образуют поршень и цилиндр, куда от насоса может подаваться жидкость высокого давления. При выведении пресса из распора под действием нагнетаемого под давлением 500—1000 кгс/см² масла создается одновременно удлинение всех стяжных болтов и сжатие стоек, затем из-под стыка вынимают прокладки 1, создающие предварительный натяг стяжных болтов.

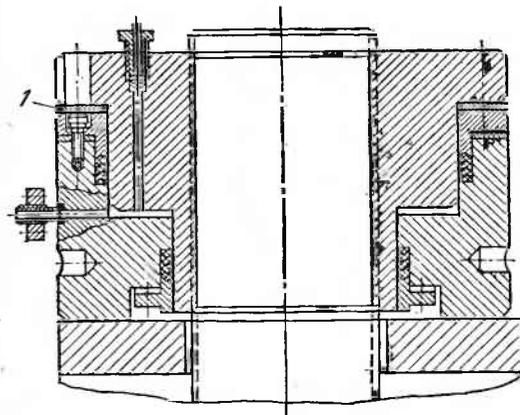


Рис. 67. Гидравлическая гайка на стяжных болтах для вывода из распора пресса

После снятия давления ползун выводится из положения заклинивания, затем вновь подают жидкость высокого давления, ставят на место прокладки и опять снимают давление.

Такие устройства значительно сокращают простои прессов, так как время, необходимое для вывода пресса из распора, не превышает 60 мин. Использование этого устройства позволяет производить одновременно затяжку стяжных болтов на любое строго контролируемое усилие. Масло в гидрогайки нагнетается специальным пневмогидравлическим насосом при давлении воздуха 5—6 кгс/см².

Так как кривошипные горячештамповочные presses относятся к дорогому и крайне металлоемкому оборудованию, они оснащаются устройствами, обеспечивающими безопасность работы и дающими информацию о состоянии машины, чтобы вовремя прекратить работу на них при неисправности. Информация о состоянии машины располагается на пультах управления и контролирует наличие смазки, температуру подшипников, давление воздуха, нагрузку главного электродвигателя.

В прессах отечественного производства наличие смазки в баке смазочной системы контролируется при помощи конечного выключателя, связанного с поплавковой системой. При отсутствии смазки срабатывает конечный выключатель и пресс отключается. Ползун пресса останавливается в крайнем верхнем положении. На дополнительном пульте загорается лампочка, извещающая, что «Нет смазки». Пресс может быть включен только после наполнения бака насосной станции маслом.

Температура подшипников скольжения кривошипно-шатунного механизма пресса — правого и левого коренных подшипников эксцентрикового вала и подшипника мотылевой шейки вала контролируется при помощи тепловых реле, установленных в буксах

и верхней головке шатуна. При нагреве одного из подшипников до 60°C муфта пресса отключается. Ползун пресса останавливается в крайнем верхнем положении, а на дополнительном пульте под надписью, указывающей расположение контролируемого подшипника, загорается лампочка. На прессе можно снова начать работу только после снижения температуры подшипника (выявления и устранения причин, вызвавших повышение температуры подшипника).

Контроль температуры подшипников вала позволяет следить не только за состоянием подшипников, но и за поступлением смазки в них.

От величины давления воздуха в пневматической сети пресса зависит нормальная работа узлов, работающих на сжатом воздухе — муфты, тормоза, уравнивателя, а от состояния муфты и тормоза не только производительность пресса, но и безопасность рабочего, обслуживающего пресс. С изменением давления воздуха меняется грузоподъемность уравнивателя, а следовательно, и нагрузка на подшипники и их работоспособность. Поэтому поддерживается давление воздуха 4,5—6 ат.

При падении давления воздуха до 4 ат реле давления отключает муфту пресса и ползун останавливается в крайнем верхнем положении. Начать работу можно только после того, как давление поднимается до 4,5 ат. То же происходит и при превышении давления выше 6 ат. В том и другом случае загорается лампочка с надписью «Давление воздуха».

Перегрузка главного электродвигателя сопровождается ростом тока в цепи электродвигателя и падением частоты вращения ротора, при этом возможен не только выход электродвигателя из строя из-за перегрева, но и заклинивание пресса. Перегрузки электродвигателя могут произойти при штамповке заготовок, требующих затрат энергии больше допустимых, при недогреве заготовки или при значительном увеличении числа включений пресса в минуту.

Падение частоты вращения электродвигателя сопровождается ростом силы тока, поэтому в цепь статора через понижающий трансформатор включены два реле максимальной силы тока, отключающие муфту пресса при повышении силы тока до величины, вызвавшей падение частоты вращения. При отключении муфты ползун останавливается в крайнем верхнем положении, а на пульте загорается сигнал «Перегрузка главного двигателя». Совершить следующий ход (включить муфту) можно только после того, как двигатель восстановит необходимую частоту вращения (лампочка погаснет). Педаль включения пресса имеет предохранительный козырек, исключающий включение пресса при падении на нее тяжелой детали.

Большое внимание при обслуживании пресса должно уделяться проведению наладочных работ. Правильно выполненная наладка пресса и инструмента будет способствовать получению не только точных поковок, но и устранил возможные перегрузки при работе пресса.

Винтовые машины применяют для горячей и холодной объемной штамповки, гибки, правки, чеканки и других операций. К винтовым кузнечным машинам относятся такие, которые в составе главного исполнительного механизма имеют винтовой шпиндель (винт) с несамотормозящейся резьбой прямоугольного или трапецеидального профиля и используют для деформации поковок кинетическую энергию вращательного, или винтового, движения масс.

Принцип действия винтовых машин заключается в разгоне подвижных частей (винт с маховиком или без маховика, ползун и верхний штамп) приводом фрикционного, электрического, пневматического или гидравлического действия во время хода вниз до определенной скорости, для того чтобы получить кинетическую энергию необходимой величины. Наибольшая скорость современных винтовых прессов с фрикционным и дугостаторным электроприводом составляет от 0,5 до 0,9 м/с, с гидроприводом — 0,9—2 м/с.

Параметры винтовых прессов регламентируются ГОСТ 713—74.

По характеру работы эти машины относятся к оборудованию, имеющему нежесткую кривую изменения скорости рабочих частей за время рабочего хода, поэтому, хотя винтовые машины и называют прессами, но по скорости движения рабочих частей они относятся скорее к молотам, чем к прессам. Общим с прессами у этого вида машин является наличие станины, выполненной в виде замкнутой рамы, которая, подобно станине кривошипного или другого пресса, воспринимает усилие в момент деформации заготовки.

Поэтому винтовые машины оценивают не только по величине запасенной кинетической энергии, но и по величине номинального усилия — это обстоятельство, а также сравнительно невысокая скорость встреч инструмента с заготовкой позволяют называть эти машины прессами, хотя по характеру своей работы, как указывалось выше, их было бы правильней называть молотами.

В отечественных винтовых прессах с гидравлическим приводом кроме запасенной кинетической

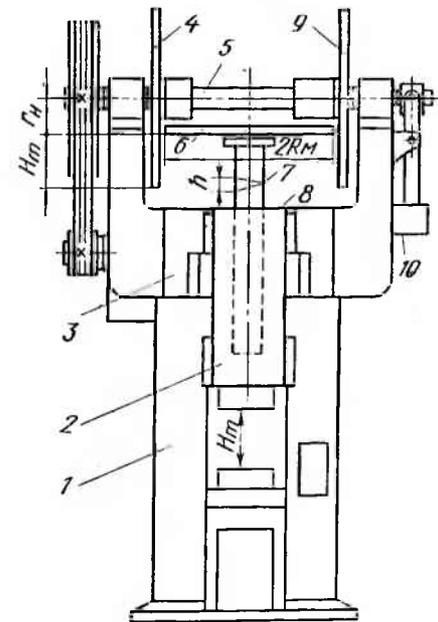


Рис. 68. Винтовой двухдисковый фрикционный пресс

тической энергии для деформирования заготовки используется усилие гидравлического цилиндра.

Винтовой двухдисковый пресс с фрикционным передаточным механизмом показан на рис. 68. Станина 1 винтового фрикционного пресса состоит из двух стоек, отлитых из стали или чугуна за одно целое со столом, и верхней поперечины 3, соединенной со стойками стальными стяжными болтами.

В верхней поперечине закреплена составная гайка 8, внутри которой проходит винтовая шпindelь 7, имеющий несамотормозящуюся многозаходную резьбу с углом подъема витков 12—20°. На верхнем конце шпинделя закреплен горизонтальный маховик 6 из стального или чугунного литья с обкладками из фрикционного материала по ободу (асбестовая тормозная лента, кожа, специальная пластмасса и др.).

Нижний конец шпинделя посредством пяты шарнирно соединен с ползуном 2,двигающимся в направляющих станины 1. Над маховиком 6 расположен горизонтальный приводной вал 5 с двумя дисками 4 и 9, расположенными таким образом, что расстояние между ними всегда несколько больше, чем диаметр маховика. Поэтому при перемещении горизонтального вала вдоль оси посред-

ством нажимного пневматического механизма 10 диски 4 и 9 поочередно нажимают на маховик, осуществляя его вращение и связанного с ним шпинделя то в одну, то в другую стороны.

Винтовой шпindelь, вращаясь в гайке, перемещает вниз и вверх подвижные части пресса. Привод винтового фрикционного пресса осуществляется от электродвигателя, пуск и останов которого производится кнопками. Вращение от электродвигателя передается маховику, закрепленному на приводном валу. Обычно при нажатии на маховик 6 левого диска происходит движение подвижных частей вниз, а при нажатии правого диска — вверх.

В верхнем положении подвижные части удержи-

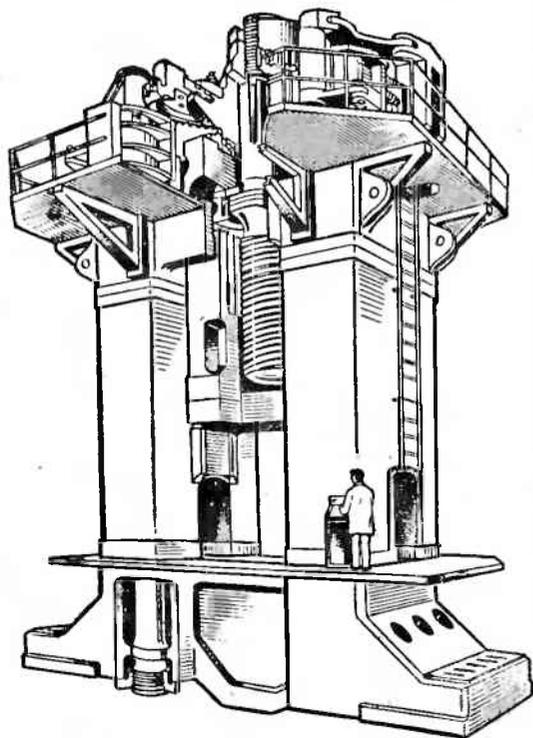


Рис. 69. Винтовой пресс с шестеренным приводом усилием 8000 тс

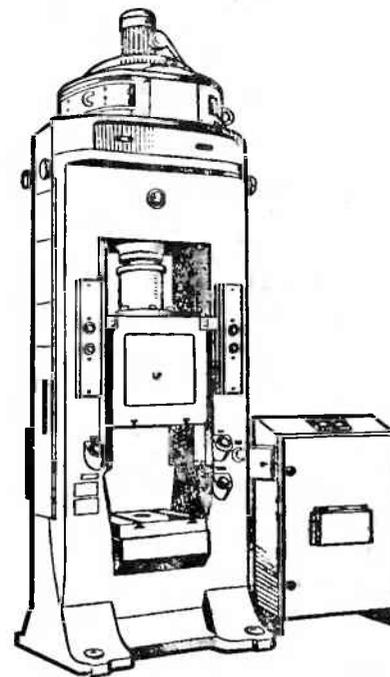


Рис. 70. Винтовой пресс с дугостаторным приводом усилием 160 тс

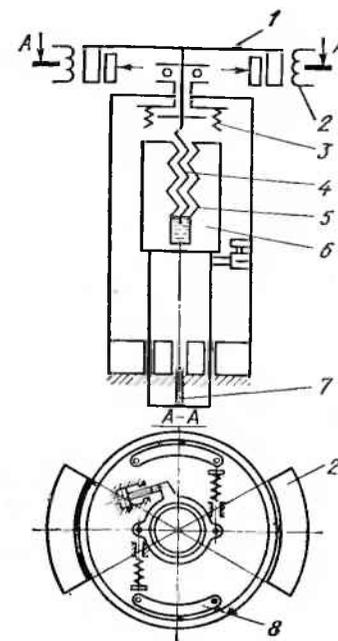


Рис. 71. Схема винтового пресса с дугостаторным приводом:
1 — маховик, 2 — дугостаторы,
3 — станина с амортизаторами,
4 — винт, 5 — гайка, 6 — ползун,
7 — выталкиватель, 8 — тормоз

вают ленточным тормозом с механическим или гидравлическим приводом.

Для крепления штампов в ползуне и столе пресса имеются Т-образные пазы, в центре стола размещается выталкиватель для удаления из штампа поковок.

Фрикционные винтовые прессы имеют существенные недостатки: громоздкость приводной системы, относительно быстрый выход из строя фрикционных обкладочных материалов, низкий к. п. д. из-за проскальзывания маховика и дисков и др.

Совершенствование винтовых фрикционных прессов шло в направлении отказа от громоздкой системы привода маховика посредством дисков. На рис. 69 показан крупный винтовой пресс усилием 8000 тс с приводом зубчатого венца маховика от четырех отдельных многополюсных электродвигателей (малооборотных), расположенных по окружности под углом 90° друг к другу. На приводных валах электродвигателей закреплены зубчатые колеса (шестерни), которые сцепляются с зубчатым венцом маховика. Для обеспечения изменения направления вращения маховика

(рабочий и возвратный ход) вращение роторов электродвигателей реверсируется.

Пресс предназначен для горячей и холодной объемной штамповки деталей из труднодеформируемых сплавов.

Из-за указанных недостатков винтовые фрикционные прессы отечественной промышленностью теперь не выпускаются, однако в эксплуатации их находится достаточно большое количество.

Винтовые фрикционные прессы заменяют винтовыми прессами с дугостаторным приводом (рис. 70). Принцип работы привода ползуна основан на использовании вращающегося электромагнитного поля, создаваемого не круговыми, как в обычных электродвигателях, а дуговыми статорами, которые приводят во вращение короткозамкнутый ротор, являющийся одновременно маховиком.

Конструкция привода пресса максимально упрощена, что обеспечивает по сравнению с фрикционными прессами высокую надежность и долговечность работы машины.

Вращение ротора-маховика 1 (рис. 71) непосредственно передается рабочему винту 4, ввернутому в рабочую гайку, жестко закрепленную в ползуне пресса. Винт связан с маховиком 1, имеет кольцевой бурт, опирающийся на кольцевую пятю, расположенную в нижней части ползуна, но осевого перемещения не имеет. Вращение винта 4 вызывает осевое перемещение гайки 5 с ползуном 6.

Два дугостатора 2 располагаются на станине 3 пресса. Для торможения в верхнем положении маховик имеет колодочный тормоз с электропневматическим приводом.

Дугостаторный привод упрощает получение пониженной частоты вращения маховика (100—300 об/мин) без применения редуктора.

Скорость вращения ротора асинхронного электродвигателя определяется по формуле

$$n = \frac{60\eta}{p} = \frac{3000}{p},$$

где n — частота вращения, об/мин; η — частота тока, 50 Гц; p — число пар полюсов электродвигателя.

Это равенство справедливо при круговом роторе, т. е. имеющем замкнутую дугу 360°. В случае уменьшения величины дуги статора скорость вращения ротора при том же числе пар полюсов соответственно уменьшается. Так, при четырех парах полюсов и круговом статоре ротор электродвигателя будет иметь 750 об/мин. При применении дугового статора (две дуги по 60°) с суммарным углом дуг 120° частота вращения ротора электродвигателя будет составлять всего 250 об/мин.

Указанный принцип используют при создании винтовых прессов с дугостаторным безредукторным приводом.

Для лучшего охлаждения электрического привода, работающего в пусконаладочных режимах, предусмотрен вентилятор с индивидуальным приводом.

Переключение привода на опускание (вращение маховика в одну сторону) и на подъем (изменение направления вращения на обратное) ползуна, а также требуемую величину хода ползуна, а вместе с ним и величину запасенной кинетической энергии устанавливают положением флажков, связанных с бесконтактными конечными выключателями, на которые оказывает воздействие ползун пресса при своем перемещении.

Детали винтовых прессов работают в крайне тяжелых условиях при холодном ударе (удар штампа о штамп без поковки), когда вся кинетическая энергия, накопленная подвижными частями, должна расходоваться на преодоление трения и упругую деформацию станины пресса.

Наиболее ответственную деталь машины — винтовой шпиндель — изготавливают из ковanej стали 40X, 40XНМА, 60С2, подвергают термической обработке до твердости HB240—280.

Винтовой шпиндель имеет резьбу прямоугольного, трапецеидального симметричного и трапецеидального несимметричного профилей, которую после термообработки шлифуют.

Гайка выполняется составной, имеющей стальную рубашку и резьбовую втулку из бронзы Бр0Ф10-1, БрАЖ9-11 и ОЦС5-5-5.

§ 9. ГИДРОВИНТОВЫЕ МОЛОТЫ И ПРЕСС-МОЛОТЫ

Винтовые гидравлические молоты и пресс-молоты предназначены для выполнения различных технологических операций объемной штамповки. Их также применяют при малоотходной и точной штамповке поковок из различных, в том числе и труднодеформируемых, сплавов и цветных металлов. В частности их используют при штамповке турбинных лопаток.

На пресс-молотах возможны применение программного управления и медленные наладочные скорости передвижения подвижных рабочих частей.

Принцип действия винтовых гидравлических пресс-молотов заключается в разгоне подвижных частей при помощи гидравлического передаточного механизма поступательного или вращательного действия.

Усилиям, приложенным по оси винтового шпинделя, или моментам, приложенным к маховику, осуществляется винтовое или вращательное движение шпинделя и маховика. Так же, как и в винтовом фрикционном прессе, подвижные части при движении вниз до момента соприкосновения с заготовкой накапливают кинетическую энергию, которая используется затем для деформирования заготовки. Возвратный ход осуществляется также при помощи гидравлического передаточного механизма.

В ЧССР выпускаются гидравлические молоты с номинальным усилием до 4000 тс (рис. 72, а). В этих молотах шток 2 цилиндра 1 соединен с ползуном 3, выполненным в виде рамы, в нижней части которой закреплена гайка. Гайка вместе с ползуном 3 перемеща-

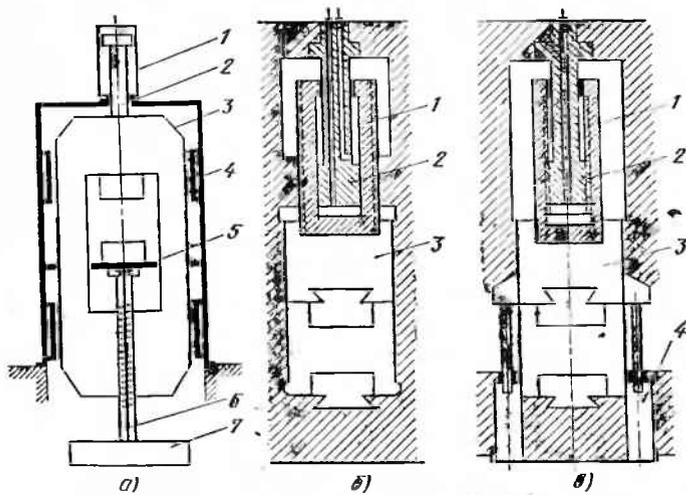


Рис. 72. Схемы винтовых гидравлических молотов (а) и пресс-молотов (б, в)

ется поступательно вниз и вверх, вызывая вращение винтового шпинделя 6 с маховиком 7 на нижнем конце. Винт с маховиком монтируют в нижней части машины, расположенной ниже уровня пола.

Ползун 3 движется в направляющих станины 4. Штамповка заготовки осуществляется при соударении рамы 3 со столом 5.

В отечественных конструкциях машин, предложенных проф. А. И. Зиминим, усилие гидравлического цилиндра составляет 0,25—0,2 номинального усилия пресс-молота.

Такое усилие оказывает значительное дополнительное воздействие на заготовку во время рабочего хода. В этом случае осуществляется комбинированное воздействие на заготовку: с одной стороны силой давления жидкости в цилиндре (по аналогии с гидравлическим прессом) и с другой (по аналогии с молотом) накопленной кинетической энергией.

На рис. 72, б, в показаны схемы гидравлических пресс-молотов. В этой машине нет отдельного гидравлического цилиндра или гидромотора и маховика, что характерно для других конструкций винтовых машин с гидравлическим приводом. Здесь маховик, гидравлический цилиндр и винт объединены в одну деталь — гидровинтовой цилиндр 1. Стенки цилиндра имеют наружную (рис. 72, а) или внутреннюю (рис. 72, б) несамотормозящую резьбу. При внутренней резьбе цилиндр выполняет роль подвижной гайки. Неподвижным винтом при этом служит плунжер 2 с поршнем на нижнем конце (рис. 72, б).

Полость винтового цилиндра используют для создания силы давления жидкости, направленной вертикально по оси. Под дей-

ствием этой силы масса винтового цилиндра разгоняется и накапливает кинетическую энергию винтового движения. Во время рабочего хода сила давления жидкости и кинетическая энергия посредством ползуна 3 деформирует заготовку. Возврат ползуна осуществляется цилиндрами 4.

Таким образом, полная энергия пресс-молота складывается из кинетической энергии подвижных частей накопленной до рабочего хода, и работы силы давления жидкости во время рабочего хода.

§ 10. ГОРИЗОНТАЛЬНО-КОВОЧНЫЕ МАШИНЫ

Горизонтально-ковочные машины (ГКМ) предназначены для горячей штамповки заготовок в многоручьевых штампах. Применяют их при изготовлении различных заготовок: полуосей грузовых и легковых автомобилей, клапанов, зубчатых колес, колец шарико- и роликоподшипников и т. д.

Штамповку ведут непосредственно из прутка или из штучных заготовок. По характеру движения рабочих частей ГКМ относятся к третьей группе, т. е. кривошипных машин.

Впервые ГКМ были изготовлены около 100 лет назад и были предназначены главным образом для высадки головок болтов. Теперь ГКМ широко применяют для изготовления различных заготовок деталей, требующих не только высадки, но и глубокой или сквозной прошивки, гибки, отрезки изготовленных поковок из прутка и других процессов. Поэтому главным параметром, характеризующим ГКМ, является номинальное усилие на высадочном ползуне.

Наличие съемных матриц позволяет получать поковки без штамповочных уклонов, заусенцев и с глубокими ответвлениями, а также при штамповке из прутка с прошивкой насквозь — без большого отхода (например, заготовки колец шарикоподшипника). Исходный материал для ГКМ — прокат повышенной точности.

Относительная простота конструкции и обслуживания сделали ГКМ незаменимыми при изготовлении заготовок деталей в серийном и крупносерийном производствах.

Большие технологические возможности ГКМ, позволяющие осуществлять многопереходную (4—6 переходов) штамповку, способствовали созданию различных конструкций машин с номинальным усилием от 100 до 3150 тс, ходом ползуна 200—700 мм и соответственно числом ходов в минуту 95—21. Основные параметры ГКМ с вертикальным разъемом матриц отечественного производства регламентируются ГОСТ 7023—70.

По конструктивному исполнению ГКМ разделяют на две основные группы: с вертикальной и горизонтальной плоскостью разреза зажимных матриц.

Машины с вертикальной плоскостью разреза зажимных матриц являются основной группой этих машин, выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью.

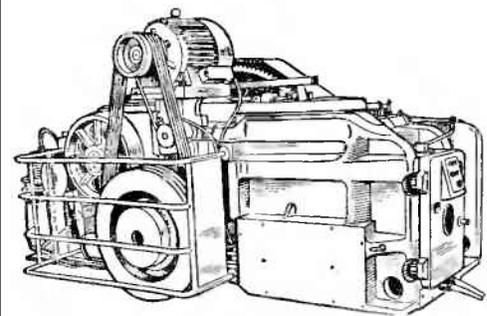


Рис. 73. Горизонтально-ковочная машина усилием 250 тс с вертикальной плоскостью разреза зажимных матриц

ГКМ с горизонтальной плоскостью разреза зажимных матриц впервые появились в середине 50-х годов и выпуск их возрастает. Появление и развитие производства ГКМ с горизонтальной плоскостью разреза зажимных матриц объясняется удобством механизации и автоматизации процесса штамповки на этих машинах, так как при раскрытых матрицах зев станины полностью открыт для движения заготовок по всей ширине матриц.

На рис. 73 показана горизонтально-ковочная машина (ГКМ) усилием 250 тс с вертикальной плоскостью разреза зажимных матриц, а на рис. 74 ее кинематическая схема.

От электродвигателя 10 через клиноременную передачу 9 вращение передается маховику, установленному на приводном валу. В маховике находится фрикционный предохранитель, который срабатывает при превышении допустимого крутящего момента.

С приводного вала через передачу 11, 13 вращение передается на коленчатый вал, на концах которого расположены фрикционная пневматическая муфта включения и пневматический ленточный тормоз 8. На этом валу закреплены прямой и обратный кулаки привода механизма зажима. Кривошипно-шатунный механизм 12 сообщает возвратно-поступательное движение высадочному ползуну 14, который закрепленным на нем блоком пуансонов совершает деформацию поковки.

Ползун 6 механизма зажима получает движение от кулака 7 и через рычажную систему 4 передает движение зажимному ползуну 3, на котором установлена подвижная матрица 2, прижимающая заготовку к неподвижной матрице 1, жестко закрепленной на станине. Выстаивание зажимного ползуна 3 в переднем положении, необходимое для зажима заготовки во время штамповки, достигается соответствующим профилем кулака 7.

Для нормального протекания технологического процесса штамповки усилие зажима заготовки (усилие зажимного ползуна) составляет 0,35 от номинального усилия ГКМ. Предохранение механизма зажима от перегрузки достигается при помощи самовосстанавливающегося пружинно-рычажного предохранителя 5.

Показанная на рис. 73 ГКМ имеет стальную литую станину (без стяжных болтов), массивные стенки которой усилены вертикальными и горизонтальными ребрами. Приводной вал расположен ниже коленчатого, вынесен вперед и установлен в неразъемных опорах. Высадочный и зажимной ползуны с целью обеспечения высокой точности движения имеют по две пары направляющих. Хобот высадочного ползуна, соединяющий основное тело ползуна с дополнительными задними направляющими, расположен под коленчатым валом, а хобот бокового ползуна — над коленчатым валом.

Кривошипно-шатунный механизм работает в подшипниках скольжения из высокооловянистой бронзы ОФ10-1. Все три опоры коленчатого вала разъемные. Усилие штамповки с шатуна на ползун передается через цилиндрическую поверхность малой головки шатуна. Палец, соединяющий шатун с ползуном, служит только для обратного нерабочего хода.

Муфта и тормоз — фрикционные с электропневматическим управлением. Тормоз маховика (для ускорения останова маховика после выключения электродвигателя) — пневматический колодочный (колодка прижимается к торцу обода маховика). Смазка машины — жидкостная принудительная.

Другие ГКМ с вертикальной плоскостью разреза зажимных матриц отличаются от описанной некоторыми конструктивными особенностями, основными из которых являются наличие или отсутствие стяжных болтов на станине машины (все крупные ГКМ обязательно имеют дополнительные поперечные и продольные связи), наличие привода зажимного ползуна; наличие или отсутствие микропривода, обеспечивающего удобство наладки; конструктивные исполнения муфты (например, ГКМ имеют однодисковую фрикционную муфту с металлической диафрагмой) и др.

Полная механизация ГКМ с вертикальной плоскостью разреза матриц вызывает значительные трудности и поэтому имеющиеся конструкции перекладчиков заготовок из ручья в ручей еще не вполне отвечают требованиям современного производства.

Стремление получить ГКМ, которая отвечала бы всем требованиям, предъявляемым к этой группе машин (получение поковок, точных по допускам, хороший доступ в зону штамповки), привело к созданию ГКМ с горизонтальной плоскостью разреза матриц. На рис. 75, а, б показана ГКМ с горизонтальной плоскостью разреза зажимного ползуна. Механизм зажима состоит из верхней подвижной части станины 1, соединенной с нижней станиной 12 шарниром 7, и двух зажимных шатунов 14.

Привод механизма зажима осуществляется от шатуна 11 через рычаг 10, связанный с двуплечим рычагом 9, имеющим воз-

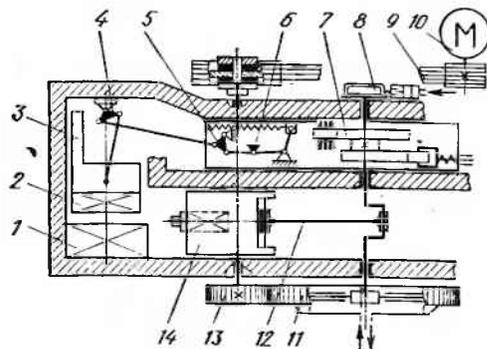


Рис. 74. Кинематическая схема горизонтально-ковочной машины

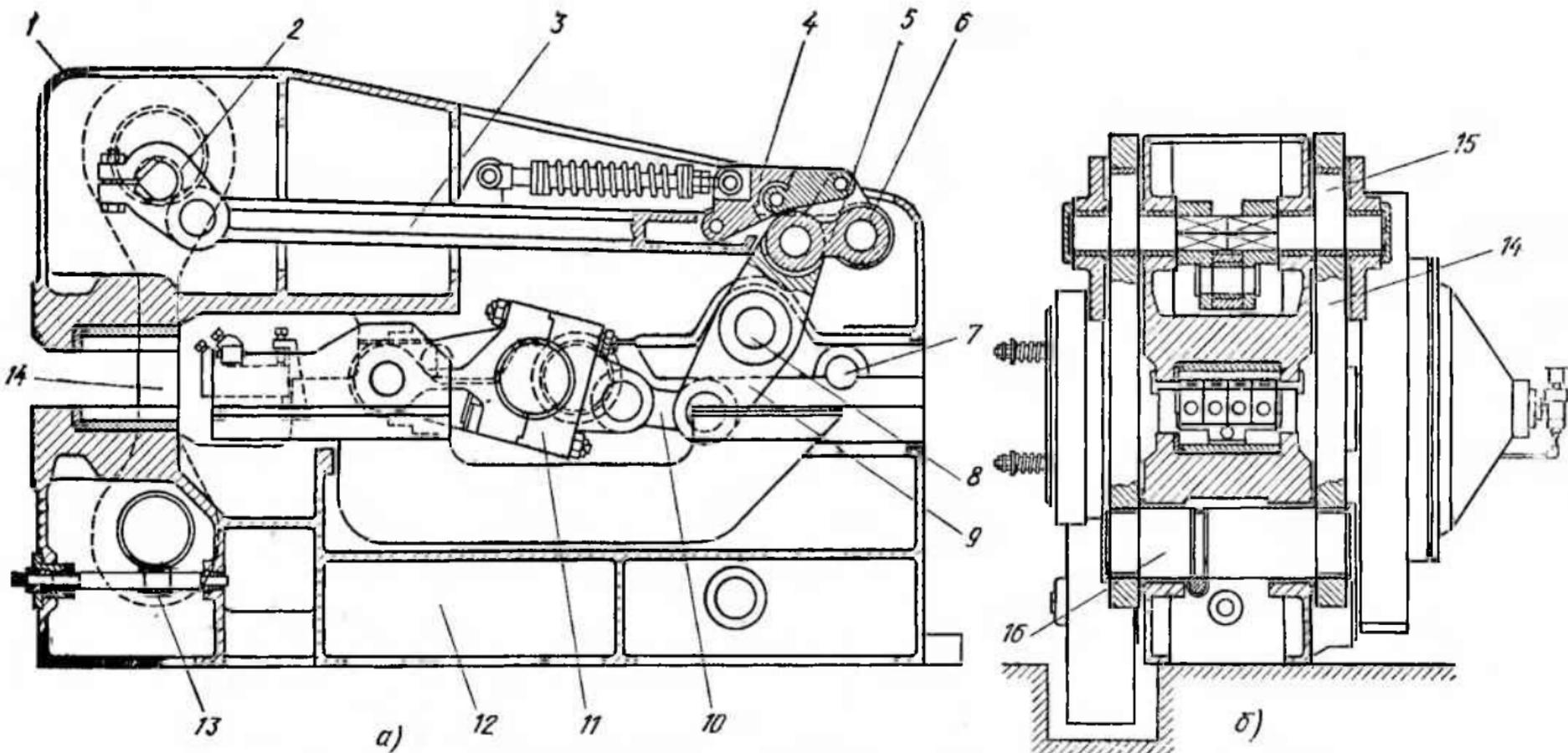


Рис. 75. Горизонтально-ковочная машина с горизонтальной плоскостью разъема матриц:
 а — продольный разрез рабочих механизмов, б — разрез матричного блока (вид спереди)

возможность качаться на оси 8. Через серью 5 движение передается рычагу 3, связанному через серью 2 с эксцентриковым валом 15, на обоих концах которого на эксцентриках установлены два зажимных шатуна 14.

При движении высадочного ползуна вперед рычаг 10 начинает перемещаться вправо и вверх, вызывая отклонение двухплечевого рычага 9, который, в свою очередь, через систему тяг и рычагов поворачивает вал 15, в результате этого подвижная и неподвижная матрицы смыкаются, зажимая материал. Дальнейшее движение подвижной матрицы становится невозможным.

Однако когда матрицы уже сомкнулись, все еще продолжается движение высадочного ползуна, а следовательно, и поворот вала 15. Очевидно, что после закрытия матриц дальнейшее движение механизма зажима возможно только за счет растяжения зажимных шатунов 14, охватывающих зажимную качающуюся траверсу с двух сторон, что и обеспечивает нужное усилие зажима матриц, а также необходимую их выдержку (стояние) в замкнутом положении. При движении высадочного ползуна назад раскрытие матриц идет в обратном порядке.

Механизм зажима предохраняют от перегрузки пружинно-рычажным предохранителем 4. Надежная работа механизма зависит от правильного выбора местоположения оси 6 по отношению к оси рычага 3 и подбора пружины.

Усилие зажима матриц регулируют поворотом эксцентриковой оси 16, что достигается червячной передачей 13.

В крупносерийном и массовом производстве однотипных поковок из пруткового материала диаметром 25—200 мм ручная подача заготовки в штамповое пространство тяжела и изнурительна, поэтому механизация и автоматизация штамповки на ГКМ были осуществлены в этих типах производства.

Одним из первых средств механизации явился подъемно-транспортный пневматический стол, при помощи которого заготовка (пруток) удерживается на весу и перемещается по вертикали на уровень того или иного ручья штампа. Остальные манипуляции с прутком выполняют вручную или при помощи какого-либо подъемного механизма.

В отдельных случаях в массовом производстве однотипных поковок целесообразнее использовать многопозиционный горячештамповочный автомат. Но в ряде случаев автоматизация ГКМ является необходимой, особенно при штамповке стержневых изделий с набором металла и формовкой различных полостей на одном из концов этого стержня.

На рис. 76 показана автоматическая подача к ГКМ с горизонтальной плоскостью разъема зажимной матрицы, позволяющая работать в автоматическом режиме или с использованием каждого второго, а иногда третьего или четвертого хода ползуна, с целью обеспечения надежной системы охлаждения инструмента. Использование автоматической подачи к ГКМ целесообразно при индукционном нагреве штучных заготовок.

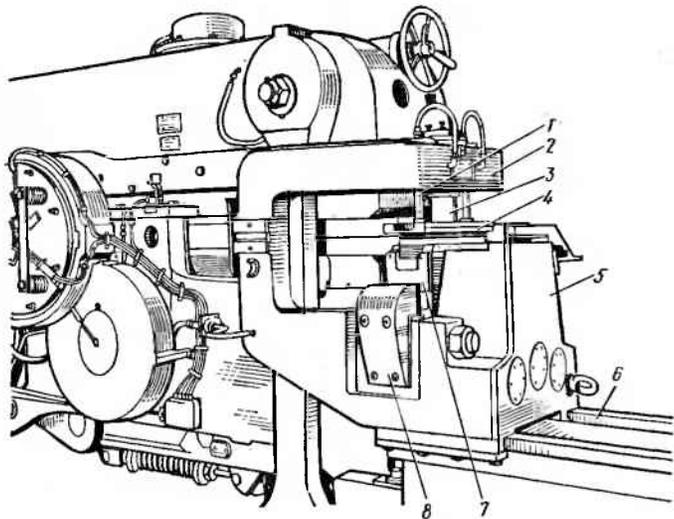


Рис. 76. Автоматическая подача к ГКМ с горизонтальной плоскостью разъема зажимной матрицы

Как видно из рис. 76, автоматическая подача расположена на передней стороне машины и выполнена таким образом, что остается открытым доступ к инструменту ГКМ, не затрудняется и не усложняется ее переналадка, а также подналадка в процессе работы.

Все рабочие части подачи крепятся на станине 5. Для удобства смены инструмента и подналадки ГКМ, а также при изменении длины исходной заготовки исполнительная часть подачи 2 имеет возможность перемещаться по станине 6. Привод подачи 8 осуществляется через систему рычагов и зубчатых колес от кривошипного вала ГКМ.

На ползуне 7 подачи укреплены направляющие планки, имеющие призматические выемки (пазы), где находятся заготовки во время штамповки. Расстояние между призматическими выемками соответствует расстоянию между ручьями инструмента ГКМ.

Над направляющей планкой расположена зажимная балка 4, которая управляется от пневматического цилиндра 3 и перемещается по колонкам 1.

Зажимная балка имеет такую же направляющую планку с призматическими выемками для фиксации заготовки сверху.

Автоматическая подача работает в такой последовательности. От индукционной нагревательной установки (на рисунке не показана) нагретая до ковочной температуры заготовка закладывается в подающее устройство непосредственно над правым призматическим вырезом направляющей планки ползуна 7.

При расположении индукционного нагревательного устройства рядом с машиной на высоте инструмента ГКМ передачу нагретой заготовки в призматический вырез направляющей планки можно осуществлять при помощи толкателя.

Затем при помощи рычага 8 после включения ГКМ направляющая, закрепленная на ползуне 7, поднимается по дуге и пруток прижимается к балке 4. В следующий момент при продолжении дугообразного движения открываются зажимные матрицы инструмента ГКМ и заготовка вводится в ручей. Пруток (штучная заготовка) при этом надежно удерживается балкой 4, находящейся под постоянным давлением сжатого воздуха от цилиндра 3, так что проворот прутка при его перемещении в первый ручей матрицы и затем при последующих передачах из ручья в ручей полностью исключается.

После того как заготовка уложена в ручей, балка 4 ГКМ опускается и зажимает заготовку. Ползун 7 продолжает свой криволинейный путь, возвращаясь в исходное положение. Таким же образом заготовка перемещается от ручья к ручью. Цикл вновь повторяется при введении каждой новой заготовки.

Импульс на включение машины в работу обычно поступает от индукционного нагревательного устройства.

Заготовка, проходя по ручьям инструмента ГКМ, постепенно деформируется, приобретая требуемую форму, и при последнем движении ползуна 7 оказывается снаружи машины, вне блока инструментов. Там заготовка укладывается в направляющую, с которой передается на конвейер или в сборник.

Для надежной и безопасной работы на горизонтально-ковочной машине следует иметь в виду, что во время работы штампы сильно нагреваются, особенно при использовании автоматических подач, когда число используемых ходов машины в минуту резко возрастает. Чтобы повысить стойкость штампов, предусматривается специальная система охлаждения из труб, расположенных под штампами, которая обеспечивает душевое распыление воды. Система охлаждения включается оператором вручную.

Управление ГКМ осуществляется при помощи электропневматической системы. Включение машины на рабочий ход производится нажатием ноги на педаль управления. При этом электромагниты открывают клапаны пневматической системы и сжатый воздух подается сначала в цилиндр ленточного тормоза (машина растормаживается), а затем в цилиндр муфты, включая ее в работу.

При работе в режиме одиночных ходов коленчатый вал, заканчивая рабочий ход и приближаясь к крайнему заднему положению, проходит флажком (закрепленным на валу) бесконтактный конечный выключатель, который дает команду на клапаны электропневматической системы управления. Клапаны срабатывают, сбрасывая давление воздуха сначала из муфты, и тем самым выключают ее, а затем из цилиндра тормоза, останавливающего ползун машины в крайнем заднем положении.

При режиме одиночного хода машина останавливается независимо от того, нажата педаль или нет. Для пуска ее отпускают и вновь нажимают на педаль управления. Система управления обеспечивает также работу машины на автоматических (непрерывных) ходах до снятия ноги с педали или нажатия кнопки «Автоматические ходы».

Наладочный режим «Толчковый пуск» осуществляется только в тот момент (при переключении переключателя в соответствующее положение), когда нажата кнопка или педаль. В современных крупных ГKM предусмотрен также наладочный режим на пониженном числе ходов машины, от специального микропривода (дополнительный электродвигатель малой мощности, подключаемый к основному двигателю через электромагнитную муфту включения и замедляющий редуктор), часто устанавливаемого на второй конец вала главного электродвигателя.

Пуск электродвигателя микропривода имеет блокировку с пуском главного электродвигателя таким образом, что включение электродвигателя микропривода возможно только при отключенном главном двигателе и наоборот. Во избежание неожиданного включения машины во время ее ремонта и осмотра, а также при перерывах в работе педаль ГKM имеет замыкатель.

Для экстренной остановки всех движущихся частей ГKM снабжают кнопками «Стоп».

Для предотвращения разлетаия окалины при сдуве воздухом и попадания струи воздуха и окалины на обслуживающий персонал в рабочем пространстве машин устраивают пневмоотсос или пневмосдуд с направленным перемещением окалины в приемник.

ГKM усилием 800 тс и более имеют автоматический указатель усилий, развиваемых в процессе технологической операции. Пусковая педаль ГKM, прибор включения вспомогательного привода, шкаф для электроаппаратуры снабжены замками, запирающимися при помощи ключей.

§ 11. МАШИНЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Высокая производительность, а также возможность работы автомата для горячей объемной штамповки непосредственно из прутка сделали их конкурентоспособными в массовом производстве однотипных деталей. В результате расширяющегося применения производство автоматов растет. Автоматы изготавливают усилием от 40 до 1200 тс при числе ходов штамповочного ползуна 200—35 (минутная производительность) и массой штампуемых поковок соответственно 0,02—3 кг.

Для обеспечения полной автоматизации процесса штамповки автоматы комплектуются механизированным или автоматическим стеллажом для подачи прутков, работа которого заблокирована с подающим устройством автомата, а также нагревательными устройствами, как правило, индукционного типа.

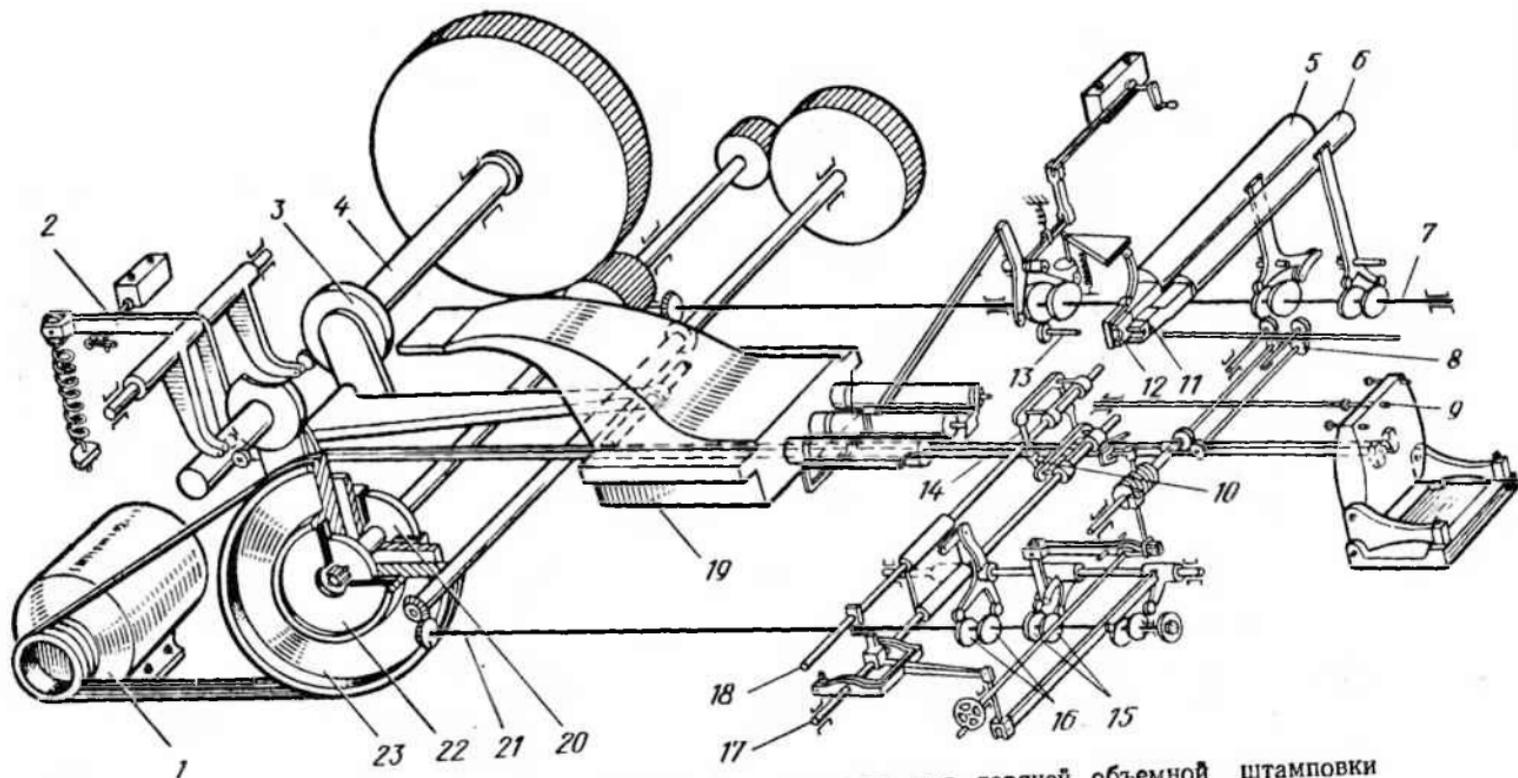


Рис. 77. Кинематическая схема трехпозиционного автомата для горячей объемной штамповки

В комплект оборудования для горячей штамповки поковок диаметром до 120 мм входят: четырехпозиционный горячештампованный автомат усилием 1200 тс, индукционная нагревательная установка мощностью 3600 кВА, автоматический стеллаж для питания автомата прутками диаметром до 65 мм и конвейеры для удаления поковок и отходов. Такой комплект за 8 ч работы штампует до 30 000 поковок, перерабатывая до 60 000 кг исходного материала. Для получения такой производительности необходимо от 6 до 10 горизонтально-ковочных машин такого же усилия.

Наличие четырех штамповочных позиций позволяет изготавливать сложные по форме поковки при высокой стойкости инструмента. Для удобства наладки, а также ремонтных целей одна из секций нагревательного устройства (ближайшая к автомату) может поворачиваться на определенный угол, освобождая доступ к автомату со стороны подачи.

Кинематическая схема трехпозиционного автомата (четырёхпозиционный отличается только наличием дополнительной позиции, расширяющей его технологические возможности) для горячей объемной штамповки представлена на рис. 77. Сборочные единицы (узлы) автомата крепят на станине рамного типа, выполненной из стального литья.

От электродвигателя 1, позволяющего плавно регулировать частоту вращения, через клиноременную передачу движение сообщается маховику 23 со встроенной в него пневматической фрикционной муфтой включения 22. Через муфту 22 движение получает вал, на котором расположен тормоз 20 и зубчатая передача, приводящая во вращение коленчатый вал 4. От вала муфты 22 движение передается другому промежуточному валу и от него через конические зубчатые колеса на два распределительные вала 21 и 7.

Штамповочный ползун 19 получает возвратно-поступательное движение от коленчатого вала 4. От двух распределительных валов 21 и 7 через кулаки и систему рычагов приводятся в действие остальные сборочные единицы (узлы) автомата.

Нижние ролики механизма подачи 8 получают привод от кулаков 15. Верхние подающие ролики прижимают материал к нижним при помощи пакета тарельчатых пружин. На поверхности роликов нанесена насечка для лучшего сцепления их с заготовкой и удаления при помощи ее окалины. Все четыре подающих ролика охлаждаются водой, протекающей через полые оси.

Материал подается до жесткого (регулируемого) упора 13. Для получения торцевой поверхности заготовки хорошего качества прутки перед началом реза, а также при резании прижимаются к отрезной матрице прижимной колодкой 11, закрепленной на ползушке 6, которая получает привод от кулаков на валу 7.

Отрезной нож 12, закрепленный на ползуне 5, приводится от кулаков, сидящих на том же валу. После отрезки заготовки ползун 5 продолжает движение вперед, вдоль матричного блока, перенося заготовку с линии подачи и отрезки на первую рабочую по-

зицию, где происходит осадка заготовки. При переносе отрезанная заготовка прижимается к ножу планкой при помощи пружины.

Механизм переноса заготовок между позициями обеспечивает непрерывность работы и является одним из основных, от надежности работы которого зависит стабильность работы автомата. Этот механизм имеет две пары клещей, каждая из которых оснащена верхними и нижними захватами. Верхние захваты подпружинены, что обеспечивает надежное удержание заготовок при колебании их диаметра.

Раскрытие клещей происходит при повороте державок 14 и 10, закрепленных на штангах 17 и 18. Штанги получают качательное движение от кулаков, расположенных на валу 21, через систему рычагов. Продольное перемещение клещей механизма переноса производится от кулаков 16 также при помощи системы рычагов.

После штамповки заготовка выталкивается из матрицы штырями 9, связанными с рычагом, который получает качательное движение от кулака 3, сидящего на щеке коленчатого вала. Возврат выталкивателя в исходное положение осуществляется от пружины через систему рычагов 2.

Автомат работает следующим образом. Пруток, нагретый в индукционной нагревательной установке, подают в рабочую зону автомата двумя парами подающих роликов через разъемную отрезную матрицу до жесткого регулируемого упора.

Ножом от прутка отрезают мерную заготовку и переносят ее на первую позицию свободной осадки для удаления оставшейся на ней окалины и осадки торцов (часть окалины удаляется подающими роликами с насечкой). В момент отрезки разъемная отрезная матрица смыкается и плотно охватывает прутки, что гарантирует получение высококачественного реза торцов заготовки. Свободной осадкой окалина удаляется почти полностью и опасности ее заштамповки уже нет.

По окончании осадки при обратном ходе ползуна полученная бочкообразная заготовка выталкивается из матрицы выталкивателем в первую пару клещей механизма переноса и перемещается на вторую позицию штамповки, где пуансоном заталкивается во вторую матрицу и штампуются в ней.

Заготовка с предварительно выдавленным отверстием (или полостью) и отформованными гранями или цилиндрической поверхностью по наружному контуру при выталкивании из второй матрицы попадает во вторую пару клещей, переносится на последнюю позицию, где обычно происходит прошивка отверстия.

При обратном ходе ползуна отштампованную заготовку снимают с прошивного пуансона съемником и направляют в отводящий склиз, а затем на конвейер. Отходы металла (выдру) после прошивки удаляют автоматически отдельно от изделия через прошивную матрицу и направляют на другой конвейер.

Все переходы, включая и отрезку заготовки, осуществляются одновременно. Таким образом, за каждый ход ползуна получают одно изделие.

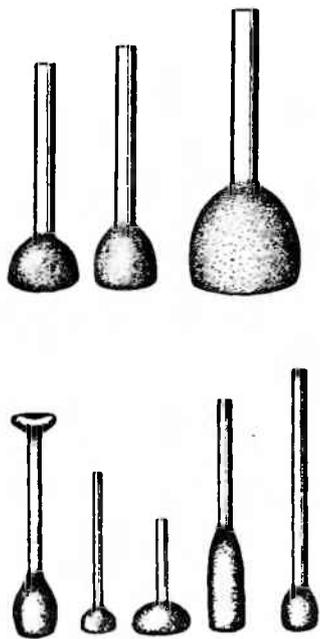


Рис. 78. Детали, полученные на электровысадочной машине

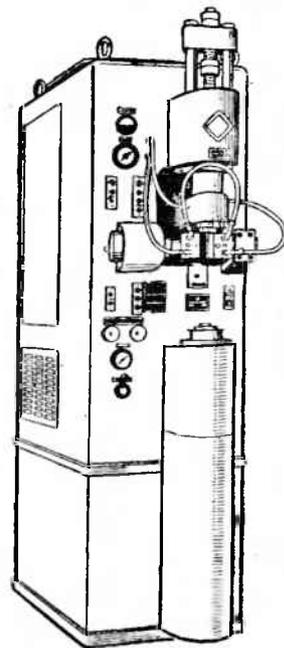


Рис. 79. Вертикальная электровысадочная машина усилием 80 тс

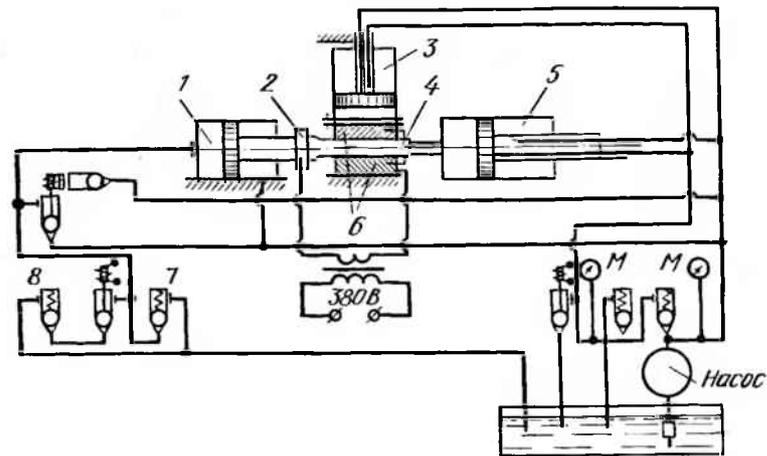


Рис. 80. Схема вертикальной электровысадочной машины

Нижняя половина контакта неподвижна, а верхняя, укрепленная на плунжере гидравлического цилиндра 3, в процессе рабочего цикла прижимает к нему заготовку, чем обеспечивается надежный электрический контакт. Упорный контакт укреплен на подвижных салазках, которые приводятся в движение при помощи гидравлического цилиндра 1. Скорость движения салазок регулируется клапанами 7 и 8.

В начале процесса на контакты подается ток промышленной частоты напряжением 2—7 В. При прохождении электрического тока через заготовку, зажатую в контактах, она нагревается до ковочной температуры. Под действием усилия, развиваемого цилиндром 5, нагретая заготовка осаждается. Затем в зону нагрева через радиальный контакт продвигается другой участок заготовки.

Во время подачи заготовки упорный контакт с заранее установленной скоростью отходит назад. Такая последовательность движения исполнительных органов машины дает возможность начинать высадку нагретой части заготовки при небольшой ее длине (не более 2—2,5 d), что гарантирует от продольного изгиба ее, сохраняя продольную устойчивость заготовки.

Широко применяют для горячей объемной штамповки ковочные вальцы.

Ковочные вальцы можно разделить на три основных группы: двухпорные, или закрытые, консольные и комбинированные.

В двухпорных ковочных вальцах рабочий инструмент (кольцевые секторы штампов для вальцовки) располагаются между двумя опорами, и, следовательно, вальцы такого типа имеют высокую жесткость и могут применяться для точных работ. Их изготавливают с диаметром инструмента от 160 до 1000 мм и усилием от 10 до 250 тс.

Для обеспечения безаварийной работы автомат имеет блокировки, исключающие его поломку при аварийных состояниях.

Электровысадочные машины характеризуются совмещением в одном агрегате механизмов, необходимых для осуществления деформации металла (высадки) с электрическим нагревом непосредственно в зоне деформирования.

Технологический процесс электровысадки сплошных стержневых изделий и труб дает возможность получать большие утолщения (до 20—30 диаметров материала исходной заготовки, идущего на образование объема) на концах и в середине заготовки диаметром от 6 до 100 мм практически без ограничения длины, что трудно достижимо каким-либо другим методом.

Процесс электровысадки применяется для свободного набора металла (рис. 78) и для набора металла в замкнутую полость.

На рис. 79 показана вертикальная электровысадочная машина усилием 80 тс с электронагревательной установкой мощностью 250 кВА.

Схема вертикальной электровысадочной машины представлена на рис. 80. Часть заготовки 4 помещается между двумя электрическими контактами — упорным 2 и радиальным 6, состоящими из двух половин. Контакт 6 изготовляют из материала с хорошей электропроводностью (меди, бронзы).

В консольных ковочных вальцах инструмент располагается на консоли, имеет значительную угловую деформацию и поэтому эти вальцы применяются как заготовительные для вальцовки под последующую штамповку на горячештамповочном кривошипном прессе, иногда на молоте. Эти вальцы изготавливаются в более узком диапазоне по диаметру инструмента и наибольший размер его редко превышает 400 мм, а номинальное усилие 100 тс.

Комбинированные ковочные вальцы отличаются от обычных совмещением одновременно на одной станине вальцов закрытого (двухопорного) типа (в средней части) и вальцов консольного типа (за правой стойкой станины) (рис. 81).

Комбинированные ковочные вальцы являются универсальной машиной, позволяющей вести вальцовку заготовок как в средней части рабочих валков (двухопорные вальцы), так и на консоли.

Возможность быстрого перемещения ковочных вальцов (установленных на роликах) от одного рабочего участка к другому делает их незаменимыми в мелкосерийном, часто переналаживаемом производстве.

Схема вальцовки с момента подачи заготовки между ручьями до жесткого упора показана на рис. 82, а. Рабочая часть кольцевых секторов штампов находится наверху и свободно пропускает заготовку. При дальнейшем вращении валков заготовка захватывается инструментом, обжимается и выталкивается на рабочего (рис. 82, б). По окончании вальцовки заготовка полностью вытолкнута и может быть передана для дальнейшей вальцовки в другой ручей.

В зависимости от сложности и точности изготавливаемой поковки количество ручьев вальцовки различно и может быть от 2 (заготовительная вальцовка) до 5—7 (точная окончательная вальцовка).

Применяют также многоклетевые ковочные вальцы (рис. 83). В этих вальцах рабочие клетки смонтированы на общей плите и каждая клетка имеет только один рабочий ручей. Все клетки имеют общий привод от шлицевого приводного вала, что позволяет перемещать рабочие клетки относительно друг друга в зависимости от длины вальцуемой заготовки, тем самым сократить до минимума холостой пробег подающего устройства.

На приводном валу расположены с одной стороны (со стороны электродвигателя) фрикционная однодисковая муфта включения, а с другой — фрикционный тормоз с электропневматическим управлением.

В верхней части рабочих клеток закреплена направляющая балка для подающего устройства с откидным пальцевым толкателем. Подающее устройство имеет индивидуальный электропривод. Между рабочими клетями установлены проводки, по которым перемещается вальцуемая заготовка от одной клетки к другой. В непосредственной близости от вальцов расположена индукционная нагревательная установка.

Нагретая в этом устройстве до ковочной температуры заготовка подается толкателем в проводки ковочных вальцов и, на-

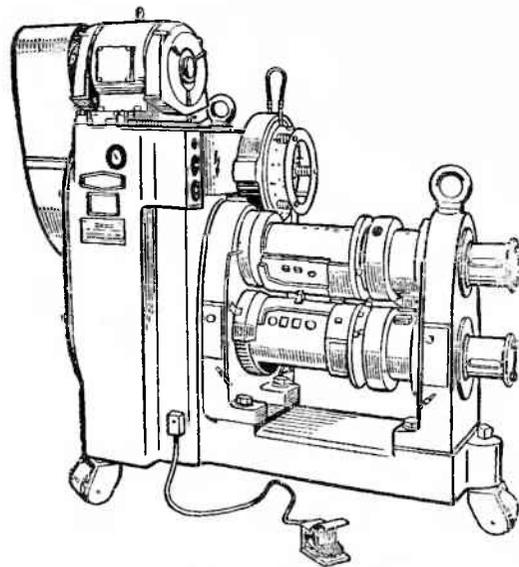


Рис. 81. Комбинированные ковочные вальцы

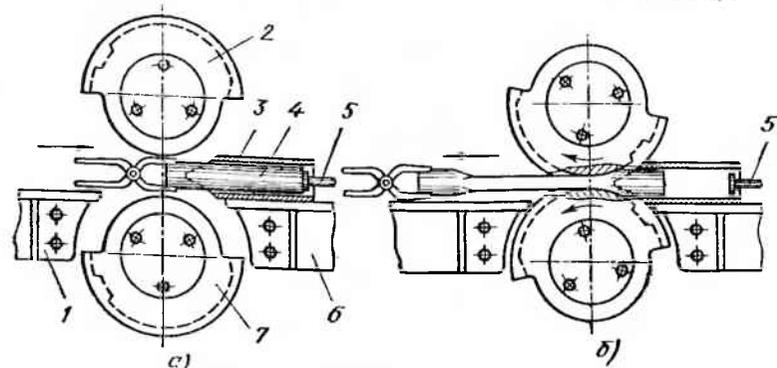


Рис. 82. Схема вальцовки:
а — подача заготовок, б — процесс вальцовки; 1, 6 — передний и задний столы, 2, 7 — верхний и нижний валки, 3 — проводка, 4 — заготовка, 5 — упор

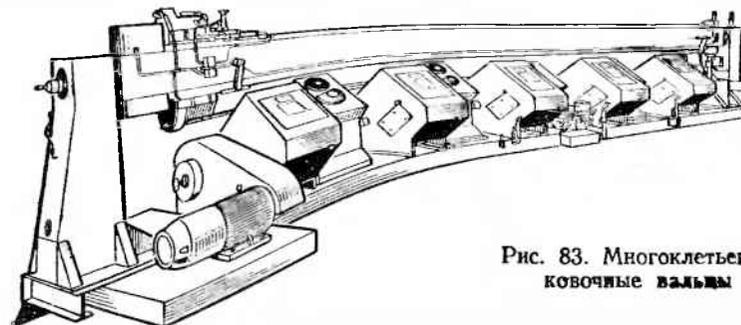


Рис. 83. Многоклетевые ковочные вальцы

жимая на электрический контакт, включает электродвигатель перемещающей (транспортирующей) каретки.

Пальцевый толкатель последней толкает заготовку до упора, расположенного на инструменте первой пары валков. Как только достигается правильное положение заготовки, вальцы автоматически включаются, заготовка деформируется и вальцы после одного оборота останавливаются. Перемещающая каретка вновь толкает заготовки к следующей паре валков, и рабочий цикл повторяется.

После вальцовки во всех рабочих клетях заготовка перемещается к концу проводок, откуда снимается для последующей обработки на молоте или прессе, а перемещающая (транспортирующая) каретка с отведенным в сторону пальцевым толкателем (или захватом в зависимости от формы вальцуемой заготовки) возвращается в исходное положение для подачи очередной заготовки.

Если при подаче заготовки возникают неполадки (например, заготовка застрянет в проводках), то фрикционные ролики перемещающей каретки проскальзывают в направляющей.

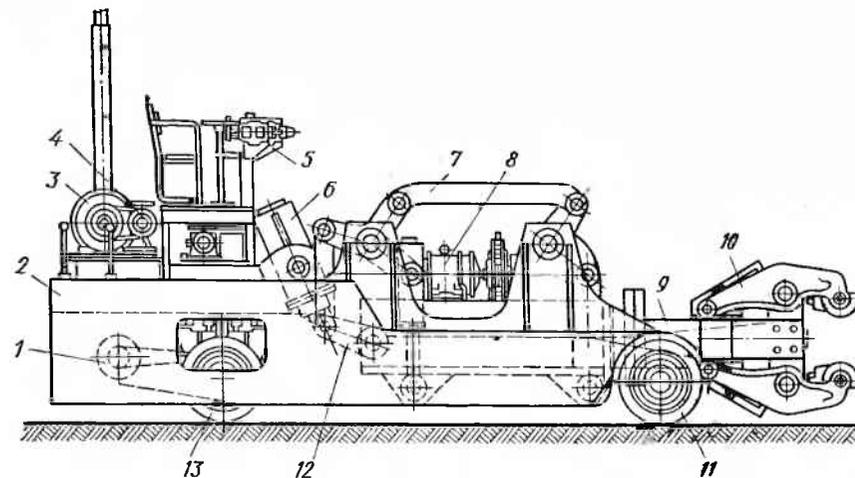


Рис. 84. Безрельсовый ковочный манипулятор

§ 12. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОВКИ И ШТАМПОВКИ

Работа на молотах, горячештамповочных кривошипных и гидравлических прессах требует применения вспомогательного оборудования, облегчающего труд оператора.

Ковочное оборудование. Одним из основных средств механизации процессов ковки являются манипуляторы, которые предназначаются для операций перемещения (транспортных) и технологических операций.

Ковочные манипуляторы по конструкции делятся на рельсовые, безрельсовые и подвесные. Рельсовые манипуляторы изготавливают с гидравлическим или электромеханическим приводом, безрельсовые обычно имеют комбинированный привод — гидравлический и электромеханический, а подвесные — электромеханический.

На рис. 84 показан безрельсовый ковочный манипулятор. Такие манипуляторы строят грузоподъемностью от 0,25 до 5 т, предназначены они для использования при ковке на молотах и гидравлических прессах в мелкосерийном, как и единичном производстве. Безрельсовый манипулятор может осуществлять горизонтальное перемещение поковок, зажатие и раскрытие клещей, подъем и опускание хобота, вращение хобота на любой угол (без ограничения) по часовой и против часовой стрелки, перемещение хобота вверх и вниз.

Привод безрельсового манипулятора получает от электродвигателя с питанием от подпрессоренной приемной катушки для кабеля. На тележке 2 смонтированы все сборочные единицы (узлы) манипулятора. В передней части тележка покоится на двух коле-

сах 11, а в задней части размещается ведущее сдвоенное колесо 13. На шасси тележки, в задней части, размещается гидравлический насос 4 с электродвигателем 3. Хобот манипулятора подвешен на раме 7, которая опирается на шасси тележки при помощи системы рычагов, управляемых гидравлическим цилиндром 6.

Перемещение тележки происходит от электродвигателя 1 через редуктор на ведущее колесо 13. Хобот 9 манипулятора вращается от электродвигателя 8 и редуктора. Зажим клещей 10 происходит от гидравлического цилиндра 6 через рычаг 12, который соединен с тягой, связанной с системой рычагов клещевого механизма. Управление манипулятором осуществляется от пульта 5.

Помимо грузоподъемности, выражаемой наибольшей массой поковки, которую может обрабатывать манипулятор, все манипуляторы характеризуются еще грузовым моментом (моментом опрокидывания манипулятора), т. е. произведением веса поковки на расстояние от центра тяжести поковки до оси переднего колеса манипулятора. Причем допустимый грузовой момент всегда должен быть меньше расчетного примерно в 1,2 раза (эта величина называется коэффициентом грузовой устойчивости).

Штамповочное оборудование. Для механизации штамповочных работ на кривошипных горячештамповочных прессах применяют различные автоматические перекладчики, а также манипуляторы, особенно для тяжелых поковок.

Схема механизированной штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе показана на рис. 85. От индукционного (или какого-либо другого) нагревателя заготовка 13 по склизу попадает в зону контроля ее температуры. Температура нагрева

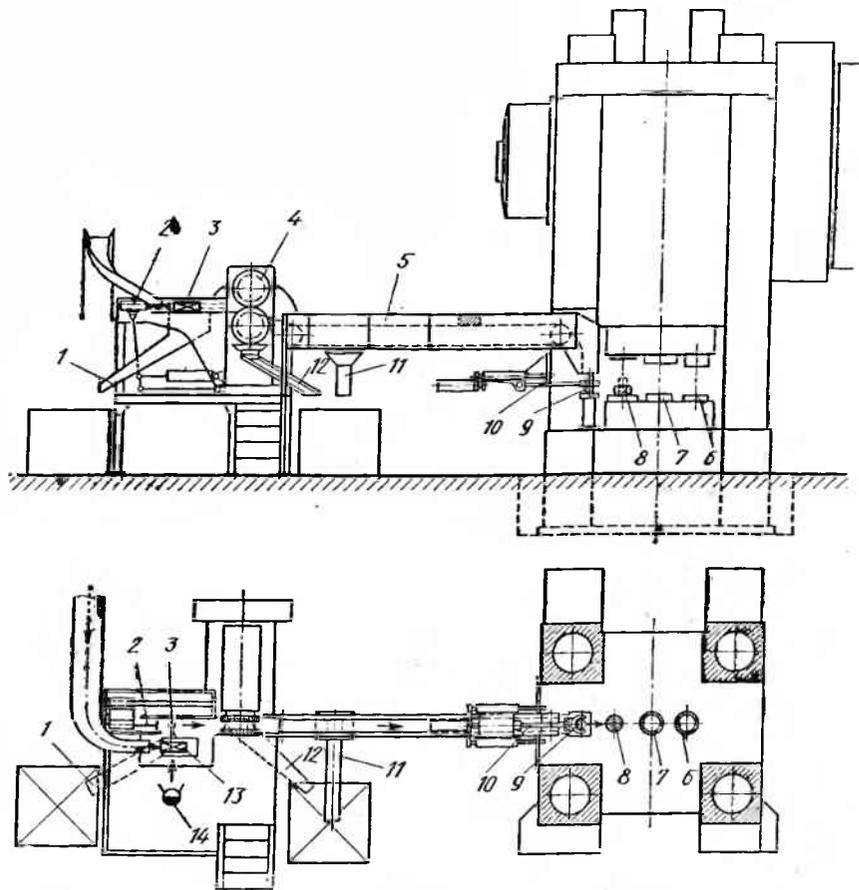


Рис. 85. Схема механизированной штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе

контролируется оптическим пирометром 14. Если температура нагрева заготовки оказалась ниже установленной, открывается заслонка 3 и заготовка по склuzu 1 отводится в специальную тару.

При нормальной температуре нагрева заготовка перемещается на позицию толкателя 2 с приводом от пневматического цилиндра и проталкивается в ролики 4, которые передают заготовку на конвейер 5. Если длина заготовки менее требуемой, она не попадает на конвейер и проваливается по склuzu 12 в установленный под ним ящик. В тот же ящик по желобу 11 удаляется осыпавшаяся с заготовки окалина.

При дальнейшем движении по конвейеру 5 заготовка перемещается на позицию 9, где захватывается клещами, закрепленными на штанге 10. Штанга 10 переносит заготовку на позицию 8, где осуществляется первый переход штамповки (осадка), а затем

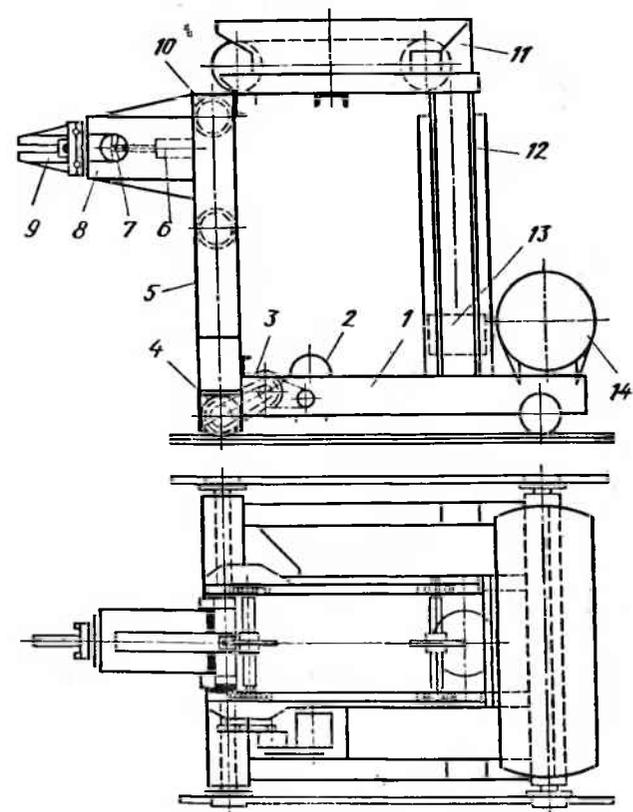


Рис. 86. Рельсовый манипулятор для подачи инструмента

передает ее последовательно на позиции 7 и 6 для окончательного завершения штамповки.

Гидропрессовые установки. В процессековки под гидравлическим прессом применяют различные инструменты: топоры, раскатки, наладки, прошивки, оправки и т. п., масса которых в зависимости от усилия пресса достигает 1000 кг и более. Для подачи инструмента в рабочую зону пресса применяют специальные рельсовые или стационарные манипуляторы.

Рельсовый манипулятор (рис. 86) состоит из тележки 1, хобота с клещами, воздушного баллона и механизмов перемещения тележки, подъема хобота и клещевого зажима.

В передней части станины расположены направляющие 5, по которым в вертикальном направлении перемещается хобот 8. В верхней части тележки расположены блоки 11, через которые производится подъем и опускание хобота.

В нижней части тележки расположен электропривод. Хобот манипулятора выполнен в виде пустотелого цилиндра, прикреплен-

ного к каретке с четырьмя колесами 10. В цилиндре расположен пневматический цилиндр 6 и система рычагов 7 для зажима инструмента.

Пустотелый цилиндр имеет сменную головку с губками клещевого зажима 9. Цилиндр 12 имеет поршень (противовес) 13, соединенный гибкой связью через блоки с кареткой хобота. Цилиндр 12 связан с баллоном 14, посредством которого регулируется давление, необходимое для подъема и опускания хобота.

Механизм привода тележки состоит из электродвигателя 2 и редуктора 3, связанного с колесом 4, сидящим на передней оси тележки.

Манипулятор работает следующим образом. Инструмент, необходимый для данной операции, подается на подставку. Краном он уложен так, что место, подлежащее захвату, находится на уровне клещевого захвата. После того как инструмент зажат, подставка убирается и манипулятор подает инструмент в рабочую зону прессы. Управляет манипулятором машинист ковочного прессы.

Операция установки и снятия штампов с молотов на большинстве заводов производится при помощи мостовых кранов. Забивку и удаление клиньев на молотах осуществляют при помощи «сокола» (подвешенная к крану болванка). Удаление из бабы конца обломившегося штока выполняют при помощи специальных приспособлений и устройств, обеспечивающих безопасность работ.

Одним из таких устройств является клинозабивная машина (рис. 87), разработанная ЭНИКМАШем и предназначенная для механизации забивки и выбивки клиньев крепления бойков (штампов) на паровоздушных ковочных молотах с массой подвижных рабочих частей 1000—5000 кг.

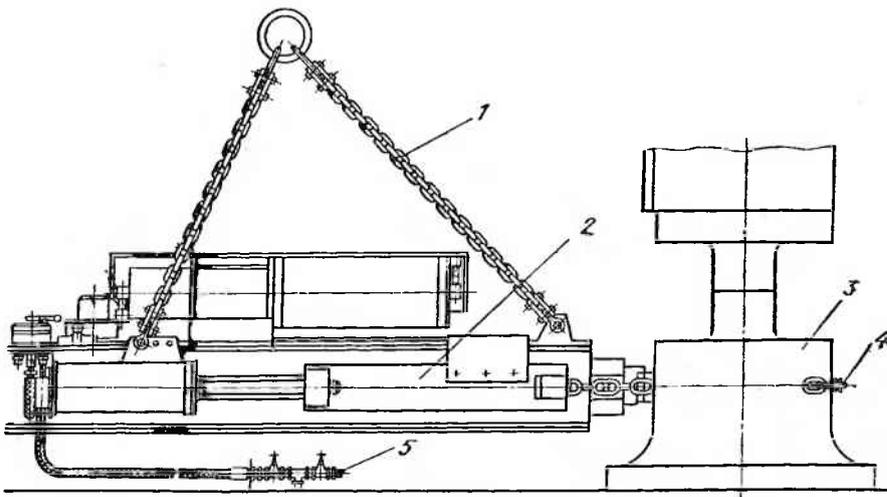


Рис. 87. Клинозабивная машина:

1 — цепь, 2 — цилиндр, 3 — молот, 4 — цепь, охватывающая шабот, 5 — воздухопровод

Механизмы клинозабивной машины смонтированы на раме, внутри которой размещен рабочий цилиндр, управляющий движением забивной бабы. В передней части установлен сменный боек, который при забивке надевают на выступающую часть клина, а при выбивке вводят удлиненной частью в гнездо клина. Постоянный контакт бойка с клином обеспечивается при помощи натяжных цилиндров и цепи, охватывающей молот за шабот или бабу.

Машина подвешена к крану при помощи цепной подвески, кольцо которой располагается над центром тяжести машины при отведенной назад бабе. Питание машины сжатым воздухом (энергоноситель) производится по гибкому шлангу, который постоянно присоединен к машине и имеет на свободном конце быстроръемное соединение.

После установки машины у молота и подключения к воздушной сети натягивают цепь и прижимают боек к клину, после чего ударами бабы забивают клин. Клин забивают нормальными и ослабленными ударами. Вначале наносят ослабленные удары, в конце забивки наносят несколько нормальных ударов.

Выбивают клин нормальными или усиленными ударами. Усиленные удары наносят в том случае, когда нормальный удар не может стронуть клин с места.

Для обеспечения безопасности работы на клинозабивной машине следует соблюдать следующие требования. Пользоваться клинозабивной машиной разрешается лицам, прошедшим инструктаж и проверку знаний в объеме инструкции по эксплуатации данной машины под непосредственным руководством мастера. Мастер обязан не реже одного раза в 10 дней осматривать клинозабивную машину, ее подвеску и результаты осмотра записывать в журнал осмотров.

Во время работы кольцо цепи навешивается на крюк мостового крана. Крюк должен иметь замыкающее предохранительное устройство, исключающее выпадение кольца подвески из зева крюка.

§ 13. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ

Правильная эксплуатация кузнечно-прессового оборудования — залог успешной и безаварийной работы, гарантирующей получение точных по допускам поковок, соблюдения длительности межремонтных сроков и безопасности работы.

Производительность и надежная работа кузнечно-прессового оборудования зависят от строгого соблюдения правил эксплуатации и наладки. К каждой кузнечно-прессовой машине прилагается руководство по ее эксплуатации и наладке, выполнение требований и указаний которого является непременным условием успешной работы любой машины.

Ниже приведены основные правила эксплуатации кузнечно-прессового оборудования.

1. Необходимо своевременно в соответствии с планом-графиком производить планово-предупредительные ремонты (ППР). После ремонта особое внимание обращают на правильность сборки, регулировки и наладки всех сборочных единиц (узлов) и деталей, особенно на соблюдении норм точности, указанных в требованиях соответствующих ГОСТ.

2. Регулярно, не реже одного раза в смену, должен производиться наружный осмотр машины. При осмотре проверяют температуру всех подшипников и направляющих; работу системы управления, муфты и тормоза; подачу и количество смазки; исправность воздухопровода и паропровода, работу выталкивателей, состояние штампов, состояние электропроводки; исправность системы сигнализации.

При осмотре сливают конденсат из всех ресиверов, проверяют состояние предохранительных приспособлений против выбивки верхних крышек цилиндров и повреждения сальников в молотах; защитные приспособления (щиты, ограждения), предохраняющие окружающих от окалины, обсеков, обрубков, отлетающих при ковке.

3. Для обеспечения благоприятных условий работы штоков, которые в процессе работы часто выходят из строя, перед началом работы их прогревают.

4. В гидравлических прессах в зимнее время при длительных перерывах в работе обогревают цилиндры и трубопроводы, так как замерзшая вода может быть причиной их разрыва. Все детали прессовой установки, находящиеся под давлением, регулярно осматривают (цилиндры пресса, мультипликатора, уплотнения, а также трубопроводы).

Перед началом работы мастер получает информацию от предыдущей смены, проверяет записи в журнале, руководит устранением дефектов. При работе следят за состоянием аппаратуры и оборудования, за чистотой, за тем, чтобы весь обслуживающий персонал находился на своих рабочих местах и выполнял правила техники безопасности.

Во избежание заклинивания подвижная поперечина не должна доходить до своего верхнего положения на 30—40 мм, для чего конечные выключатели, которыми оборудован пресс, должны находиться всегда в исправном состоянии.

5. Не реже одного раза в месяц кузнечно-прессовую машину, сборочные единицы ее, детали тщательно очищают от грязи, пыли, использованной смазки, отходов и других загрязнений в труднодоступных местах. Оператор после окончания смены или по мере загрязнения машины очищает ее и особенно штамповое пространство.

6. Необходимо строго соблюдать периодичность смазки сборочных единиц (узлов) и деталей машины в соответствии с картой смазки.

7. Не реже одного раза в месяц производится тщательное освидетельствование машины, которое сводится к проверке зазо-

ров в направляющих, смазочной системы, муфты и тормоза, состояния уплотнений и особенно системы управления. Результаты проверки заносят в эксплуатационный журнал.

8. В случае обнаружения неполадок в работе кузнечно-прессовую машину немедленно останавливают для их устранения. Устранять неполадки и производить регулировку операторам запрещается.

9. Следует помнить, что любая кузнечно-прессовая машина относится к так называемому источнику повышенной опасности, поэтому уход и обслуживание ее должны осуществляться с обязательным соблюдением правил техники безопасности.

Кузнечно-прессовое оборудование, особенно предназначенное для горячей объемной штамповки, работает в исключительно тяжелых условиях. Износ деталей приводит к частичной или полной потере машиной работоспособности или необходимых для изготовления поковок норм точности.

Положением о планово-предупредительном ремонте технологического и подъемно-транспортного оборудования машиностроительных предприятий предусматривается планово-предупредительный ремонт, под которым подразумевается восстановление работоспособности машины, потерянной вследствие ее эксплуатации (потеря норм точности, производительности и т. п.), путем рационального технического ухода, обслуживания и ремонта оборудования, проводимых периодически, по заранее составленному плану-графику.

Межремонтное обслуживание производится систематически во все периоды работы машины и заключается в соблюдении правил эксплуатации кузнечно-прессовых машин, оговоренных соответствующими руководствами и инструкциями по эксплуатации каждой машины и комплектующих ее изделий. Межремонтное обслуживание ставит своей целью предотвращение преждевременного износа деталей и сборочных единиц (узлов) машин, а также предотвращение аварий, которые могут возникнуть вследствие неправильной эксплуатации.

Межремонтное обслуживание проводится дежурными работниками ремонтной службы (слесари, электрики, смазчики и т. п.) в перерывах между сменами или в другое специально установленное время.

Отдельные виды оборудования, например ресиверы, цилиндры, гидравлические баллоны насосно-аккумуляторных станций, трубопроводы высокого давления и некоторые другие, проходят периодические освидетельствования представителями Госгортехнадзора с учетом соответствующих правил инструкций, в соответствии с графиком, утвержденным главным инженером завода.

Осмотры являются одним из видов профилактических работ, проводимых ремонтными службами между плановыми ремонтами по графикам.

Малый ремонт—один из основных видов планово-предупредительного ремонта, благодаря которому оборудование поддержи-

вается в работоспособном состоянии, и заключается в замене и восстановлении отдельных изношенных деталей (кроме базовых). Малый ремонт производится без демонтажа оборудования бригадой цеховой ремонтной службы.

Средний ремонт — вид ППР, при котором без снятия оборудования с фундамента производят частичную разборку машины, ремонт отдельных сборочных единиц (узлов), замену и восстановление основных изношенных деталей, сборку, регулирование и испытание машины.

Капитальный ремонт — это самый большой по объему плановый ремонт, при котором полностью разбирают ремонтируемую машину, восстанавливают все ее параметры, нормы точности в соответствии с первоначальной технической характеристикой, а также с учетом действующих на данное время стандартов и технических условий.

Кроме плановых ремонтов, в отдельных случаях оборудование ремонтируют вне плана. Внеплановый ремонт, как правило, осуществляют после аварии или непредусмотренной поломки отдельных сборочных единиц (узлов) и деталей машины, вследствие наличия внутренних дефектов изготовления.

К внеплановому относится также и восстановительный ремонт. Этому ремонту подвергают прошедшие ряд капитальных ремонтов и ставшими неработоспособными крупные и уникальные машины.

Указанные виды ремонта часто совмещают с модернизацией машины, направленной на повышение ее технико-экономических показателей, а также повышения условий безопасности работы.

При проведении ремонтных работ кузнечно-прессового оборудования, как и при эксплуатации, необходимо соблюдать правила техники безопасности, которые приведены ниже.

До начала ремонта оборудование должно быть отключено от энергоносителя: системы электро-, пневмо- и паропитания.

После полного отключения электросистемы снимают приводные ремни. На пусковых устройствах вывешивают плакат «Не включать — работают люди». Новое подключение оборудования к энергоносителям осуществляется электромонтером и специально ответственным за это работником. До пуска оборудования тщательно осматривают и проверяют механическую часть и устанавливают на место все предохранительные устройства и ограждения.

При разборке крупных сборочных единиц (узлов) машин используют грузоподъемные устройства. Отдельные детали и сборочные единицы (узлы), снятые с машины, укладывают на специальных настилах на полу устойчиво, не занимая проходы и проезды. Не допускается использовать для укладки снятых деталей и сборочных единиц (узлов) обслуживающие площадки машин. По окончании ремонта тщательно проверяют, чтобы внутри машины, в зоне подвижных частей, не осталось посторонних предметов. Используя пневмоинструмент, следят за надежностью крепления воздушных шлангов.

Иногда пожароопасные растворители заменяются промывочными жидкостями, например каустической содой, в этом случае следует беречь руки от попадания раствора, вызывающего болезненные раздражения кожи. Работу проводят в резиновых перчатках.

При работе на слесарных верстаках, а также металлорежущем оборудовании неукоснительно выполняют инструкции по технике безопасности со всеми особенностями, свойственными каждому из видов станков.

Контрольные вопросы

1. Какие признаки положены в основу классификации кузнечно-штамповочного оборудования?
2. Какие виды молотов применяются при горячей ковке и штамповке заготовок?
3. Какие виды молотов с механическим приводом применяют в кузнечно-штамповочных цехах?
4. Какая разница между молотами для свободнойковки и молотами для штамповки?
5. Какие гидравлические прессы применяют для горячей обработки металла?
6. Для чего служит мультипликатор? Расскажите принцип его действия.
7. Как регулируют штамповое пространство и выводят из «распора» горячештамповочные кривошипные прессы?
8. По каким основным признакам подразделяются горизонтально-ковочные машины?
9. Какое вспомогательное оборудование применяют при горячей ковке и штамповке?
10. Какие специальные машины применяют в кузнечно-штамповочных цехах?

Процесс ковки складывается из отдельных кузнечных операций, выполняемых в определенной последовательности. К основным операциям ковки относятся: отрубка, осадка, протяжка, прошивка и пробивка отверстий, гибка, скручивание, кузнечная сварка.

К вспомогательным операциям, целью которых является подготовка заготовки перед основными операциями, относят оттяжку хвостовика слитка под патрон, биллетировку слитка, наметку и пережим заготовки и др. Из отделочных операций наиболее часто применяют обкатку цилиндрической заготовки по диаметру, правку, проглаживание, клеймение.

Операции ковки характеризуются приемами выполнения и применяемым инструментом. Кузнечный инструмент, используемый при ковке, по назначению разделяют на три группы: технологический, вспомогательный и измерительный. Первая группа — это основной инструмент, при помощи которого проводят операции ковки. К этой группе относятся бойки различных форм и размеров, плиты для осадки, топоры, просечки, прошивни, оправки и т. д. Ко второй группе относятся клещи, патроны, кантователи, различные приспособления, необходимые для облегчения и ускорения выполнения операций ковки. Третья группа — инструмент, назначение которого состоит в контроле размеров поковки в процессе ковки и после нее.

§ 1. ОТРУБКА

Отрубка — кузнечная операция, в результате которой происходит полное отделение части заготовки по незамкнутому контуру путем внедрения в заготовку деформирующего инструмента (топора, зубила). Отрубку применяют для разделения прутков и болванок на мерные заготовки, удаления концевых излишков на поковках, прибыльной и донной частей слитка.

Способы отрубки. Отрубку под молотами и прессами осуществляют только в горячем состоянии по одному из следующих способов.

Отрубка с одной стороны. Нагретую заготовку надрубают двусторонним топором почти на всю высоту, оставляя небольшую перемычку во избежание порчи лезвия топора и опорной части нижнего бойка. Вынув топор, заводят под надрубленную часть заготовки квадратную просечку и ударом верхнего бойка разрубают заготовку на части (рис. 88, а). Разрубку заготовки выполняют также с предварительной ее кантовкой на 180°, в этом

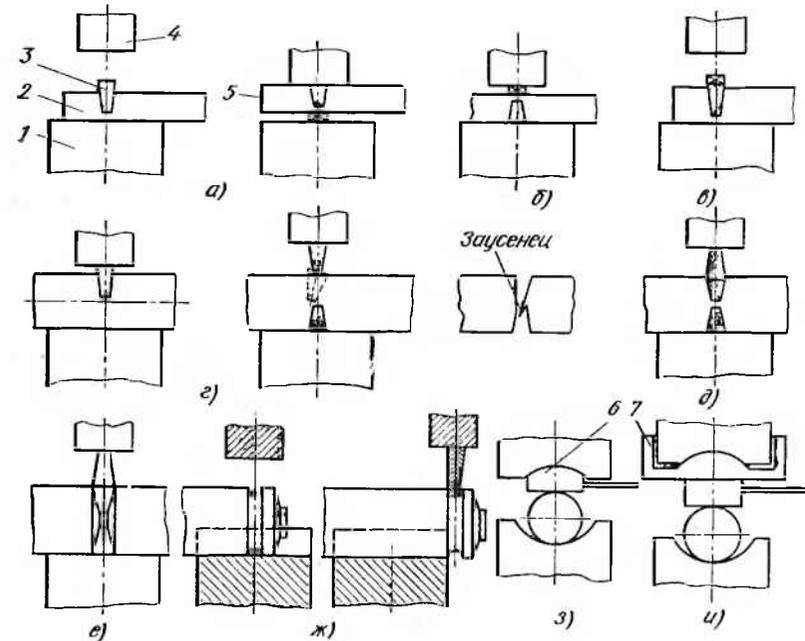


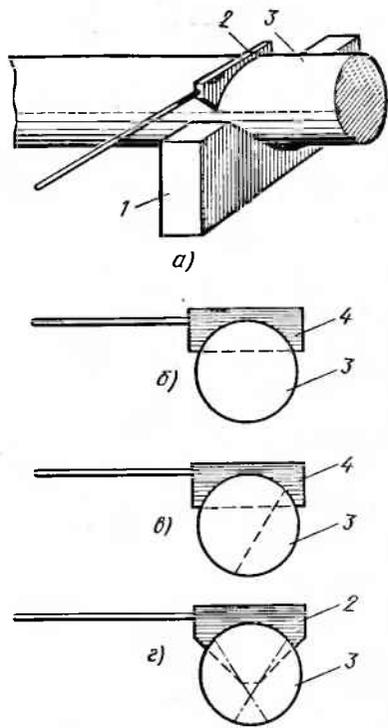
Рис. 88. Схемы способов отрубki заготовок:

а — с одной стороны топором и квадратом без кантовки заготовки, б — с одной стороны топором и квадратом с кантовкой заготовки на 180°, в — с одной стороны при недостаточной высоте топора, г — с двух сторон без оставления перемычки, д — с двух сторон с оставлением перемычки, е — с четырех сторон, ж — донной части слитка на выдвинутом нижнем бойке, з — специальным топором в вырезных бойках, и — в вырезных бойках при помощи фасонной накладки 7; 1 — нижний боек, 2 — заготовка, 3 — прямой топор, 4 — верхний боек, 5 — квадрат, 6 — специальный топор, 7 — фасонная накладка

случае квадрат устанавливают сверху над перемычкой (рис. 88, б). При этом место установки квадрата определяют по потемневшему (остывшему) металлу перемычки. При разрубке квадратом перемычка отделяется от заготовки в виде обсеки, которая является отходом.

Отрубку с одной стороны топором и квадратом применяют для заготовок сравнительно небольшого сечения, которое ограничено размерами рабочей части топора. При необходимости разделить заготовку большего сечения глубину надрубki увеличивают, накладывая на топор квадрат (рис. 88, в).

Отрубка с двух сторон. Этот способ применяют на молотах и прессах для крупных заготовок, которые не удается разделить отрубкой с одной стороны. Вначале заготовку, уложенную на нижний боек, надрубают на половину высоты, затем кантуют на 180° и, установив топор против надрубленного места, производят окончательную отрубку. При этом на торце заготовки образуется заусенец (рис. 88, з).



Иногда двустороннюю отрубку осуществляют с оставлением перемычки, которую затем удаляют топором, повернутым обухом вниз (рис. 88, *д*), или квадратом. В этом случае торец заготовки получается более ровным.

Отрубка с трех сторон. Способ применяют для разделения круглых заготовок на прессах. Отрубку производят, как правило, с использованием нижнего вырезного бойка *1*, что уменьшает смятие металла (рис. 89, *а*). Первые две надрубки делают прямым топором *4* (рис. 89, *б, в*), окончательную отрубку выполняют трапецидальным топором *2* (рис. 89, *з*). После каждой надрубки заготовку поворачивают на 120° .

Отрубку с четырех сторон с перемычкой применяют при необходимости получить заготовку с чистым торцом без заусенца или для очень крупной заготовки. Сначала заготовку надрубает с четырех сторон, оставляя в середине перемычку. Для удаления перемычки используют перевернутый высокий топор (см. рис. 88, *е*) или квадрат.

Отрубка на выдвинутом бойке. При необходимости отделить от заготовки небольшую часть, например донную часть слитка, перед отрубкой на заготовке, уложенной в вырезной боек, делают кольцевую наметку раскаткой (круглым прутком) и совмещают кольцевую полость с краем бойка. Затем нижний боек вместе со слитком перемещают таким образом, чтобы ось верхнего бойка проходила в плоскости наметки заготовки. В углубление заготовки вставляют топор и производят отрубку (рис. 88, *ж*). При этом топор не уводит в сторону, что обеспечивает высококачественную отрубку донной части. Такой способ отрубki применяют на прессах с выдвигным столом.

Наиболее распространенными и безопасными способами являются отрубка с одной и трех сторон.

Инструменты. Для отрубki заготовок на молотах и прессах применяют бойки, топоры, просечки, пережимки. Бойки служат также основным инструментом при выполнении других кузнечных операций и рассматриваются далее.

Инструменты. Для отрубki заготовок на молотах и прессах применяют бойки, топоры, просечки, пережимки. Бойки служат также основным инструментом при выполнении других кузнечных операций и рассматриваются далее.

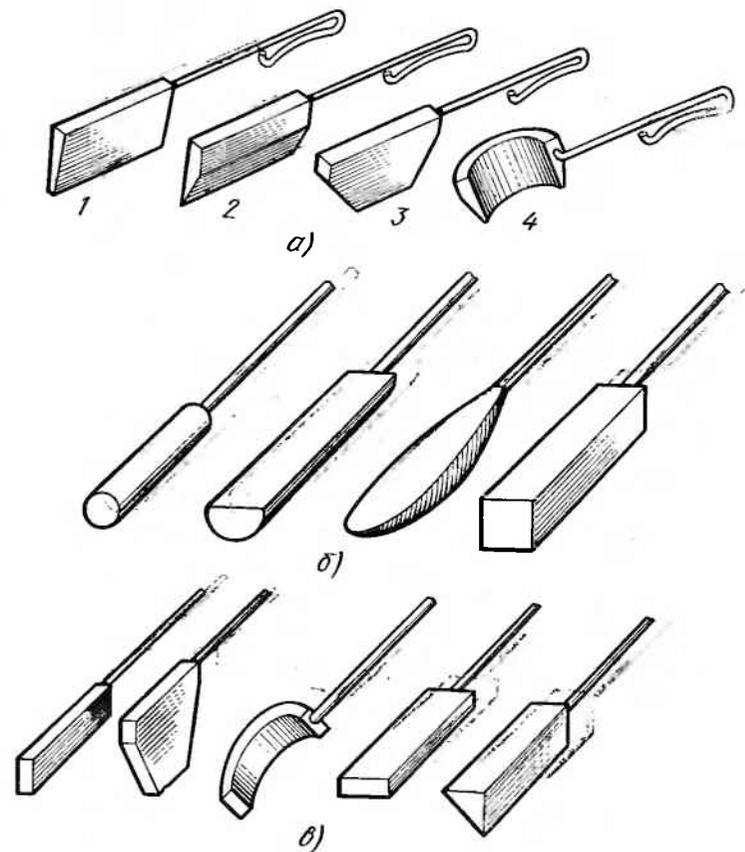


Рис. 90. Инструменты для ковки:

а — топоры: *1* — двусторонний, *2* — односторонний, *3* — трапецидальный, *4* — фасонный; *б* — раскатки, *в* — просечки

Наиболее часто применяемыми топорами являются двусторонние *1* (рис. 90, *а*), имеющие в разрезе вид равнобедренной трапеции. Применение двустороннего топора не обеспечивает ровного торца заготовки, однако топор не так уводит в сторону, как односторонний.

Односторонние топоры *2* (рис. 90, *а*), имеющие в разрезе вид прямоугольной трапеции, используют при отрубке концов поковок или заготовок, если необходимо получить ровный торец, а также для удаления заусенцев, остающихся после отрубki с двух сторон.

Трапецидальный топор *3* (рис. 90, *а*) применяют при отрубке заготовок в вырезном нижнем бойке. Большие фаски на лезвии топора выполнены для того, чтобы не повредить поверхность вырезного бойка.

Рис. 89. Схема отрубki круглых заготовок с трех сторон:

а — с использованием нижнего бойка, *б, в* — первые надрубki прямым топором, *з* — окончательная отрубка трапецидальным топором; *1* — нижний вырезной боек, *2* — трапецидальный топор, *3* — заготовка, *4* — обычный (прямой) топор

ка, перед отрубкой на заготовке, уложенной в вырезной боек, делают кольцевую наметку раскаткой (круглым прутком) и совмещают кольцевую полость с краем бойка. Затем нижний боек вместе со слитком перемещают таким образом, чтобы ось верхнего бойка проходила в плоскости наметки заготовки. В углубление заготовки вставляют топор и производят отрубку (рис. 88, *ж*). При этом топор не уводит в сторону, что обеспечивает высококачественную отрубку донной части. Такой способ отрубki применяют на прессах с выдвигным столом.

Наиболее распространенными и безопасными способами являются отрубка с одной и трех сторон.

Инструменты. Для отрубki заготовок на молотах и прессах применяют бойки, топоры, просечки, пережимки. Бойки служат также основным инструментом при выполнении других кузнечных операций и рассматриваются далее.

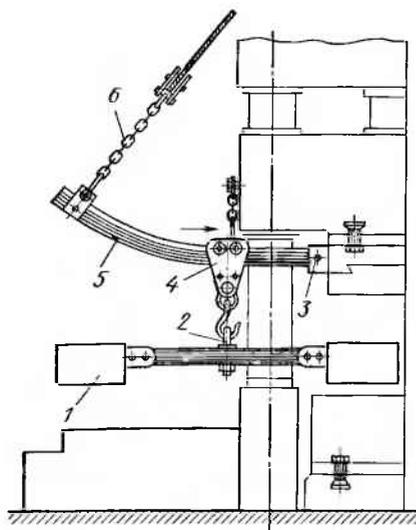


Рис. 91. Топор с противовесом, установленный на качающемся монорельсе:

1 — топор с противовесом, 2 — рым-болт, 3 — шкворень, 4 — тележка, 5 — монорельс, 6 — цепь

Фасонные топоры 4 (рис. 90, а) служат для отрубки угловых частей поковки или для образования в ней полукруглых выемок. На рис. 90, б показаны раскатки, на рис. 90, в — просечки.

Топоры изготавливают из инструментальных сталей 7ХЗ, 5ХНВ, 5ХНМ и др. Для повышения стойкости лезвия топоры подвергают закалке и отпуску на твердость НВ363—415.

Для отрубки крупных слитков на прессах применяют топоры больших размеров и массы. Наиболее тяжелые топоры имеют высоту 450 мм, длину (без рукоятки) 1250 мм и массу около 300 кг. Для облегчения работы таким топором применяют механизированную установку топора с подвеской на качающемся монорельсе (рис. 91).

В этом случае используют топор с противовесом 1 (такой же топор), укрепленный на одной штанге и при помощи рым-болта 2 подвешенный к тележке 4. Для подачи топора под верхний боек и выноса его из рабочей зоны служит изогнутый монорельс 5, по которому может передвигаться тележка 4. Монорельс одним концом шарнирно крепится к державке верхнего бойка шкворнем 3, а вторым подвешен к плунжеру подъемного цилиндра пресса цепью 6.

При подъеме левого конца монорельса тележка плавно передвигается вправо, перемещая топор к слитку. Рабочий, нажимая на противовес, без больших усилий устанавливает топор в нужном положении. После отрубки при ходе траверсы пресса вверх правый конец монорельса поднимается и тележка выносит топор из рабочей зоны.

Если на молоте или прессе установлен верхний вырезной боек, то применяют специальные топоры (см. рис. 88, з) или накладки на верхний боек (см. рис. 88, и).

Просечки используют как вспомогательный инструмент при отрубке. Основные виды просечек показаны на рис. 90, в.

Основные дефекты на отрубленных заготовках: заусенцы и трещины в месте разрубки.

Заусенцы на торце особенно опасны, если заготовка в дальнейшем деформируется осадкой в торец, так как заусенец заштамповывается в тело поковки, что может привести к браку детали. Заусенцы удаляют односторонним топором (рис. 92, а), заусенцы

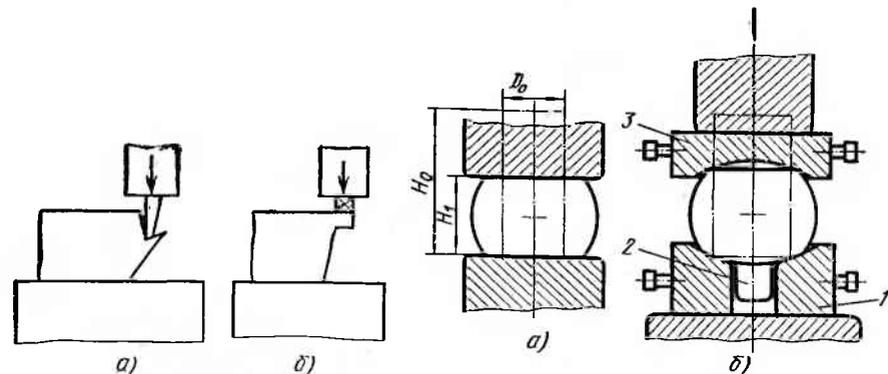


Рис. 92. Схемы удаления заусенцев после отрубки:

а — односторонним топором, б — квадратом

Рис. 93. Схемы осадки:

а — плоскими бойками, б — слитка с хвостовиком

на краю заготовки отсекают квадратом (рис. 92, б). При отрубке с двух сторон концевых отходов топор смещают в сторону поковки или заготовки, чтобы заусенец приходился на отход.

Трещины в зоне отрубки металла образуются при недостаточной пластичности, когда заготовка недостаточно нагрета в печи или в процессе ковки охладилась ниже допустимой температуры.

§ 2. ОСАДКА

Осадка — кузнечная операция, заключающаяся в увеличении площади поперечного сечения заготовки за счет уменьшения ее высоты. При осадке заготовку устанавливают вертикально (на торец), а инструмент движется вдоль оси заготовки (рис. 93, а, б).

Заготовка при осадке деформируется неравномерно. Основными причинами искажения формы заготовки являются силы трения, возникающие на поверхности бойков и затрудняющие течение металла, и охлаждение (подстывание) торцов нагретой заготовки, контактирующих с инструментом. В результате центральные слои заготовки при течении в поперечном направлении опережают внешние и образуется бочкообразность.

Способы осадки. Основными разновидностями осадки являются: осадка на плоских бойках, осадка с хвостовиком, осадка в подкладных кольцах, высадка, осадка путем разгонки.

Осадку плоскими бойками (без хвостовика) осуществляют ударами или нажатием верхнего бойка по торцу заготовки с повертыванием ее после каждого удара вокруг вертикальной оси на некоторый угол (рис. 93, а). Этот способ часто применяют для получения заготовок под последующую прошивку.

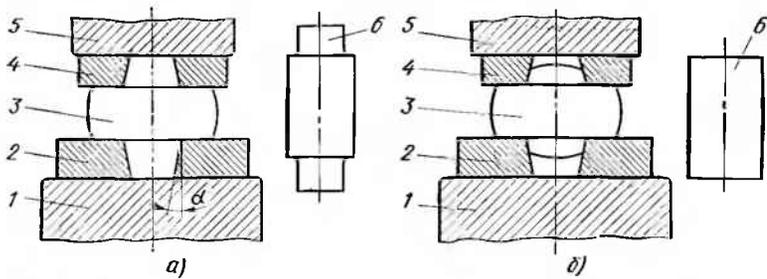


Рис. 94. Схемы осадки заготовок в подкладных кольцах:

a — с предварительной оттяжкой хвостовиков, *б* — с затеканием металла в отверстия колец; 1 — нижний боек, 2 — нижнее кольцо, 3 — заготовка после осадки, 4 — верхнее кольцо, 5 — верхний боек, 6 — заготовка

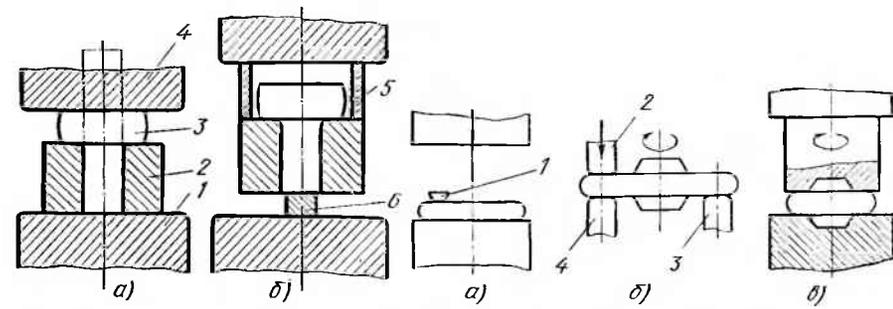


Рис. 95. Схемы высадки в штампе (*a*) и удаления заготовки (*б*):

1 — нижний боек, 2 — кольцо, 3 — заготовка, 4 — верхний боек, 5 — съемник-кольцо, 6 — подкладка

Рис. 96. Схемы осадки разгонкой:

a — полукруглой раскаткой, *б* — бойками, *в* — узким вырезным бойком

Крупные заготовки и слитки осаживают на прессах без поворота вокруг вертикальной оси.

Осадку с хвостовиком (рис. 93, б) применяют преимущественно для слитков в тех случаях, когда после осадки следует протяжка. Хвостовик слитка 2 предварительно оттягивают и при осадке вставляют в отверстие нижней плиты. Плиты 1 и 3 для осадки имеют, как правило, вогнутые рабочие поверхности, обеспечивающие более надежное центрирование слитка.

Осадку в подкладных кольцах выполняют двумя способами: с предварительной оттяжкой хвостовиков, которые помещают в отверстия колец (рис. 94, а), и с затеканием металла в отверстия колец (рис. 94, б). При осадке по первому способу исходную заготовку предварительно протягивают на необходимый размер, в результате чего заготовка б приобретает ступенчатую форму с утолщенной серединой.

Далее одним концом заготовку вставляют в отверстие нижнего кольца 2, а на другой конец надевают верхнее кольцо 4. При ударах верхнего бойка 5 по кольцу последнее перемещается вниз, осаживая центральную часть заготовки. Для облегчения удаления заготовки из колец после осадки стенки отверстий имеют уклон α от $1^\circ 30'$ до 7° в зависимости от высоты бобышек.

Осадку в подкладных кольцах применяют для получения поковок зубчатых колес со ступицами, фланцев с бобышками и т. п. Если высота бобышек сравнительно невелика и оттяжка их затруднительна, применяют осадку заготовки без хвостовиков с затеканием металла в отверстия колец (рис. 94, б). При этом, как и в предыдущем случае, можно получить поковки с двумя или с одной бобышками.

Высадку, как правило, производят в нижнике (штампе) (рис. 95, а). Высадка является разновидностью осадки, когда деформируется только часть заготовки. Длина выступающего конца заготовки не должна превышать 2,5 диаметра во избежание продольного изгиба. Если необходимо получить большой фланец с

тонким стержнем, применяют ступенчатую заготовку с оттянутым хвостовиком, т. е. ведут осадку, аналогичную показанной на рис. 94, а.

Для удаления высаженной заготовки из нижника (рис. 95, б) кольцо 2 приподнимают и ставят на подкладку 6, диаметр которой меньше диаметра отверстия (стержня поковки). На штамп устанавливают съемник-кольцо 5. Далее нажатием верхнего бойка 4 на съемник удаляют поковку. Если допускается конусность стержня изготавливаемой поковки, отверстие штампа следует делать с уклоном $3-7^\circ$.

Осадку разгонкой применяют для уменьшения высоты и увеличения диаметра заготовки, если мощность молота или преса оказывается недостаточной.

На рис. 96, а показана схема осадки разгонкой сравнительно небольших поковок. Для разгонки применяют полукруглую раскатку 1, которую после каждого обжатия поворачивают вокруг вертикальной оси на некоторый угол. После разгонки поверхность полотна оказывается волнистой и для ее выглаживания пользуются плоскими раскатками.

Процесс разгонки бойком молота аналогичен осадке раскаткой, только роль раскатки выполняет верхний боек (рис. 96, б). Заготовку устанавливают на нижний боек 4 и подставку 3 и разгоняют полотно верхним бойком 2. После каждого удара заготовку поворачивают вокруг вертикальной оси.

Разгонку полотна крупного диска под прессом выполняют узким бойком, имеющим вырез под бобышку (рис. 96, в). Заготовку устанавливают на подкладную плиту с отверстием под бобышку. После каждого обжатия узкий верхний боек или нижнюю плиту с поковкой поворачивают вокруг вертикальной оси.

Инструменты. Для осадки применяют бойки, осадочные плиты, подкладные кольца, раскатки. Осадочные плиты приме-

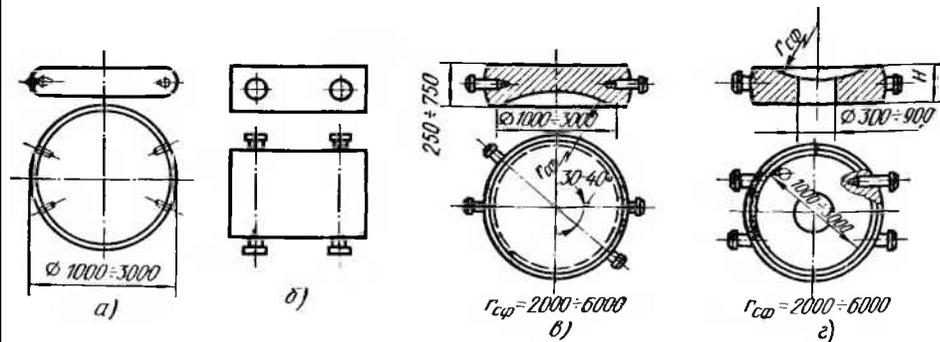


Рис. 97. Осадочные плиты дляковки на прессах:
а, б — плоские, в, г — сферические

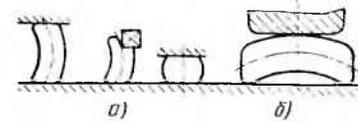


Рис. 98. Схемы исправления изгиба заготовки:
а — общий случай, б — высокопрочной заготовки

няют только на прессах. Они могут быть плоскими и сферическими — для осадки крупных слитков с хвостовиком (рис. 97, а—г).

Подкладные кольца для осадки и высадки применяют как на молоте, так и на прессе. Для осадки крупных поковок разгонкой, например турбинных дисков, применяют осадочные плиты с пневматическим приводом.

Плиты для осадки изготавливают коваными (Ст3, сталь 35) и литыми (З5Л). Подкладные кольца изготавливают из сталей 35, 50, 5ХГМ, раскатки (см. рис. 90, б) — из сталей 45, 40Х.

Дефекты поковок при осадке могут появляться в результате нарушения технологииковки.

Косогранность (смещение торцов заготовки относительно друг друга) появляется по следующим причинам: длина осаживаемой части заготовки была более 2,5 диаметра или стороны квадрата; удары бойка молота наносились не по середине, а по краям заготовки; заготовку в процессе осадки не поворачивали вокруг вертикальной оси и не правили после появления незначительного продольного изгиба.

Зажимы (складки) могут появиться в результате продольного изгиба заготовки, если его не ликвидировать в самом начале.

Искривление продольной оси заготовки немедленно выправляют и только тогда продолжают осадку. Для выправления изогнутой заготовки нажимают на часть торца со стороны выпуклости, а когда искривление исчезнет, контактную поверхность увеличивают до полного перекрытия торца заготовки (рис. 98, а). При искривлении высоких заготовок их правку сначала ведут по схеме, показанной на рис. 98, б.

Трещины могут появиться при осадке недостаточно нагретого металла. При правке изогнутых заготовок из легированных сталей (рис. 98, б) трещины могут возникнуть на вогнутой части заготовки из-за появления значительных растягивающих напряжений.

Выбор молота и пресса. При осадке требуются усилия, как правило, являющиеся максимальными во всем технологическом процессековки. Если молот или пресс достаточен для осадки, то на этом оборудовании можно осуществить все остальные операцииковки. Поэтому выбор молота или пресса для осадки имеет особенно важное значение.

Выбор молота для осадки производят по необходимости работы деформации за последний удар. Это объясняется тем, что при предшествующих ударах работа деформации, пропорциональная площади поковки, меньше. Для определения массы падающих частей молота рекомендуется формула

$$G = 1,5 \cdot 10^{-3} \sigma_b \left(1 + 0,17 \frac{D_1}{H_1}\right) \epsilon V,$$

где G — масса падающих частей молота, кг; D_1 и H_1 — средний диаметр и высота заготовки после осадки, мм; σ_b — предел прочности деформируемого металла при температуре окончанияковки, кгс/см²; ϵ — относительная деформация за последний удар ($\epsilon = 0,025 \div 0,06$); V — объем поковки, мм³.

Средний диаметр поковки после осадки (без учета бочкообразности) подсчитывают по формуле

$$D_1 = D_0 \sqrt{\frac{H_0}{H_1}},$$

где D_0 и H_0 — исходные диаметр и высота заготовки, мм. Предел прочности деформируемого металла выбирают, пользуясь справочными данными. Относительную деформацию $\epsilon = 0,025$ принимают для крупных поковок, $\epsilon = 0,06$ — для мелких.

Пример. Определить массу падающих частей молота для осадки заготовки размером $D_0 = 110$ мм и $H_0 = 180$ мм до высоты $H_1 = 90$ мм. Температура начала осадки 1200°С, конца — 900°С. Материал заготовки — сталь, имеющая σ_b при комнатной температуре 40 кгс/мм².

Решение. По справочнику* находим, что при температуре 900°С сталь имеет $\sigma_b = 4,5$ кгс/мм². Средний диаметр после осадки

$$D_1 = D_0 \frac{H_0}{H_1} = 110 \sqrt{\frac{180}{90}} = 155 \text{ мм.}$$

Объем заготовки

$$V = \frac{\pi D_0^2}{4} H_0 = \frac{\pi \cdot 110^2}{4} 180 = 1\,720\,000 \text{ мм}^3.$$

* Ковка и объемная штамповка стали. Справочник в 2-х т. М., «Машиностроение», 1967.

Величину относительной деформации принимаем $\epsilon=0,06$, так как осадке подвергается небольшая заготовка.

Масса падающих частей молота

$$G=1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 4,5 \left(1+0,17 \frac{155}{90}\right) 0,06 \times \\ \times 1\,720\,000=880 \text{ кг.}$$

Выбираем молот с массой падающих частей $G=1000$ кг и энергией удара 2500 кгс·м.

Для облегчения расчетов по выбору массы падающих частей молота применяют диаграммы, составленные по опытным данным (рис. 99). Масса падающих частей молота определяется по высоте H_1 и среднему диаметру D_1 осаженной заготовки. Такие диаграммы применимы для угле-

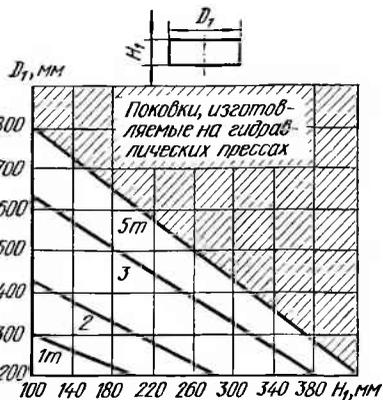


Рис. 99. Диаграмма для выбора массы падающих частей молота при осадке

родистых и низколегированных сталей.

Выбор пресса производят по усилию осадки. Для определения потребного усилия осадки пользуются формулой

$$P=\psi\sigma_b\left(1+0,17 \frac{D_1}{H_1}\right)F_1,$$

где P — усилие пресса, кгс; F_1 — площадь поперечного сечения поковки после осадки, мм².

При осадке крупных заготовок и слитков на прессах металл охлаждается меньше, чем при деформировании заготовок на молотах. Это учтено подстановкой в формулу масштабного коэффициента Ψ . Чем больше масса слитка, тем меньше Ψ . Для слитков массой 0,5 т $\Psi=0,8$, при массе слитка 100 т принимают $\Psi=0,5$.

Пример. Определить усилие ковочного пресса для осадки заготовки с исходными размерами $D_0=740$ мм, $H_0=1200$ мм до высоты $H_1=600$ мм. Температура окончанияковки 1100°C , предел прочности стали при комнатной температуре $\sigma_b=80$ кгс/мм².

Решение. При температуре 1100°C $\sigma_b=5,1$ кгс/мм². Масса заготовки немного выше 4 т, для такой заготовки принимаем $\Psi=0,75$. Средний диаметр после осадки

$$D_1=740 \sqrt{\frac{1200}{600}}=1046 \text{ мм,}$$

а площадь

$$F_1=\frac{\pi \cdot 1046^2}{4}=860\,000 \text{ мм}^2.$$

Усилие пресса

$$P=0,75 \cdot 5,1 \cdot \left(1+0,17 \frac{1046}{600}\right) \cdot 860\,000=4\,265\,000 \text{ кгс.}$$

Выбираем пресс усилием 5000 тс.

Протяжка — кузнечная операция, заключающаяся в удлинении заготовки или ее части за счет уменьшения площади поперечного сечения (рис. 100).

Протяжка является основной формообразующей операцией при ковке гладких и ступенчатых валов, коленчатых валов, поковок типа шатунов и т. п. При протяжке последовательно деформируют отдельные участки заготовки с кантовкой ее вокруг оси и подачей вдоль оси. При этом бойки не перекрывают заготовку целиком.

За каждое нажатие пресса или удар молота (рис. 100, а) происходит уменьшение высоты заготовки на величину $\Delta H=H_0-H_1$, называемую обжатием. Отношение обжатия к первоначальной высоте заготовки $\epsilon=\frac{\Delta H}{H_0}$ на-

зывают относительным обжатием.

В процессе протяжки заготовка удлиняется, а также получает некоторое уширение. Отношение приращения длины заготовки ΔL к длине ее L_0 до протяжки называют относительным удлинением, а отношение приращения ширины заготовки ΔB к первоначальной ширине B_0 — относительным уширением.

Отношение площади поперечного сечения заготовки F_0 к площади поперечного сечения протянутой заготовки F_1 называют уковом. Увеличение укова способствует проработке структуры металла и улучшению механических характеристик детали. Осадка заготовок перед протяжкой увеличивает площадь поперечного сечения заготовки, значит, и уков предварительно осаженной заготовки после протяжки будет больше.

Процесс деформации

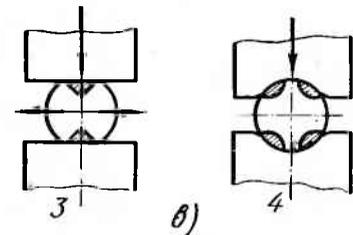
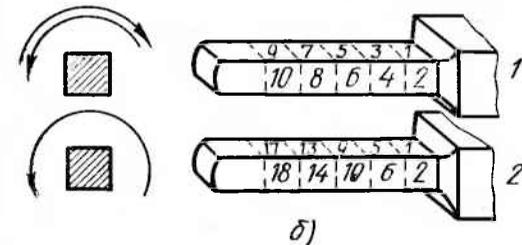
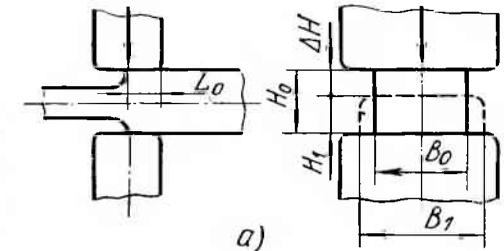


Рис. 100. Схемы протяжки:

а — изменение размеров заготовки H_0, B_0 и L_0 при протяжке плоскими бойками, б — способы протяжки, в — застойные зоны металла при протяжке плоскими и вырезными бойками

за все число ударов молота без кантовки заготовки называется проходом. Если после одного прохода заготовку повернуть на 90° вокруг ее оси, то при последующей протяжке (втором проходе) уширение снимается, заготовка утолщается, в то время как длина еще больше увеличивается. Два прохода с кантовкой заготовки между ними называют переходом.

Способы протяжки. Основными способами протяжки являются протяжка под плоскими, вырезными и комбинированными бойками, протяжка с оправкой, раскатка на оправке, разгонка.

Протяжку плоскими бойками и выполняют двумя способами. По первому способу часть заготовки сначала протягивают с одной стороны, затем кантуют на 90° и протягивают с другой стороны (рис. 100, б — поз. 1). После этого подают заготовку и протягивают следующий участок и т. д. Таким образом, протяжку ведут с двух сторон заготовки. Этот способ широко распространен при ковке крупных заготовок и слитков.

По второму способу (рис. 100, б — поз. 2) заготовку протягивают с непрерывной кантовкой заготовки на 90° и после четырех ударов производят подачу. Ковка по этому способу осуществляется как бы по винтовой линии, а заготовка обжимается со всех сторон. Способ применяют дляковки заготовок из легированных сталей и сплавов с пониженной пластичностью.

Для полной протяжки заготовку нагревают по всей длине. При ковке очень крупных поковок протяжку выполняют частями: сначала нагревают и протягивают один конец, затем другой.

Протяжку вырезными бойками и применяют для быстрого получения поковок круглого сечения. При протяжке плоскими бойками металл в осевом горизонтальном сечении интенсивно течет в стороны (рис. 100, в — поз. 3), в то время как у контактной поверхности вследствие трения и подсыпания металла имеются застойные зоны в форме клина. В результате в центре поковки возникают значительные растягивающие напряжения, которые могут привести к образованию трещин.

При протяжке в вырезных бойках (рис. 100, в — поз. 4) течение металла в стороны сдерживается стенками бойков, что дает возможность протягивать более интенсивно без образования трещин. При протяжке в вырезных бойках металл больше течет в длину, поэтому при том же обжатии получается больший уков. Протяжку вырезными бойками производят с большими подачами, производительность протяжки на 20—40% выше, чем при ковке плоскими бойками.

Очень часто применяют протяжку комбинированными бойками (нижним вырезным и верхним плоским).

Для интенсификации протяжки заготовку подают не на величину всей ширины бойка, а только на его часть. Наибольшая производительность протяжки достигается при ковке под молотом узкими бойками. Поэтому в больших кузнечных цехах устанавливают молоты с узкими бойками только для протяжки. На

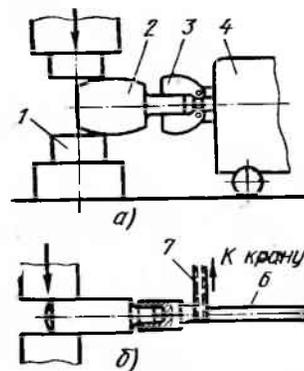


Рис. 101. Схемы ковки с применением манипулятора (а) и кантователя (б):

- 1 — нижний боек, 2 — слиток.
- 3 — клещи, 4 — манипулятор.
- 5 — противовес, 6 — патрон.
- 7 — цепь кантователя

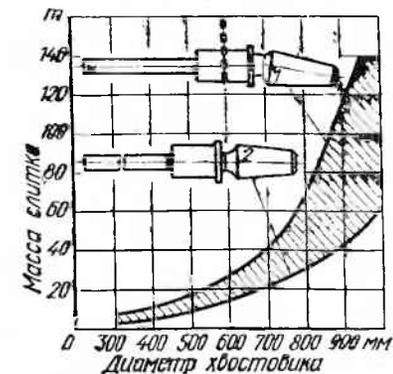


Рис. 102. Диаграмма для определения диаметра хвостовика слитка

молотах же с обычными широкими бойками ведут проглаживание поковок после протяжки.

Оттяжка хвостовика (цапфы) под патрон является вспомогательной операцией. Хвостовик необходим для захвата и удержания слитка при дальнейшей его протяжке. Слиток с хвостовиком протягивают с применением манипулятора (рис. 101, а) и при помощи патрона и кантователя (рис. 101, б). Оттяжку хвостовика осуществляют обычно со стороны прибыльной части слитка, но иногда — при ковке очень тяжелых слитков — со стороны донной части. Оттяжку выполняют с особой ответственностью, стремясь обеспечить соосность хвостовика и слитка.

Диаметр цапфы должен быть не менее половины диаметра слитка, длина составляет 1,5—2 ее диаметра. Для правильного определения диаметра цапфы пользуются диаграммой (рис. 102), в которой заштрихованная зона соответствует рекомендуемым размерам. Например, для слитка массой 40 т диаметр цапфы не должен быть менее 700 мм, в противном случае хвостовик не выдержит массы слитка и отогнется.

Протяжка с оправкой (рис. 103). Этот способ ковки применяют при изготовлении пустотелых поковок (цилиндров, оружейных стволов, барабанов, обечаек и др.). Заготовку 2, имеющую сквозное отверстие, надевают на оправку 1 и вместе с ней устанавливают на нижний боек 4.

При протяжке бойком 3 заготовку равномерно кантуют вокруг оси и подают вместе с оправкой. Для получения требуемых размеров поковок нижний боек делают вырезным, верхний боек делается вырезным только при необходимости получения тонкостенных поковок. При обжатии наружный диаметр заготовки уменьшается, а длина увеличивается.

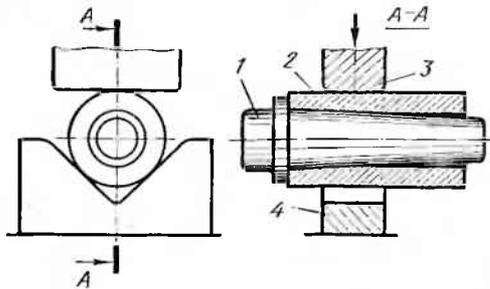


Рис. 103. Схема протяжки с оправкой: 1 — оправка (отверстие для охлаждения не показано), 2 — заготовка, 3 — верхний боек, 4 — нижний вырезной боек

При первых обжатиях заготовка плотно охватывает оправку. Однако при обжатии следующего участка (после подачи заготовки) предварительно обжатый концевой участок перемещается в сторону меньшего диаметра оправки, так как перемещению металла в другую сторону препятствует бурт. Таким образом, только участки, непосредственно прилегающие к бурту, обжимают оправку, остальная часть заготовки находится на оправке с зазором, что облегчает удаление поковки.

Поверхность оправки должна быть гладкой, а ось — не иметь искривлений. При протяжке крупных поковок применяют охлаждение оправки водой, пропускаемой через внутреннее отверстие, выполненное по всей длине оправки. Послековки немедленно снимают поковку с оправки, иначе поковка при охлаждении застрянет на оправке.

Раскатку на оправке применяют при ковке кольцеобразных поковок небольшой высоты (рис. 104). Ковку ведут узким верхним бойком 4, располагая его длинной стороной параллельно цилиндрической оправке 2, опирающейся на боек-скобу или две стойки 1. При этом желательно, чтобы длина бойка перекрывала длину поковки (высоту кольца).

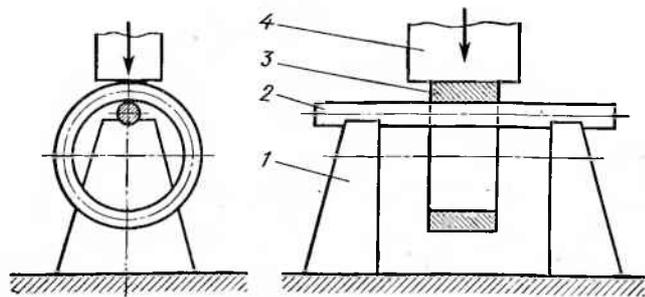


Рис. 104. Схема раскатки на оправке: 1 — стойка, 2 — оправка, 3 — заготовка, 4 — верхний боек

Для облегчения снятия поковки с оправки последнюю выполняют в виде конусного стержня с буртом. Конусность оправки составляет до 10 мм на 100 мм длины. При большей конусности поковку легче снять, однако труднее получить цилиндрическое отверстие. Заготовку надевают на оправку до соприкосновения с буртом, а протяжку начинают вести с противоположного конца заготовки.

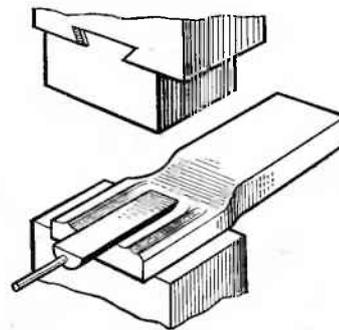


Рис. 105. Момент разгонки раскаткой

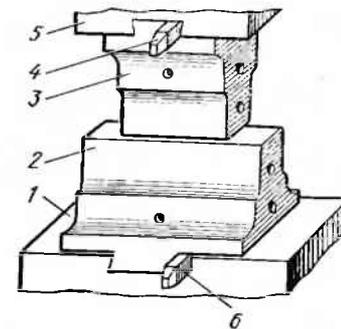


Рис. 106. Крепление молотового бойка:

1 — подшаботная плита, 2 — нижний боек, 3 — верхний боек, 4 — верхний клин, 5 — баба, 6 — нижний клин

После каждого обжатия оправку поворачивают, благодаря чему несколько поворачивается и кольцо. В результате раскатки наружный и внутренний диаметры кольца увеличиваются, а толщина стенки уменьшается. В ширину кольцо раздается незначительно.

Разгонка заключается в увеличении ширины поковки или ее части за счет уменьшения толщины. В результате получают поковки с большими отношениями площади поверхности к толщине.

Разгонку обычно ведут широкими бойками с большими подачами заготовки. При этом металл в основном течет в ширину с небольшим удлинением. Если не хватает мощности молота, применяют раскатку (рис. 105), ось которой устанавливают параллельно оси заготовки.

Инструменты. Для протяжки применяют бойки, патроны, оправки и раскатки, стойки для раскатки на оправке.

Бойки являются универсальным инструментом дляковки, используемым не только для протяжки, но и для других кузнечных операций. Бойки дляковки на молотах и прессах отличаются размерами и способом крепления. Молотовые бойки обычно изготавливают монолитными с хвостовиками в виде «ласточкина хвоста», в которых выполнены пазы под шпонки. Крепление верхнего бойка 3 (рис. 106) в бабе 5 молота и нижнего 2 — в подшаботной плите 1 производят клиньями 4 и 6. Шпонки (на рисунке не показаны) необходимы для предотвращения смещения бойков относительно бабы или подшаботной плиты, в которых выполнены соответствующие вырезы. Таким образом, каждая шпонка частично входит в вырез бойка и частично — в вырез бабы или плиты.

При забивке клина 4 верхний боек 3 отодвигается влево и плотно прижимается к стенке бабы, имеющей обратный уклон. При этом боек не сдвигается вперед или назад, так как надежно фиксируется шпонкой. Таким же образом крепится и нижний боек.

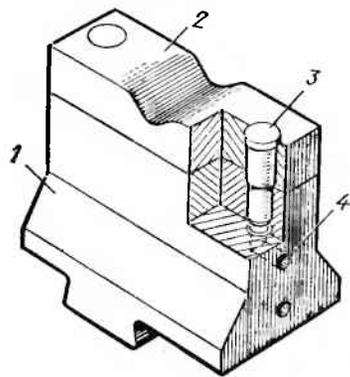


Рис. 107. Комбинированный нижний боек для молотовой ковки

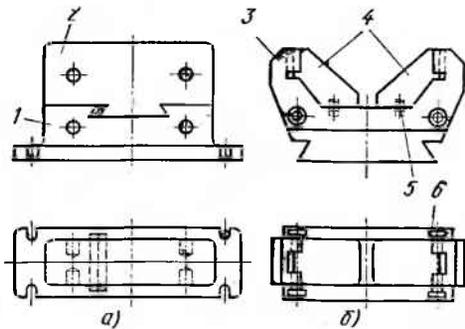


Рис. 108. Нижние бойки дляковки на прессах:
а — плоский, б — вырезной

На одностоечных молотах в том случае, когда станина молота мешает выбивке клина, каждый боек крепят при помощи двух клиньев.

Если дляковки необходимы и плоский и вырезной нижние бойки, то целесообразно применить один комбинированный боек (рис. 107). При выполнении операций, требующих применения плоского бойка 1, последний используют без накладки 2. При необходимости применения вырезного бойка устанавливают накладку 2 и плоский боек превращается в вырезной. Для точной установки накладки в ней запрессованы два направляющих штыря 3, заходящие в отверстия бойка 1. Отверстия под штыри соединены с боковыми отверстиями 4, которые предназначены для удаления окалины.

Бойки обычно изготавливают из углеродистой стали и не подвергают закалке. Рабочая поверхность бойков имеет плавный переход к боковым граням. Ширина верхнего и нижнего бойков одинаковая, длина нижнего бойка больше верхнего, что необходимо для размещения различных приспособлений дляковки (скобы, подкладные штампы и др.). Рабочие поверхности бойков — ровные, гладкие и параллельные.

Габаритные размеры бойков выбирают в зависимости от массы падающих частей молота. Бойки паровоздушных молотов имеют ширину от 200 до 400 мм при длине от 350 до 1000 мм.

Прессовые бойки обычно крепятся к столу и траверсе пресса болтами, хотя иногда применяют и крепление клином в пазу типа «ласточкин хвост». Плоские бойки изготавливают цельными или составными (рис. 108, а). Нижний боек 1 крепится к столу пресса болтами, вставка 2 имеет клиновое крепление. Крупные вырезные бойки, как правило, делают составными (рис. 108, б).

Боек имеет корпус 3 и два вкладыша 4, выступы которых за-

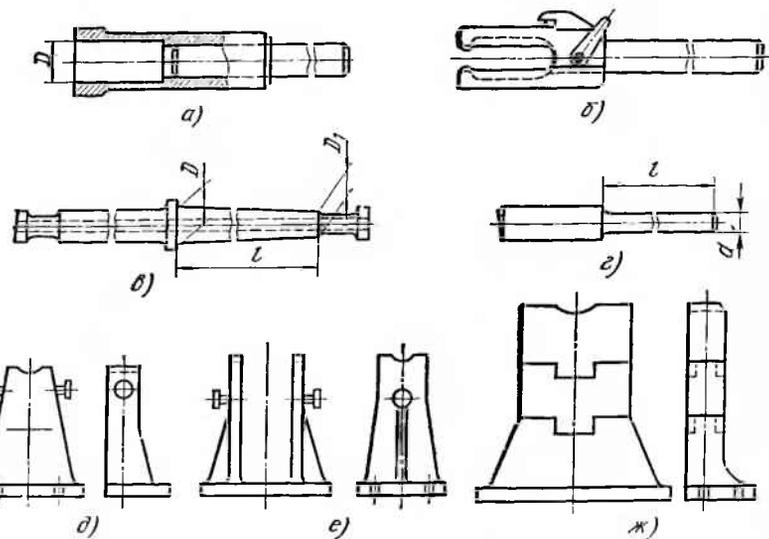


Рис. 109. Инструменты для протяжки:
а — патрон, б — клещевой патрон, в — оправка, г — оправка для раскатки; стойки: д — цельные, е — спаренные, ж — составные

ходят в пазы корпуса. Горизонтальное смещение вкладышей предотвращается шпильками 5. Для перемещения тяжелого бойка служат цапфы 6.

Габаритные размеры прессовых бойков выбирают в зависимости от усилия пресса. Самые большие бойки имеют ширину 950—1200 мм и длину 2900—3100 мм.

При ковке слитков без манипулятора применяют патроны, помогающие поворачивать, кантовать, передвигать слитки под прессом мостовым краном или кантователем. Рабочий диаметр патрона, который выбирают по диаметру оттянутого хвостовика слитка, $D=320-860$ мм (рис. 109, а). Клещевой патрон (рис. 109, б) не требует оттяжки хвостовика. Слиток захватывают челюстями патрона за прибыльную или донную часть.

При протяжке полых заготовок удлиненной формы применяют оправки. При ковке с кантователем оправку выполняют удлиненной (рис. 109, в). Диаметр D для разных поковок составляет 220—900 мм, диаметр D_1 делают на 40—60 мм меньше. Оправки изготавливают длиной $l=4000; 5000$ и 6000 мм. Уклон обычно составляет 1:100.

Оправки для раскатки кольцевых заготовок обычно выполняют сплошными в виде гладкого или ступенчатого вала (рис. 109, г). Ступенчатую оправку применяют в том случае, когда для ее вращения используют манипулятор или кантователь. Рабочий диаметр оправки d 160—500 мм, длина l составляет 800—3000 мм. Для поддержания оправки при раскатке применяют стойки.

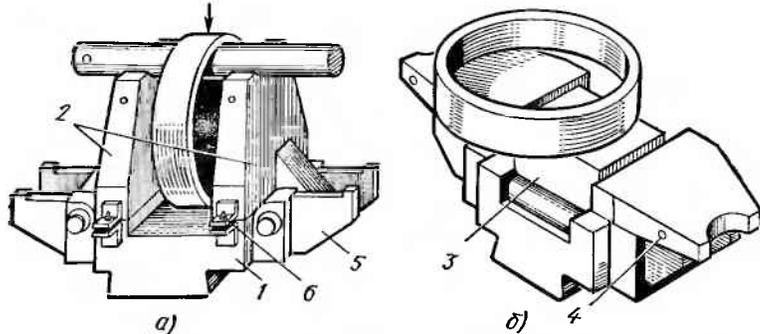


Рис. 110. Комбинированный боек дляковки-раскатки на молоте

(рис. 111, б), а при недостаточной пластичности металла — осевые трещины.

Для предотвращения явления заготовку протягивают частыми и сильными ударами. Устранить вогнутость торца при ковке крупных слитков помогает предварительная осадка слитка сферической осадочной плитой. При последующей протяжке выпуклость торца компенсирует неравномерное течение металла (рис. 111, в).

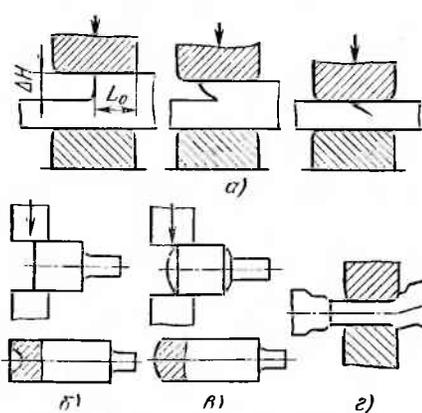


Рис. 111. Дефекты поковки при протяжке:

а — образование зажима, б — вогнутость торца, в — устранение вогнутости торца при протяжке осаживной заготовки, г — саблевидность поковки

Саблевидность поковки (рис. 111, г) наиболее часто наблюдается при протяжке под прессом. Причиной ее является неравномерное охлаждение поковки, контактирующей с холодным нижним бойком. Для предупреждения искривления поковки заготовку нагревают равномерно и периодически кантуют при протяжке. Если искривление возникло, то поворачивают заготовку на 180°, производят протяжку, а затем снова кантуют «на ребро».

Перерезание волокон металла может иметь место при ковке с применением раскатки, если последняя имеет небольшой радиус и глубоко внедряется в заготовку. Для получения высококачественных поволоков применяют раскатки плавной формы или набор раскаток с постепенно уменьшающимися радиусами.

§ 4. ПРОШИВКА И ПРОБИВКА ОТВЕРСТИЙ

Прошивкой называют кузнечную операцию, посредством которой в заготовке получают глухую полость.

Пробивкой называют образование в заготовке сквозного отверстия с удалением металла в отход путем сдвига.

Прошивку и пробивку осуществляют специальным инструментом (прошивнем, дорном, пуансоном), поперечное сечение которого соответствует форме отверстия или углубления, которое необходимо получить. В большинстве случаев прошивень имеет круглое сечение.

Основными способами образования отверстий являются прошивка сплошным прошивнем с последующей пробивкой, пробивка на подкладном кольце, прошивка полым прошивнем.

Прошивку сплошным прошивнем (рис. 112, а) применяют для получения отверстия в сравнительно высокой заготовке. Прошивень 2 конической формы устанавливают на заготовку 1

Они могут быть цельными (рис. 109, д), спаренными (рис. 109, е) и сборными (рис. 109, ж).

При ковке на молотах часто используют стойки, шарнирно закрепленные на плоском бойке (рис. 110). Приспособление состоит из основания 1, стоек 2, откидного бойка 3. Шарнирное крепление стоек позволяет устанавливать их вертикально, что необходимо для раскатки колец (рис. 110, а), и откидывать их в горизонтальное положение, в котором стойки удерживаются упорами 5 (рис. 110, б).

В рабочее положение стойки ставят при помощи бабы молота. Сначала снимают и устанавливают специальную подставку бойка 3. Затем в отверстия 4 стоек вставляют штыри и цепью, прикрепленной к бабе молота, поворачивают стойки в вертикальное положение, фиксируя их штифтами 6. После окончания раскатки стойки снимают со штифтов 6 и откидывают ломиками на опоры 5. Устанавливают боек 3, например, для правки раскатанного кольца.

Раскатки для разгонки тонкого полотна показаны на рис. 90, б.

Дефекты поволоков. Основными дефектами поволоков при протяжке являются зажимы, вогнутость торца, трещины, саблевидность, перерезание волокон, недостаточный уков.

Зажимы могут образовываться (рис. 111, а) в том случае, если подачу L_0 заготовки устанавливают больше 0,8 ширины бойка. При ширине бойка 200 мм подача не должна быть более 160 мм. При этом также следят, чтобы подача не была менее высоты уступа ΔH . При невыполнении указанных условий металл может «наплывать» на протянутый участок заготовки, образуя в конечном счете зажим.

Зажимы могут образоваться и при протяжке заготовок с отношением высоты к ширине более 2,5, если при этом своевременно не исправить изгиб заготовки.

Вогнутость торца заготовки и осевые трещины могут возникать при слабых ударах молота, деформирующих только поверхностные слои металла. В результате отстаивания внутренних слоев металла от наружных образуется вогнутость торца

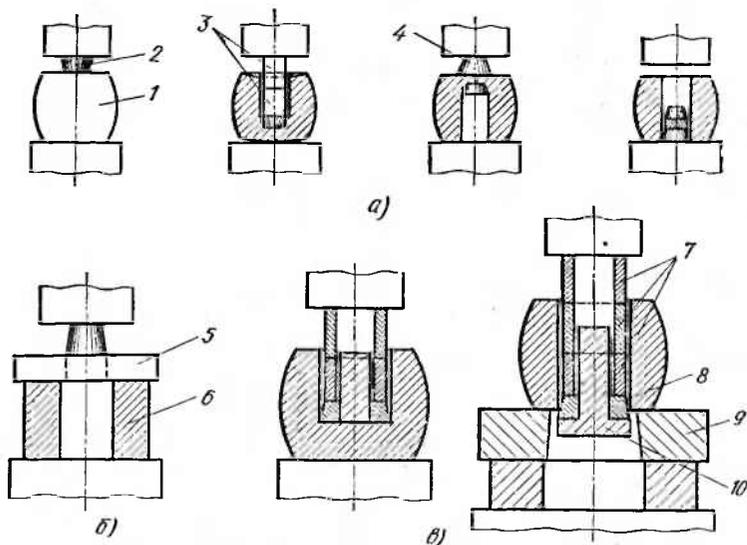


Рис. 112. Схемы образования отверстий:

а — прошивка сплошным прошивнем, б — пробивка сплошным прошивнем, в — прошивка полым прошивнем

меньшим торцом вниз и ударами молота или нажатиями пресса вгоняют в металл. При этом вначале легким ударом (нажатием) прошивень вдавливают на небольшую глубину. Вынув прошивень, насыпают в образовавшееся углубление толченый уголь, кокс или графит, что устраняет опасность сваривания прошивня с металлом. Вставив прошивень в углубление с насыпанным порошком, вгоняют его на большую глубину.

Дальнейшее внедрение прошивня в заготовку производят при помощи одной или нескольких цилиндрических надставок 3, диаметр которых несколько меньше диаметра прошивня. Это делается для уменьшения трения при прошивке. С этой же целью прошивень также смазывают графитом.

Прошивку заканчивают с оставлением в заготовке перемычки, толщина которой для крупных поковок составляет 150—170 мм, а для средних — 100—150 мм. В общем случае толщина оставляемой перемычки приблизительно равна $\frac{1}{3}$ высоты прошиваемой заготовки. Прошивка с оставлением перемычки меньшей толщины не рекомендуется, так как при этом резко возрастает усилие прошивки и возникает опасность подсадки прошивня.

После прошивки заготовку кантуют на 180° , в результате чего надставки выпадают из отверстия, а прошивень остается в заготовке. На заготовку устанавливают другой прошивень 4 (теперь меньшим торцом вверх), диаметр которого несколько меньше диаметра первого, и производят пробивку отверстия с удалением перемычки и основного прошивня. Место установки пробивающего про-

шивня определяют по потемневшему охладившемуся металлу над основным прошивнем.

Данный способ прошивки применяют для получения отверстий диаметром до 500 мм. В результате прошивки форма заготовки искажается — металл раздается в стороны, а верхний торец заготовки приобретает вогнутую форму.

Пробивку на подкладном кольце (рис. 112, б) применяют при необходимости получить отверстие в сравнительно невысоких заготовках, имеющих отношение высоты к диаметру $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$. Заготовку 5 устанавливают на подкладном кольце 6 с отверстием, диаметр которого немного больше диаметра пробиваемого отверстия. На заготовку ставят прошивень большим торцом вниз и верхним бойком внедряют прошивень до тех пор, пока срезанная перемычка не провалится в отверстие кольца.

При пробивке по данному способу высота прошивня должна быть больше высоты заготовки. Отход металла на перемычку (выдру) больше, чем при прошивке и пробивке по первому способу, а искажение заготовки меньше.

Прошивку полым прошивнем (рис. 112, в) применяют для получения отверстий больших диаметров (более 500 мм). Применение прошивня 8 с отверстием уменьшает усилие прошивки, так как площадь контакта прошивня с металлом снижается. Прошивку ведут, как и при использовании сплошного прошивня, с оставлением перемычки.

При прошивке высоких заготовок применяют полые надставки 7. Наружный диаметр надставки меньше большого диаметра прошивня, внутренний диаметр — больше отверстия прошивня. После прошивки заготовку с прошивнем и надставками устанавливают на кольцо 9 и пробивают. При этом прошивень остается вместе с отходом 10, имеющим грибовидную форму. Для съема прошивня с выдры сначала зубилом удаляют заусенец, наплывший на прошивень, затем выбивают отход из прошивня.

После прошивки поковку обычно правят, а отверстие калибруют. Торцы правят на плоских бойках легкими ударами молота или нажатиями пресса. Иногда для правки применяют плоские раскатки. Боковую поверхность поковки правят со вставленной в отверстие оправкой с периодическим поворотом вокруг оси. Отверстие калибруют специальным прошивнем бочкообразной формы, который прогоняют через отверстие.

Инструмент. Основным инструментом при прошивке и пробивке являются прошивни. Сплошные прошивни дляковки под молотами имеют диаметр $D=40$ — 230 мм и высоту, приблизительно равную $1,5 D$. Прошивни дляковки под прессами выполняются диаметром 250—500 мм и высотой 300—500 мм.

Пустотелые прошивни применяют приковке под прессами. Диаметр прошивней 400—700 мм, диаметр отверстия 200—360 мм.

Прошивни работают в тяжелых условиях, так как в течение длительного времени соприкасаются с горячим металлом. Поэтому их изготавливают из инструментальных сталей типа У7, 5ХНВ.

Твердость прошивней после термической обработки НВ363—415. Для предупреждения растрескивания крупных прошивней их подогревают перед прошивкой до 150°С. После прошивки прошивни устанавливают на подставки, что способствует более равномерному их охлаждению.

Основными дефектами, возникающими при прошивке и пробивке отверстий, являются:

сильно затянутые края отверстий. Этот дефект получается при прошивке толстой заготовки, когда прошивень сразу вгоняют на всю глубину;

смещение осей отверстий, полученных прошивкой и пробивкой после кантовки заготовки на 180°. Для получения соосности отверстий тщательно устанавливают прошивни, используя разметку или приспособления;

рванины и трещины по краям пробиваемого отверстия возникают при недостаточном нагреве заготовки или слишком охлажденном металле;

неперпендикулярность оси отверстия и торцов заготовки, появляющаяся при неравномерном нагреве слитков, а также при непараллельности торцов заготовки перед прошивкой.

§ 5. ГИБКА И СКРУЧИВАНИЕ

Гибкой называют кузнечную операцию, в результате которой заготовке придают заданную изогнутую форму. Гибку применяют как самостоятельную операцию или в сочетании с другими операциямиковки при изготовлении угольников, кронштейнов, крюков, хомутов и т. п.

Гибка сопровождается искажением первоначальной формы поперечного сечения заготовки (рис. 113, а). Наружные слои заготовки на участке изгиба подвергаются растяжению, а внутренние — сжатию. В результате квадратное сечение приобретает форму неправильной трапеции, а круглое — форму овала.

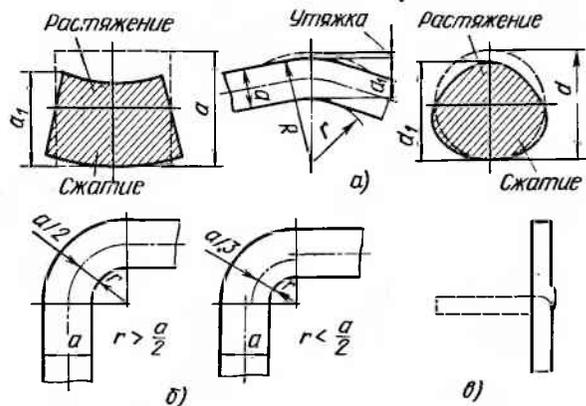


Рис. 113. Искажения при гибке:

a — утяжка в искаженном сечении заготовки, *b* — положение нейтральной линии в зависимости от соотношения радиуса гибки и толщины заготовки, *a* — устранение утяжки металла местным утолщением заготовки

Зоны растяжения и сжатия на изгибаемом участке разделяются так называемой нейтральной линией, которая смещена в сторону сжатого участка. Искажение заготовки при гибке и смещение нейтральной линии тем больше, чем меньше внутренний радиус *r*.

Длину исходной заготовки при гибке рассчитывают следующим образом (рис. 113, б). Если внутренний радиус заготовки после гибки больше половины толщины заготовки ($r > \frac{a}{2}$), то искажением формы заготовки пренебрегают, считая, что нейтральная линия проходит по средней линии заготовки. Длину изогнутого участка в этом случае определяют как длину дуги радиуса $r + \frac{a}{2}$,

$$l_{из} = \frac{\pi \left(r + \frac{a}{2} \right) \alpha}{180^\circ},$$

т. е.

где α — центральный угол изгиба, град.

Если $r \leq \frac{a}{2}$, то следует учесть растяжение заготовки. В этом случае принимают, что нейтральная линия сместилась в сторону сжатого участка на величину, равную $\frac{1}{6}$ толщины заготовки. Длину изогнутого участка определяют как длину дуги радиуса $r + \frac{a}{3}$, т. е.

$$l_{из} = \frac{\pi \left(r + \frac{a}{3} \right) \alpha}{180^\circ}.$$

Пример. Определить длину исходной заготовки квадратного сечения, необходимой для получения поковки, форма и размеры которой показаны на рис. 114.

Решение. Общая длина прямых участков, не подвергающихся гибке, составляет $50 + 150 + 50 = 250$ мм. Длину заготовки на участке гибки радиусом $r = 15$ мм определяем, пренебрегая растяжением, так как $r > \frac{a}{2}$ ($a = 20$ мм, $r = 15$ мм).

$$l_1 = \frac{\pi \left(r + \frac{a}{2} \right) \cdot 90^\circ}{180^\circ} = \frac{25 \cdot \pi}{2} = 39,25 \text{ мм.}$$

Длину заготовки на участке гибки радиусом $r = 9,5$ мм определяем с учетом растяжения металла, так как $r < \frac{a}{2}$, т. е.

$$l_2 = \frac{\pi \left(r + \frac{a}{3} \right) 90^\circ}{180^\circ} = \frac{16,16\pi}{2} = 25,37 \text{ мм.}$$

Таким образом, общая длина исходной заготовки составляет $250 + 39,25 + 25,37 \approx 315$ мм.

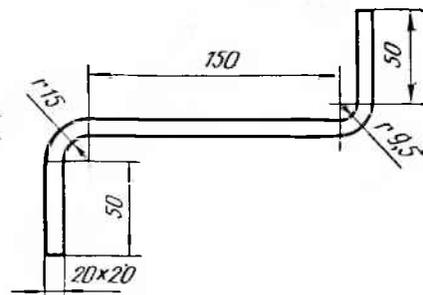


Рис. 114. Заготовка квадратного сечения, изогнутая в двух местах

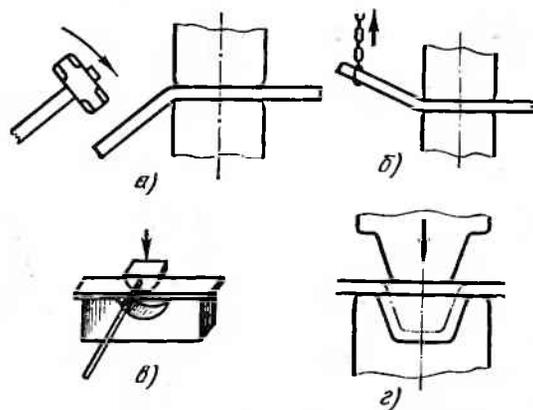


Рис. 115. Схемы гибки:

а — кувалдой, б — краном, в — раскаткой в подкладном штампе, г — в подкладных штампах

Операция гибки не требует больших усилий, так как деформация сосредотачивается в небольшой зоне изгиба. Поэтому гибку обычно проводят при пониженной температуре (850—900° С), что способствует лучшему качеству поверхности получаемых изделий.

Основными способами гибки являются ручная гибка при помощи различных приспособлений, гибка заготовки, зажатой между бойками молота, гибка в подкладных штампах.

Гибку заготовки, зажатой между бойками молота, осуществляют вручную кувалдой (рис. 115, а) или краном (рис. 115, б).

Гибку в подкладных штампах обычно применяют для получения значительного количества одинаковых поковок. Используют или один штамп, в котором заготовку изгибают раскаткой (рис. 115, в), или штамп, состоящий из верхней и нижней половин (рис. 115, г).

Изготовление поковки прямоугольной формы гибкой в подкладном штампе на молоте показано на рис. 116. Сначала из полосовой заготовки получают скобу при помощи подкладного нижнего штампа и специальной раскатки (рис. 116, а). Затем используют другой подкладной штамп для гибки сначала одного конца скобы (рис. 116, б), а потом другого (рис. 116, в). Далее загнутые концы скобы правят (рис. 116, г).

Дефектами поковок, получаемых гибкой, являются разрывы металла, утяжка, несоответствие фактических размеров поковки указанным в чертеже.

Разрывы металла могут образовываться на выпуклой стороне изгибаемой заготовки, где имеют место значительные растягивающие напряжения. Как правило, трещины появляются при недостаточной пла-

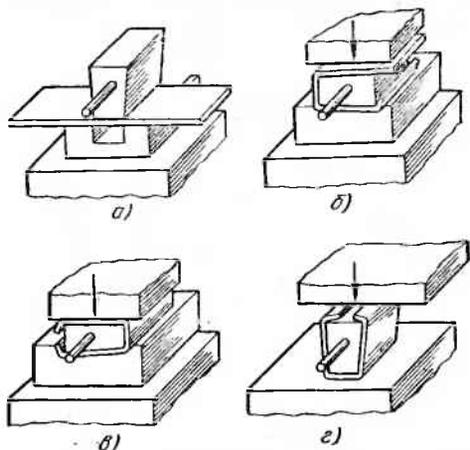


Рис. 116. Последовательность (а—г) изготовления скобы в подкладных штампах

стичности недостаточно нагретой или охладившейся заготовки. Значительная утяжка металла (уменьшение части сечения заготовки) с внешней стороны изгибаемой детали может приводить к браку изделия. Для устранения утяжки предварительно создают местные утолщения металла, компенсирующие утяжку при гибке (см. рис. 113, в). Нарушение размеров поковки часто происходит из-за неправильного расчета длины исходной заготовки.

Скручивание называют кузнечную операцию, при помощи которой часть заготовки поворачивают вокруг продольной оси. В отличие от гибки, при которой ось заготовки получает изгиб, при скручивании направление оси остается неизменным. Скручивание применяют при ковке многоколенчатых валов, крупных сверл и т. п. Скручивание производят вручную или при помощи крана. Одну часть зажимают в тисках или бойками, другую — поворачивают (скручивают) вилкой.

§ 6. СВАРКА

Кузнечной сваркой называется операция, посредством которой соединяют в одно целое отдельные части или концы заготовки. Место соединения (концы) предварительно нагревают до ковочной температуры, а сварку осуществляют ударами кувалды или молота. Кузнечную сварку применяют ограниченно, главным образом в ремонтных работах.

Подготовка концов к сварке заключается в образовании на них утолщений и в придании им выпуклой формы. Утолщения необходимы для того, чтобы после сварки и проковки получить то же сечение заготовки, которое было до сварки. Выпуклость торцов облегчает удаление окалины и шлака в процессе соединения.

Заготовки под сварку нагревают в горнах или сварочных печах. Обычные печи непригодны, так как не обеспечивают нагрева до высокой сварочной температуры. Лучшим топливом при нагреве является древесный уголь, в котором отсутствует сера, ухудшающая качество сварки. Температура нагрева под сварку близка к температуре плавления металла. Мягкую сталь нагревают до 1350—1370° С.

Чтобы избежать интенсивного окисления и пережога, металл сначала нагревают до 950—1050° С, затем посыпают флюсом (порошкообразная смесь мелкого речного песка, буры и поваренной соли). Окалина соединяется с флюсом и образует жидкотекучий шлак, который при сварке выжимается из зоны стыка.

При нагреве под сварку не допускают окислительного пламени. Охлаждение металла снижает качество сварки, поэтому сварку ведут по возможности быстро. Температура, ниже которой свойства шва становятся низкими, называется порогом свариваемости. Для низкоуглеродистой стали порогом свариваемости является температура 1100° С.

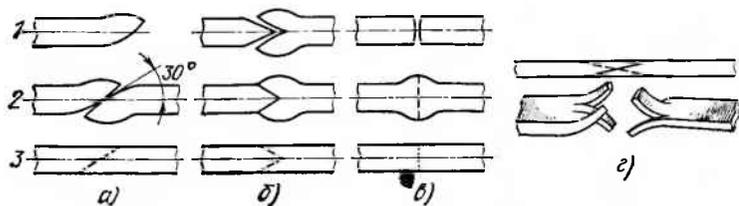


Рис. 117. Схемы кузнечной сварки:

а — внахлестку, б — вразруб, в — встык, г — врасщеп

ного шва. Если его прочность больше 85% прочности основного металла, то качество считается удовлетворительным. Проверку качества сварки прутков и полос производят изгибом по месту шва. Если при этом не появляются трещины, то сварка выполнена доброкачественно.

К дефектам сварки относятся непровар, провал размера, пережог. Непровар может появляться при окислении соединяемых поверхностей, вызываемом неправильным режимом нагрева или небрежным флюсованием. Провал размера имеет место в случае, когда перед сваркой концы заготовок не были утолщены. В результате сечение в очаге сварки окажется меньше необходимого.

§ 7. ПРОЧИЕ КУЗНЕЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ

Биллетировка. Эта операция заключается в обжатию граней слитка с целью придания ему цилиндрической формы. Биллетировка следует за оттяжкой хвостовика слитка. В результате металл слитка уплотняется и приобретает большую пластичность. После биллетировки отрубают прибыльную часть слитка, причем все эти операции проводят с одного нагрева.

Уков при биллетировке составляет 1,05—1,15. Биллетировку обычно выполняют комбинированными или (при обработке крупных слитков массой свыше 150 т) вырезными бойками.

Образование уступов и выступов. Для получения поковок типа валов с уступами и выемками сначала на поверхность заготовки в требуемых местах наносят разметочные углубления, для чего применяют круглые раскатки. Затем делают пережим заготовки — увеличение разметочных углублений до размеров уступов или выемок. Далее бойками или раскатками образуют уступы или выемки (рис. 118, а — г). Выступы на поковке получают при помощи двух уступов, выполняемых по обе стороны от выступа (рис. 118, д).

Передача. Операция состоит в смещении одной части заготовки относительно другой. При этом металл деформируется только на небольшом участке. Передачу применяют для получения поковок с односторонними выступами, например коленчатых валов.

Схемы передачи показаны

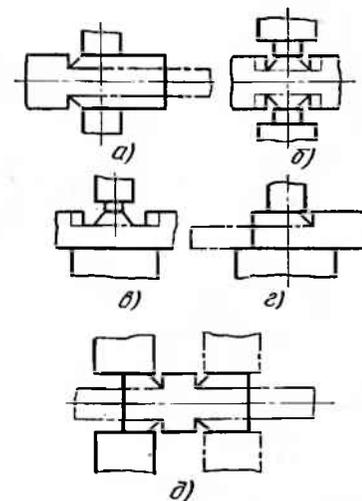


Рис. 118. Схемы получения уступов, выемок и выступов:

а — двустороннего уступа бойками, б — двусторонней выемки раскатками, в — односторонней выемки раскаткой, г — одностороннего уступа бойками, д — двустороннего выступа бойками

Основными способами кузнечной сварки являются сварка внахлестку, вразруб, встык, врасщеп.

Сварка внахлестку (рис. 117, а) является наиболее распространенным способом сварки, обеспечивающим сравнительно большую площадь соприкосновения свариваемых концов. Перед сваркой концы сначала высаживают, затем отковывают в виде «лацканов» (поз. 1). После нагрева очищенные от окалины и шлака лацканы накладывают один на другой и легкими ударами прижимают друг к другу (поз. 2). При этом плоскость контакта составляет с осью заготовки угол, приблизительно равный 30°. Затем место сварки проковывают сильными ударами и отделяют (поз. 3).

Сварку вразруб (в замок, в лапу) применяют при соединении крупных кусков металла, а также при сварке различных сталей (рис. 117, б). Один конец высаживают и разрубают, после чего его разводят. Другой конец оттягивают на клин (поз. 1). После нагрева и очистки от окалины заостренный конец заводят в разруб второго конца (поз. 2). Место соединения проковывают и отделяют (поз. 3).

Сварку встык (рис. 117, в) применяют тогда, когда отковать лацканы невозможно из-за наличия рядом с местом сварки буртов, отверстий или когда требуется сварить короткие концы. В этом случае подготовка концов сводится к небольшому закруглению торцов (поз. 1) или к небольшому набору (поз. 2). После нагрева и очистки концы соединяют ударами вдоль оси заготовки по холодным торцам. Затем место сварки хорошо проковывают и отделяют (поз. 3).

Сварку врасщеп (рис. 117, г) применяют при соединении заготовок из полосового металла.

Газопрессовую сварку производят на специальных станках сжатием заготовок вдоль оси. Перед сваркой концы заготовок нагревают непосредственно на станке ацетилено-кислородным пламенем при помощи многопламенных горелок. Газопрессовую сварку применяют в массовом и серийном производстве, а также в ремонтных работах.

После сварки поковку подвергают нормализации или отжигу для снятия сварочных напряжений и получения однородной структуры металла. Качество сварки определяется прочностью свароч-

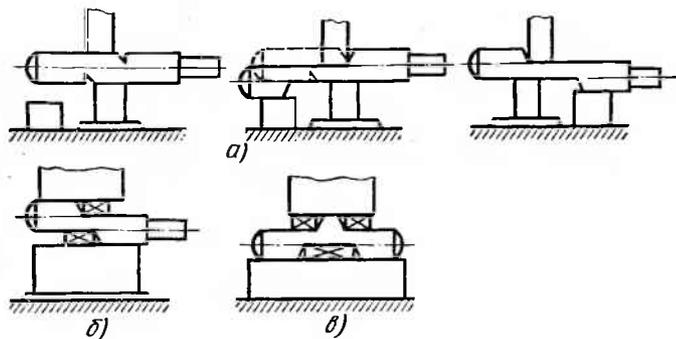


Рис. 119. Схемы передачи:

а — на смещенных бойках пресса, б — на двух квадратных подкладках, в — при помощи трех квадратных подкладок

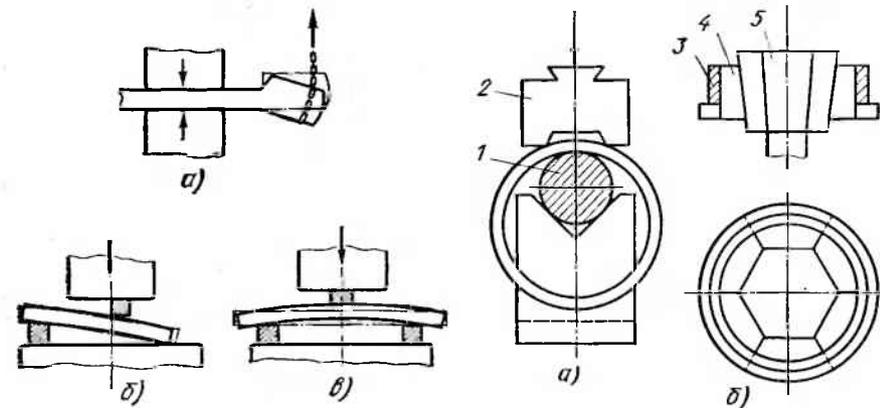


Рис. 120. Схемы правки:

а — краном, б, в — при помощи подкладок и бойка

Рис. 121. Схемы правки колец:

а — на оправке, б — растяжением

на рис. 119, а—в. При передаче смещенными бойками (рис. 119, а) под один конец заготовки во избежание изгиба ее ставят подставку. Другой конец удерживается в патроне или клещами манипулятора.

Проглаживание служит для придания поковке гладкой поверхности. Проглаживание осуществляют легкими ударами молота или короткими ходами пресса. При этом дают возможно большую подачу заготовки. Проглаживание ведут плоскими бойками: чем шире боек, тем лучше. При возможности заготовку располагают вдоль оси бойков, т. е. перпендикулярно положению, имеющему место при обычной протяжке.

Правку применяют с целью устранения искривлений поковки или отдельных ее участков, возникающих в процессековки, при охлаждении или термообработке. Правка является обязательной после передачи, в результате которой возникает изгиб смещаемого участка заготовки относительно оси. Правку проводят в холодную и с нагревом поковки.

Холодную правку применяют с целью упрощения процесса. Однако холодная правка не всегда допустима. Например, холодноправленные детали, работающие под нагрузкой, противоположной по знаку нагрузке, имеющей место при правке, изгибаются при значительно меньших напряжениях, чем обычно. Поэтому в этих случаях после холодной правки стальных поковок осуществляют высокий отпуск при температуре 600—700° С. Ручная холодная правка молотком является вредной для деталей, работающих при знакопеременных нагрузках, так как оставляет на поверхности поковок много вмятин.

Правку поковок с вытянутой осью и колец проводят разными способами. Длинноосные поковки правят краном (рис. 120, а), а также при помощи правильной плиты, верхнего бойка и прокладок (рис. 120, б, в). Прокладки имеют толщину 8—10 мм. Более

надежная правка производится в призмах, которые предотвращают поворот поковки вокруг оси.

Кольца правят на оправке и растяжением. Правку на оправке применяют в единичном производстве, используя круглую оправку 1 и правильный боек 2 (рис. 121, а). Правку растяжением (рис. 121, б) проводят при серийном производстве. Кольцо 3 в нагретом состоянии надевают на круглую оправку, состоящую из подвижных элементов 4. При перемещении вниз многогранного клина 5 плунжером пресса подвижные секторы раздвигаются и осуществляют правку кольца.

Клеймение. Во избежание перепутывания поковок при перемещении (транспортировке) и передаче в механический цех на них ставят клейма. Клеймо обычно обозначает номер детали, а в случае необходимости, и марку стали. Для клеймения поковок применяют инструмент — клейма, представляющие собой металлические пластинки с выпуклым рельефом, соответствующим зеркальному отображению цифр и букв. Клейма изготовляют из инструментальной стали и термически обрабатывают на высокую твердость.

Клеймение проводят под прессом, накладывая клеймо на еще горячую поковку и прижимая верхним бойком. Клеймение вручную применяют реже, так как оно трудоемко и опасно.

§ 8. ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Ковка на молотах. Номенклатура поковок, получаемых ковкой на молотах, чрезвычайно разнообразна. На молотах изготовляют поковки гладких, ступенчатых и коленчатых валов, фланцев, дисков, зубчатых колес, рычагов и т. д. В качестве исходной заготовки обычно применяют прокат.

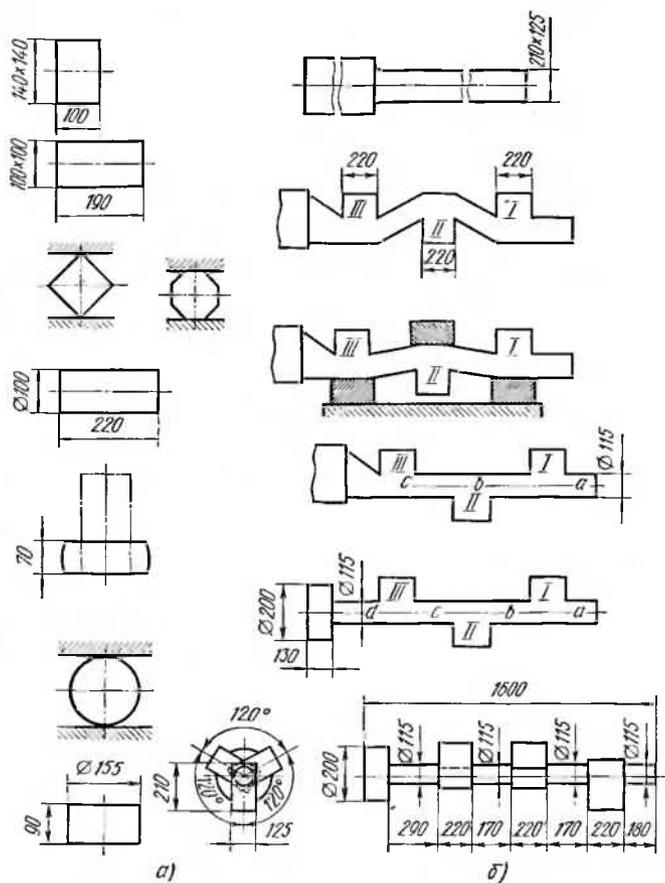


Рис. 122. Схемы изготовления поковок на молотах:
а — диска, б — коленчатого вала

Пример 1. Диск диаметром 155 и высотой 90 мм (рис. 122, а). Поковка имеет простую форму. Материал диска — жаропрочный сплав на никелевой основе. При ковке требуется обеспечить радиальное расположение волокна.

Ковку производят на ковочном молоте с массой падающих частей 2 т. Исходную заготовку квадратного сечения с размерами $140 \times 140 \times 100$ мм нагревают в камерной печи до температуры 1150°C и протягивают на квадрат сечением 100×100 мм.

Далее сбивают углы, скругляют заготовку и после вторичного нагрева протягивают на круг диаметром 100 мм. Полученную заготовку 100×220 мм осаживают в торец до высоты 70 мм. Окончательно обкатывают диск на диаметр 155 мм, правят торцы и проверяют размеры. Все операции выполняют плоскими бойками молота.

Пример 2. Трехколенчатый вал (рис. 122, б). Колена вала развернуты по отношению друг к другу на 120° .

Ковку проводят на молоте с массой падающих частей 3 т. Применяют круглую или квадратную исходную заготовку. После нагрева заготовку протягивают ее в зоне колен на прямоугольное сечение 210×125 мм, соответствующее сечению

колен вала. Затем размечают прокованный прямоугольный участок и проводят сначала пережим колен и шеек, а затем передачу колена II при помощи накладок.

Следующей операцией является ковка шеек а, б, с на $\varnothing 115$ мм и отрубка полуфабриката от основной заготовки. Далее отковывают цилиндрический фланец, пережимают шейку у фланца и куют шейку d на $\varnothing 115$ мм. Заключительной операцией является скручивание шейки с при помощи вилки для поворота колена III и шейки b для поворота колена I. При закручивании колена II зажимают бойками молота, а шейки с и b разворачивают в разные стороны. Отделочной операцией является правка вала.

Ковка на прессах. На прессах получают крупные поковки дисков, валов, роторов. Ковкой на прессах изготавливают штамповые кубики, колонны прессов, бабы молотов, валки прокатных станов, плиты, корпуса котлов и др. В качестве исходных заготовок часто используют слитки.

Пример 1. Рабочий валок стана холодной прокатки (рис. 123, а). Материал — сталь 9Х2.

Ковку ведут на гидравлическом ковочном прессе усилием 2000 тс. Исходный слиток нагревают до 1150°C , после чего оттягивают хвостовик, производят биллетировку на $\varnothing 630$ мм и отрубают донную часть слитка. Для биллетировки используют комбинированные бойки и патрон. После вторичного нагрева слиток осаживают на $\varnothing 1050$ мм и затем протягивают на $\varnothing 620$ мм. Для осадки применяют нижнюю с отверстием и верхнюю сферическую плиты.

После разметки протянутой заготовки раскаткой выполняют кольцеобразные полости. Далее последовательно протягивают участки III и I на $\varnothing 420$ мм и участок II на $\varnothing 555$ мм. После отрубки концов поковку правят.

Пример 2. Диск турбины (рис. 123, б). Ковку ведут на гидропрессе усилием 3000 тс. После первого нагрева оттягивают цапфу, проводят биллетировку и отрубают донную и прибыльную части слитка. Температура нагрева слитка — 1200°C . После второго нагрева выполняют осадку заготовки до высоты 750 мм, прошивку и пробивку отверстия $\varnothing 250$ мм. Затем заготовку снова нагревают и осаживают сначала до высоты 620 мм, а затем после кантовки на 180° — до высоты 500 мм.

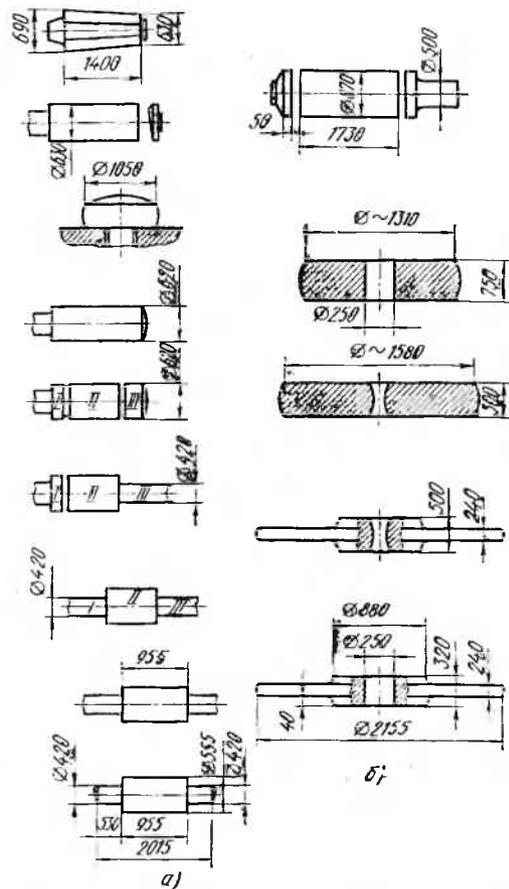


Рис. 123. Изготовление ковкой повок на прессах:
а — валка стана холодной прокатки, б — диска турбины

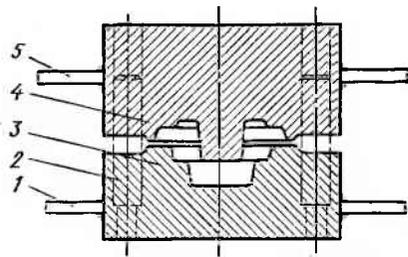


Рис. 124. Подкладной штамп для изготовления поковки чашки

После четвертого нагрева полотно диска разгоняют до окончательного размера 240 мм узким вырезным бойком по схеме, показанной на рис. 96, в. При этом используют нижнюю поворотную плиту и раздвижной верхний боек. После разгонки полотна прошивают отверстие $\varnothing 250$ мм и окончательно отковывают ступицу, осаживая ее до высоты 320 мм.

Ковка в подкладных штампах.

В целях уменьшения отходов металла при ковке применяют подкладные штампы. Подкладным штампом называют инструмент с полостью, представляющей точную копию поковки или отдельного ее участка. Основное преимущество подкладных штампов сводится к тому, что течение металла ограничено стенками ручья и поковка получается более точной.

Подкладные штампы состоят из двух (верхней и нижней) или только одной (нижней) частей. Подкладной штамп для изготовления поковки чашки в собранном виде показан на рис. 124. Верхняя 4 и нижняя 3 половины штампа центрируются одна относительно другой при помощи направляющих штырей 2. При смыкании половин штампа избыток металла вытекает в канавку, выполненную вокруг ручья. Для облегчения установки и перемещения штампы имеют специальные рукоятки 1, 5 или транспортировочные отверстия.

В отличие от обычных молотовых штампов подкладные штампы не закрепляются в рабочем пространстве оборудования, имеют один ручей и часто изготавливаются следующим образом. Сначала вытачивают поковку в точном соответствии с чертежом, затем обе половины штампа нагревают до ковочной температуры и между ними помещают холодную поковку. В таком собранном состоянии пакет помещают под мощный молот или

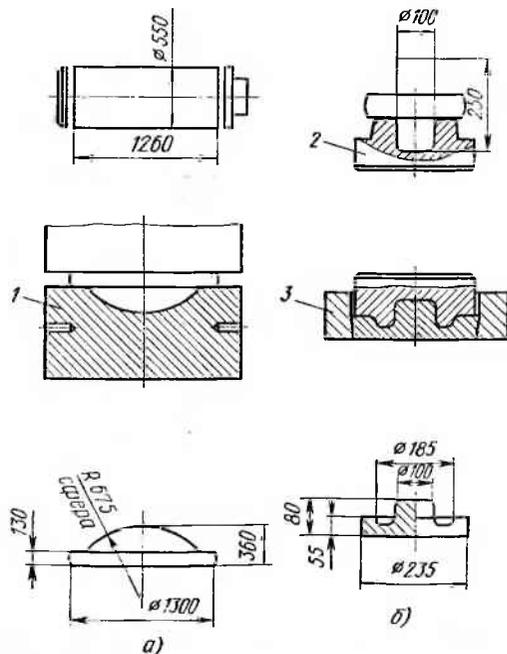


Рис. 125. Примеры ковки поковок в подкладных штампах:
а — подушки, б — полумуфты

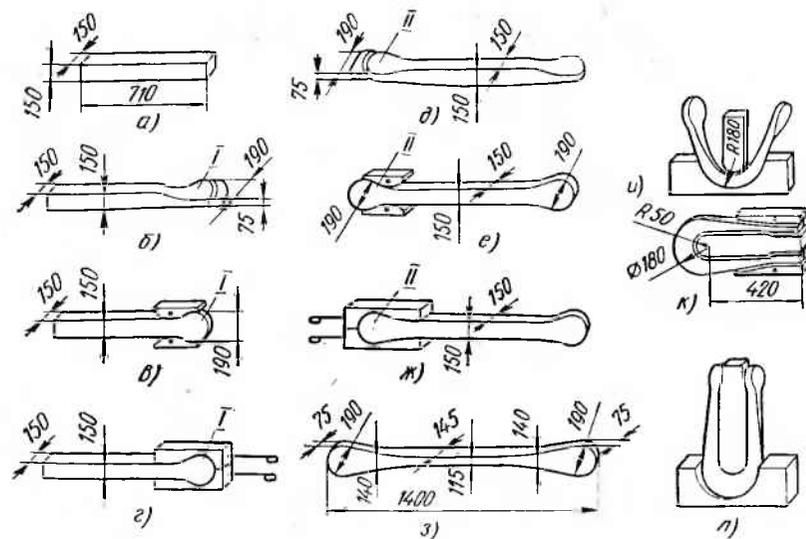


Рис. 126. Последовательность (а — л) изготовления фасонной ковкой скобы

пресс и производят штамповку выемок в каждой половине штампа.

Пример 1. Подушка (рис. 125, а). Заготовку $\varnothing 550$ мм и длиной 1260 мм предварительно отковывают из слитка массой 3,5 т, затем штампуют в подкладном штампе 1.

Пример 2. Полумуфта (рис. 125, б). Заготовку $\varnothing 100 \times 250$ мм устанавливают в ручей нижнего вкладыша 2 и осаживают плоским бойком до тех пор, пока образуемый фланец не перекроет кольцеобразный бурт вкладыша. Затем осаживаемую фасонную заготовку вместе с вкладышем кантуют на 180° и заводят в подкладное кольцо 3, в котором и проводят окончательную штамповку. В этом случае кольцо выполняет роль нижнего, а вкладыш — верхнего штампов. Центрирование половин штампа осуществляется по внутреннему диаметру кольца. Поковку удаляют вместе с вкладышем после кантовки кольца на 180° и установки его на подставку.

Фасонная ковка. Поковки, имеющие сложную (фасонную) форму, получают ковкой, используя специальный кузнечный инструмент. Такую ковку иногда называют фасонной. Как правило, фасонные поковки целесообразно изготавливать в подкладных штампах. При фасонной ковке от кузнеца требуется знание не только основных кузнечных операций, но и умение применять специальные приемы ковки.

Примерами фасонной ковки может служить технология изготовления подушки (рис. 125, а), полумуфты (рис. 125, б), скобы (см. рис. 116) в подкладных штампах.

Ниже приведена последовательность изготовления фасонной ковки скобы (рис. 126) на молоте с массой падающих частей 3 т: отрубка заготовки квадратного сечения с размерами $150 \times 150 \times 710$ мм (рис. 126, а);

оттяжка конца заготовки на клин с размерами на торце 190×75 мм и фасонная отрубка конца полукруглым топором (рис. 126, б);

оформление «уха» при помощи фасонных накладок (рис. 126, в) и подкладного штампа (рис. 126, г);

ковка второго «уха» (рис. 126, д, е, ж);

протяжка средней части заготовки на прямоугольник 145×115 мм (рис. 126, з)

гибка заготовки после второго нагрева при помощи подкладного штампа и оправки (рис. 126, и);

после третьего нагрева — окончательная гибка скобы при помощи фасонной оправки, закладываемой внутрь скобы, и клиновидных накладок (рис. 126, к);

окончательное оформление скобы при помощи подкладного штампа (рис. 126, л).

В результате получают поковку, не требующую дальнейшей механической обработки.

При фасонной ковке возможны различные дефекты поковок. К основным из них относятся зажимы и складки, маломерность поковки. Дефекты могут являться следствием неправильного выполнения отдельных кузнечных операций, а также образовываться при ковке в подкладных штампах.

Частым дефектом поковок является заштамповка окалины в тело поковки. При последующей механической обработке поковок это может приводить к браку «по черноте», т. е. глубина дефектов превышает припуск на обработку. Главным в предупреждении дефектов при фасонной ковке являются: строгое выполнение правил основных операцийковки, правильный расчет размеров исходной заготовки, применение предварительного фасонирования заготовки и своевременное удаление окалины.

§ 9. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Правильная организация рабочего места является основой производительной и безопасной работы кузнецов.

Важнейшим условием рациональной организации рабочего места является расположение оборудования. Оно должно быть установлено так, чтобы расстояние между машинами, печами и т. д. было по возможности минимальным, но в то же время достаточным для свободного и безопасного обслуживания. На рабочем месте кузнеца должно находиться только то, что необходимо для работы.

Рабочее место должно быть хорошо освещено, иметь надежную вентиляцию, душирующую установку, содержаться в чистоте и порядке. При организации рабочего места предусматривают средства механизации тяжелых и трудоемких процессов, облег-

чающие условия труда и повышающие производительностьковки. В кузнечных цехах при необходимости должны быть мощные мостовые краны с двумя крюками (главного и вспомогательного подъема), поворотные краны консольного типа, кантователи, копочные манипуляторы и др.

Рабочее место должно удовлетворять требованиям безопасности. Над печами должны быть установлены вытяжные зонты, опасные места — ограждены. Рабочий инструмент и приспособления хранят на стеллажах, причем исправный инструмент отдельно от неисправного.

Перед началом работы бригадир должен принять от сменщика рабочее место чистым и в полном порядке, проверить состояние оборудования и инструмента и, в случае неисправности, немедленно сообщить мастеру. Как правило, предыдущая смена обязана подать заготовки к рабочему месту и загрузить печь с таким расчетом, чтобы к началу работы новой смены заготовки были нагреты до ковочной температуры. В конце смены кузнец приводит в порядок рабочее место и передает его сменщику. Кузнец не должен уходить из цеха, не дождавшись сменщика и не передав ему рабочее место.

Рабочие должны знать и выполнять правила техники безопасности. При ковке необходимо:

клевши держать сбоку от туловища, а обрабатываемую заготовку зажимать плотно, для чего надевать на клевши предохранительное кольцо. Без кольца разрешается ковать только небольшие заготовки на молотах малой мощности;

во время удара молота по заготовке, подвешенной на кантователе, своевременно травить (ослаблять) цепь, чтобы удар не передавался на нее;

все работы при поднятой бабе молота выполнять только клевшами. Запрещается вводить руки в рабочее пространство молота без закрепления бабы на подставке;

бригадиру подавать команду машинисту четко, коротко, громким голосом. Первый удар наносят легко. Это особенно относится к случаям применения подкладного инструмента;

следить за тем, чтобы бойки были сухими;

ковать только нагретый до ковочной температуры металл. Запрещается ковать охладившийся темный металл (ниже 700°С);

при отрубке топор устанавливать строго вертикально, последние удары по топору наносить как можно легче. Запрещается во время отрубки стоять против торца отрубаемой заготовки, рубить неисправным топором, накладывать клиновидные накладки;

проявлять особую осторожность при пользовании подкладными штампами, следить за центрированием половин штампа, устанавливать штампы строго под бойком молота.

Контрольные вопросы

1. Какие способы отрубки вы знаете?
2. В чем состоит разница между осадкой и высадкой?

3. Почему молот или пресс выбирают, ориентируясь на операцию осадки? Какие параметры входят в формулу для определения массы падающих частей молота или усилия пресса при осадке?
4. Что такое уков? Почему осадка увеличивает уков слитка?
5. Для чего применяют вырезные бойки при протяжке и в чем их преимущество перед плоскими?
6. В чем состоит отличие прошивки от пробивки отверстия?
7. Определите длину полосы, которую надо согнуть в полукольцо с внутренним радиусом 100 мм. Толщина полосы — 20 мм.
8. Для чего проводят биллетировку слитка?
9. Расскажите, каким образом на заготовке получают уступы и выступы.
10. Как и для чего производят передачу металла?
11. Для чего применяют подкладные штампы?
12. Перечислите основные правила безопасности работы при ковке.

§ 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ШТАМПОВ

По назначению различают штампы собственно для штамповки, обрезные, правочные и калибровочные.

По видам оборудования штампы подразделяются на молотовые, прессовые, высадочные (устанавливаемые на горизонтально-ковочных машинах), вальцовочные (секторы, устанавливаемые на ковочных вальцах).

По количеству ручьев штампы разделяются на одноручьевые и многоручьевые. Одноручьевые штампы применяют для изготовления простых по форме поковок, а также в том случае, когда заготовку предварительно подготавливают на другом оборудовании (ковкой, штамповкой, вальцовкой и др.). Многоручьевые штампы применяют при изготовлении поковок сложной формы.

По конструктивному признаку различают штампы с одной или двумя плоскостями разъема, с выталкивателями и без них, цельные и сборные, со вставками различной формы и т. д. Штампы делятся также на открытые — для штамповки с облоем, и закрытые — для безоблойной штамповки.

В отличие от подкладных штампов, применяемых при ковке, штампы для объемной штамповки жестко закрепляют в рабочем пространстве деформирующей машины.

Молотовые штампы. Устройство одноручьевого и многоручьевого молотовых штампов показано на рис. 127, а — в. Штампы обоих видов состоят из двух частей. Верхний 6 и нижний 5 штампы крепятся к бабе 8 молота (рис. 127, а) и штамподержателю 3 при помощи клиньев 7 и 4. Конструкция штампов с хвостовиками в виде «ласточкина хвоста» аналогична конструкции бойков, применяемых дляковки. Для предотвращения сдвига штампов служат шпонки 9 и 10. Штамподержатель 3 крепится к шаботу 1 молота при помощи клина 2.

В каждом из штампов выполнены углубления, соответствующие форме поковки. Для облегчения удаления поковки из штампа стенки ручья делают с уклоном. Вокруг ручья в одноручьевом открытом штампе имеется облойная канавка, состоящая из узкой неширокой полости (мостик) и полости с большей высотой и шириной (магазин). Облойная канавка необходима по следующим причинам:

масса заготовки, отрезанной от прутка, имеет колебания из-за неточности резки и допусков по сечению металлопроката. Таким образом, в облойную канавку вытекает избыток металла;

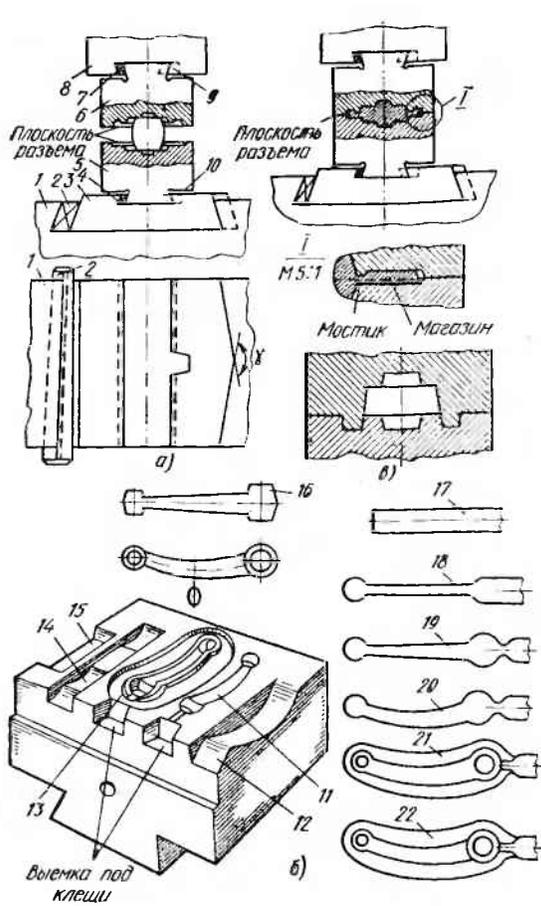


Рис. 127. Молотковые штампы:

а — одноручьевого открытого, б — многоручьевого открытого, в — закрытого; 1 — шабет, 2, 4, 7 — кланья, 3 — штамподержатель, 5 — нижний штамп, 6 — верхний штамп, 8 — баба, 9, 10 — шпонки; ручки: 11 — предварительный, 12 — гибочный, 13 — окончательный, 14 — подкатной, 15 — протяжной; 16 — поковка, 17 — заготовка, 18 — 22 — переходы штамповки

необходимые для перемещения (транспортировки) штампов.

В многоручьевом штампе (рис. 127, б) облойная канавка выполнена только вокруг ручья, в котором происходит окончательное оформление поковки (окончательный штамповочный ручей). Кроме окончательного в штампе имеются предварительный штамповочный и несколько заготовительных ручьев. Для размещения конца заготовки, который кузнец удерживает клещами, в штампе с передней стороны сделаны выемки.

Для уменьшения расхода металла иногда применяют безоблойную штамповку. Конструкция закрытого штампа для безоблойной

при штамповке облой смягчает удары верхней части штампа о нижнюю;

тонкий облой, образующийся при штамповке вокруг поковки, быстро охлаждается и не дает металлу свободно течь в стороны, что способствует заполнению ручья, включая углы, узкие углубления и другие труднозаполняемые участки.

Плоскость соприкосновения половин штампа называется плоскостью разъема. Линия, проходящая по наружному контуру поковки в плоскости разъема, называется линией разъема. В штампе (рис. 127, а) плоскостью разъема является горизонтальная плоскость, в других случаях разъем может выполняться в виде сочетания плоскостей, тогда проекция поверхности разъема на вертикальную плоскость выглядит в виде ломаной линии.

На боковых плоскостях обоих штампов выполняют отверстия,

штамповки показана на рис. 127, в. Штамп не имеет облойной канавки. При этом применяют точную исходную заготовку с незначительными колебаниями по массе.

Штампы кривошипных горячештамповочных прессов выполняют сборными. Они состоят из пакета и набора вставок, в которых выполняют ручки. Пакет, предназначенный для закрепления в нем двух призматических вставок, показан на рис. 128, а, а вставки — на рис. 128, б. Пакет состоит из верхнего 5 и нижнего 1 башмаков (плит), связанных между собой двумя направляющими колонками 6, деталей крепления вставок и выталкивающих механизмов для удаления поволоков из ручьев.

Направляющие колонки в пакете обычно располагаются сзади, чтобы они не мешали кузнецу при штамповке. В двух приливах верхнего башмака имеются гнезда под запрессовку втулок 7 и для монтажа фетровых уплотнителей 8, служащих для удержания смазки колонки.

При штамповке окалина на рабочую часть колонки не попадает благодаря щиткам 4.

Вставки, 17, 19, 20, 22 имеют с двух противоположных сторон скосы N, что позволяет крепить вставки в пакете при помощи клиновых планок 3 и прижимов 9. Вставки в направлении спереди — назад крепятся клиновыми прижимами 14. Планки 3 и 13 можно перемещать винтами, что необходимо для точной установки вставок в пакете. Для уменьшения износа башмаков под вставками имеются опорные плитки 2 и 12.

В каждом башмаке вмонтированы по два трехплечих рычага 10, могущих поворачиваться в разъемных подшипниках. Рычаги срабатывают от верхнего и нижнего толкателей пресса (на рисунке не показаны) и при повороте перемещают выталкиватели 11 и 15 пакета. Последние передают движение установленным во вставках выталкивателям 18, 21 поволоков.

В каждой вставке имеются три верхних и три нижних выталкивателя, что гарантирует надежное извлечение длинноосной поковки.

Для надежной работы выталкивающего механизма пакет устанавливается на плите пресса таким образом, чтобы ось толкателей пресса совпадала с вертикальной осью пакета. При закреплении вставок стремятся к соосности выталкивателей пакета и поволоков. Возвращение выталкивателей поволоков и трехплечих рычагов, а также верхних выталкивателей пакета в первоначальное положение осуществляется пружинами.

Для перемещения пакета штампов на столе пресса и фиксации его от бокового сдвига в нижнем башмаке имеются две скошенные плоскости M. Пакет на столе пресса крепят болтами 16.

Пакеты прессовых штампов рассчитаны на одну — четыре вставки. Наиболее распространенным вариантом является крепление в пакете трех вставок.

Кроме приведенной конструкции пакета с поперечным расположением призматических удлиненных вставок применяют пакеты с

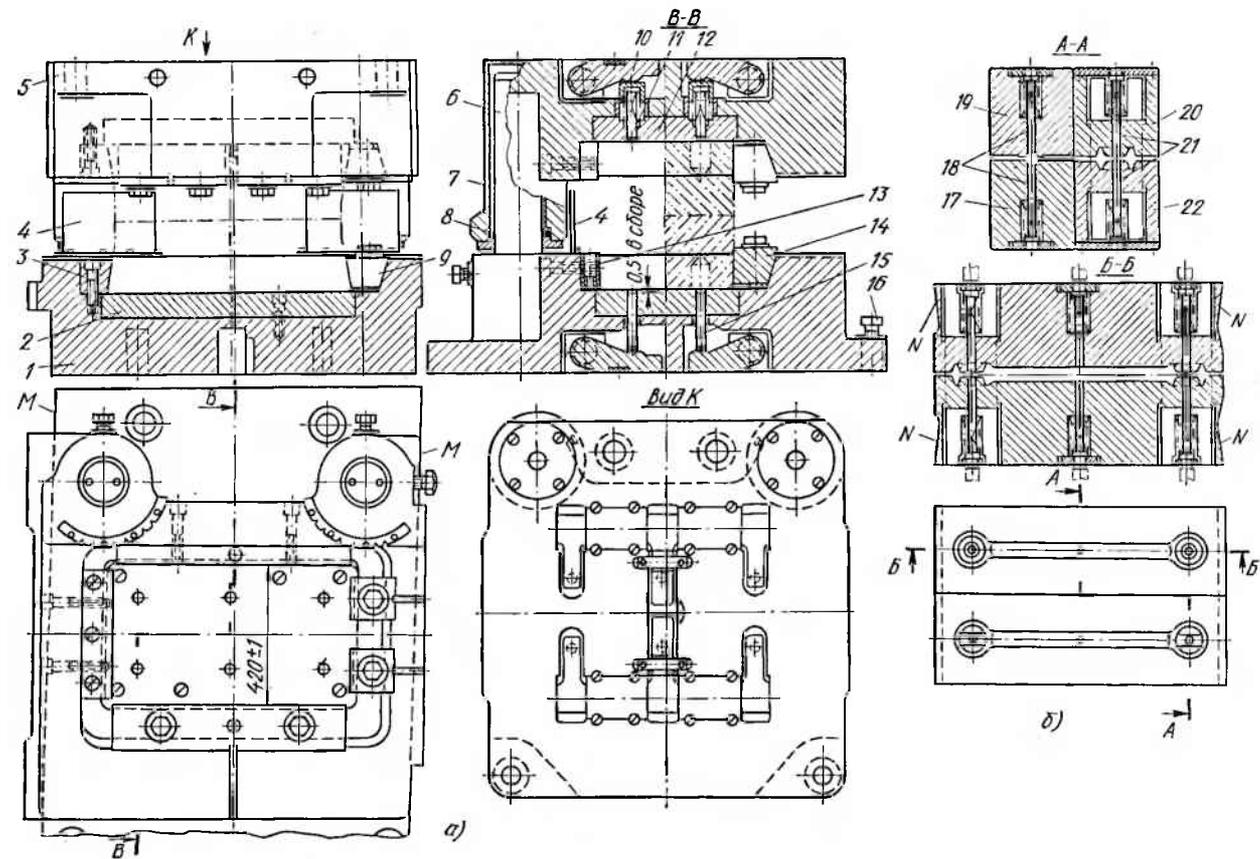


Рис. 128. Пакет штампов КГШП с поперечным расположением ручевых вставок (а) и ручевые вставки (б):

1 — нижняя плита, 2, 12 — опорные плиты, 3, 13 — планки, 4 — щиток, 5 — верхняя плита, 6 — направляющая колонка, 7 — втулка, 8 — уплотнитель, 9, 14 — прижимы, 10 — рычаг, 11, 15 — выталкиватели пакета, 16 — болт, 17, 19 — вставки для предварительной штамповки, 20, 22 — вставки для окончательной штамповки, 18, 21 — выталкиватели вставок

продольным расположением вставок, а также с круглыми вставками.

Штампы фрикционных прессов обычно выполняют одноручьевыми. Это объясняется тем, что фрикционные прессы имеют недостаточно жесткое направление ползуна, что делает недопустимым приложение нагрузки со значительным эксцентриситетом.

Штамп для изготовления стержневых поковок типа заклепок, болтов и т. п. показан на рис. 129. Штамп состоит из верхней 7 и нижней 1 плит, соединенных направляющими колонками 9. В верхней плите смонтирован пуансон 4, закрепляемый при помощи кольца 6 и винтов 5.

В нижней плите устанавливается матрица 3, притягиваемая быстросменной накладкой 2 и винтами 10. Для выталкивания поковок служит шпилька 11, срабатываемая от выталкивателя прессы. Особенностью штампа является возможность легко сменить рабочий инструмент (пуансон и матрицу), а также симметричная форма матрицы, позволяющая при износе одного ручья перевернуть ее, закрепить и продолжать работу.

Нижняя плита крепится к столу прессы прихватами, устанавливаемыми в Т-образных пазах стола (на рисунке не показаны). Для крепления верхней плиты к ползуну в последнем имеется круглое отверстие, соответствующее хвостовику 8 плиты. Хвостовик вводят в отверстие и фиксируют стопорным болтом. Для большей надежности крепления хвостовик верхней плиты часто выполняют с кольцеобразным пазом. Нередко применяют и другие способы крепления: клином, винтами и др.

Штампы гидравлических прессов выполняют цельными или сборными, как правило, одноручьевыми из-за недостаточного направления подвижной траверсы. В штампах изготавливают крупные поковки из черных и цветных металлов.

Штампы горизонтально-ковочных машин существенно отличаются по конструкции от молотовых и прессовых штампов. Основными частями штампа (рис. 130, а) являются две полуматрицы (неподвижная 4, закрепляемая в гнезде станины 3, и подвижная 6, закрепляемая в боковом ползуне 7 машины) и пуансон 1, установленный в главном ползуне. Нагретый пруток 5 закладывают в ручей неподвижной полуматрицы 4. Чтобы точно зафиксировать длину высаживаемой части прутка, применяют передний упор 2. При включении машины на рабочий ход приходят в движение главный ползун с пуансоном 1 и боковой ползун 7 с полуматрицей 6.

Полуматрицы смыкаются и надежно зажимают пруток (на длине l_3), а упор отходит в сторону (рис. 130, б).

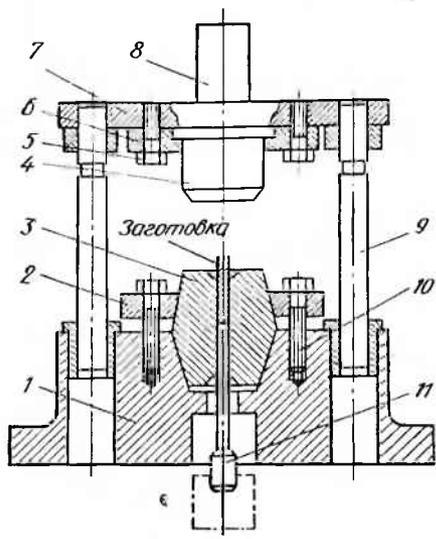


Рис. 129. Штамп фрикционного прессы для высадки стержневых поковок

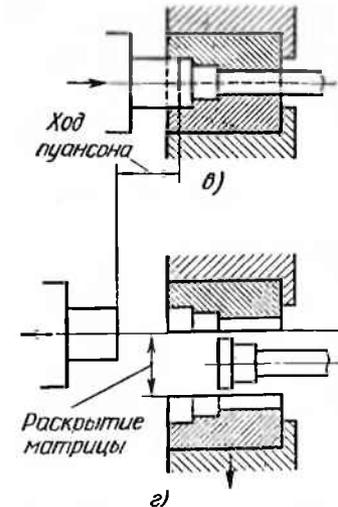
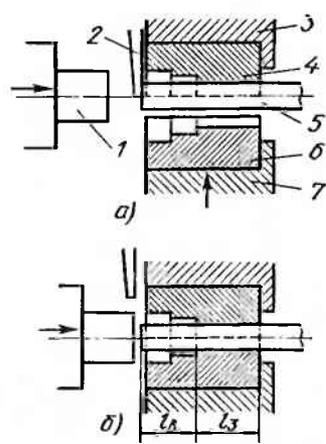


Рис. 130. Последовательность (а—в) высадки на ГКМ

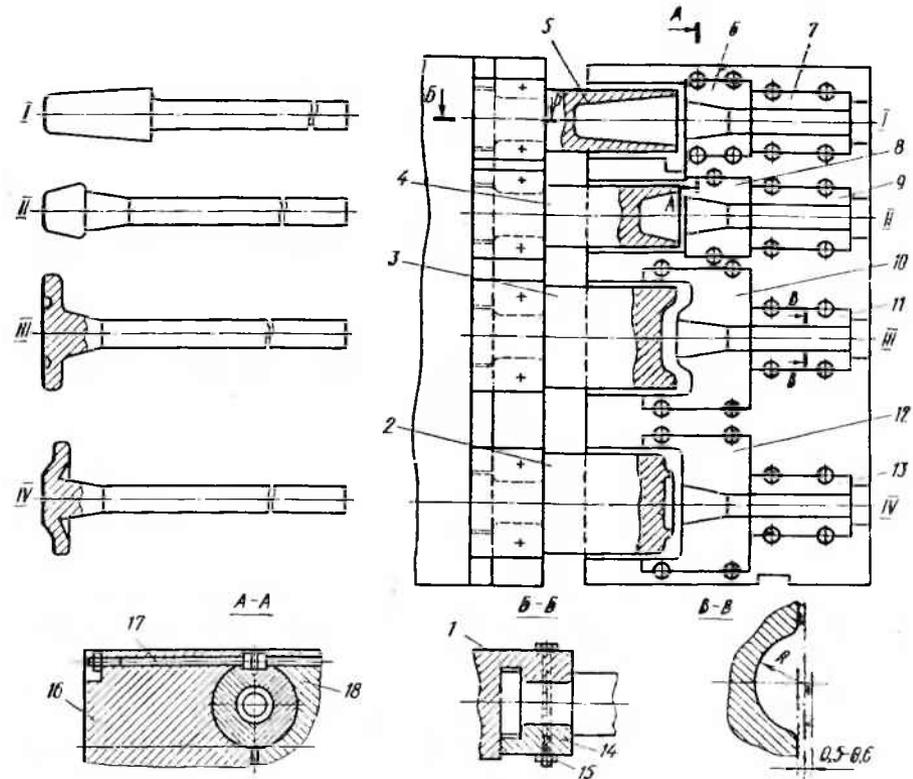


Рис. 131. Четырехручьевого штампа для высадки поковки полуоси автомобиля

§ 2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МОЛОТОВЫХ, ПРЕССОВЫХ И ВЫСАДОЧНЫХ ШТАМПОВ

Молотовые штампы. При недостаточных размерах штампа может расколоться или деформироваться. Завышенные габариты приводят к излишнему расходу штамповой стали. При определении размеров молотового штампа в плане учитывают количество, размеры и расположение ручьев, расстояния между ними, а также площадь поверхности соударения половин штампа.

Плоскость смыкания штампа называют **зеркалом**. Установлено, что для молотов с массой падающих частей более 2 т площадь зеркала должна составлять не менее 300 см² на 1 т массы падающих частей. Например, для молота с массой падающих частей 5 т площадь зеркала должна составлять не менее 1500 см². На молотах с массой падающих частей до 2 т монтируют штампы меньших размеров, которые можно изготовить (проковать и прокалить) более доброкачественно. Поэтому для них минимальная площадь зеркала должна составлять 250 см² на 1 т падающих частей молота.

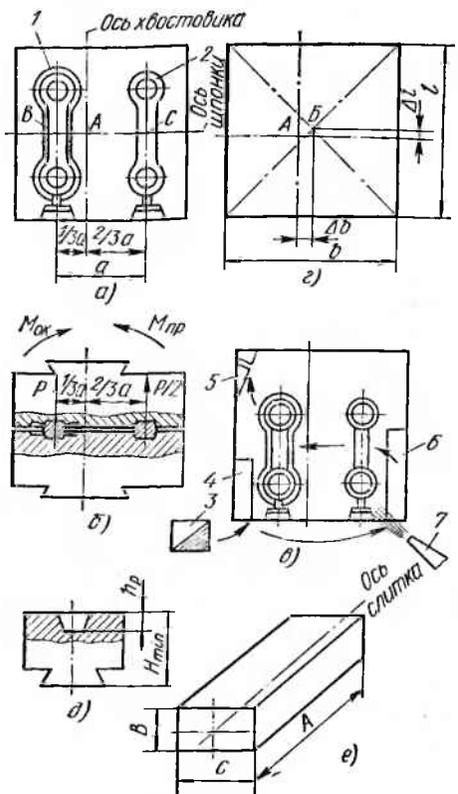


Рис. 132. Расположение ручьев в молотовом штампе (а, б, в) и определение габаритов штампового кубика (г, д, е): 1 — окончательный, 2 — предварительный ручьи, 3 — печь, 4 — протяжной ручей, 5 — нож, 6 — подкатной ручей, 7 — сопло для сдувания окалины

поковки (точки В и С на рис. 132, а). Для несимметричной поковки за центр ручья приближенно принимают центр тяжести проекции поковки на плоскость разреза, включая облойный мостик.

При наличии в штампе только одного окончательного ручья центр ручья совмещают с центром штампа (см. рис. 127, а). Если поковка изготавливается в двух штамповочных ручьях (предварительном и окончательном), то их располагают по обе стороны от центра штампа (см. рис. 132, а). При расстоянии a между ручьями окончательный ручей располагают от центра штампа на расстоянии $1/3 a$, а предварительный — по другую сторону на расстоянии $2/3 a$. Такое расположение ручьев обеспечивает наименьший изгибающий момент M , приблизительно равный как при штамповке в окончательном, так и в предварительном ручьях. Это объясняется тем, что усилие штамповки в окончательном ручье приблизи-

При расположении ручьев в штампе учитывают, что максимальное усилие развивается при штамповке в окончательном ручье, где поковка полностью оформляется, а избыточный металл вытекает в облойную канавку.

Если окончательный ручей расположен на оси штока молота, то условия штамповки будут наиболее благоприятными. Если ручей сместить от оси на расстояние a , то при штамповке образуется момент сил $M = P \cdot a$ (P — усилие штамповки), прижимающий бабу к направляющим. Шток в этом случае работает на изгиб. Чем больше момент M , тем больше износ направляющих и опасность поломки штока молота.

Центром штампа называется точка пересечения оси хвостовика с осью шпонки (точка А на рис. 132, а), т. е. точка, через которую проходит ось штока молота.

Центром ручья называют точку приложения равнодействующей всех сил, действующих со стороны поковки на штамп в момент удара. Если поковка симметрична, то центр ручья лежит на оси симметрии

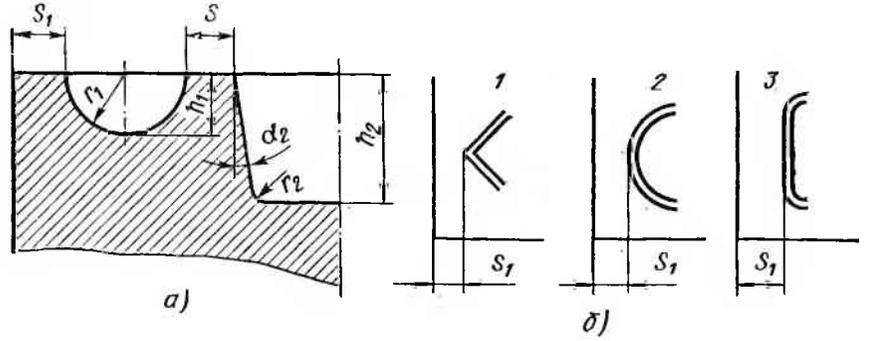


Рис. 133. Схема к определению толщины стенки штампа и расстояний между ручьями: а — влияние формы и габаритов полости ручья, б — влияние формы ручья в плане

тельно в два раза больше усилия штамповки в предварительном (рис. 132, б)

$$M_{ок} = P \frac{a}{3}; M_{пр} = -\frac{P}{2} \cdot \frac{2}{3} a = -P \frac{a}{3}; M_{ок} = -M_{пр}.$$

При этом момент $M_{ок}$ будет сдвигать бабу молота в одну сторону, а момент $M_{пр}$ (обратного знака) — в другую.

Остальные ручьи располагают на краях штампа. Несмотря на это значительного изгибающего момента не возникает, так как усилие деформирования невелико. При расположении заготовительных ручьев учитывают расстановку оборудования и сопла для сдувания окалины сжатым воздухом. Первый заготовительный ручей размещают со стороны печи, чтобы путь перемещения заготовки от печи к штампу был кратчайшим.

Сопло обдувки сжатым воздухом помещают с другой стороны, чтобы окалина, выдуваемая из первого ручья, не попадала в остальные. Последующие заготовительные ручьи располагают в таком порядке, который обеспечивает минимальный путь заготовки при штамповке (рис. 132, в).

Далее определяют расстояние между ручьями и толщину стенок штампа (рис. 133, а). Чем больше глубина h ручья, чем меньше угол наклона α стенки ручья к вертикали

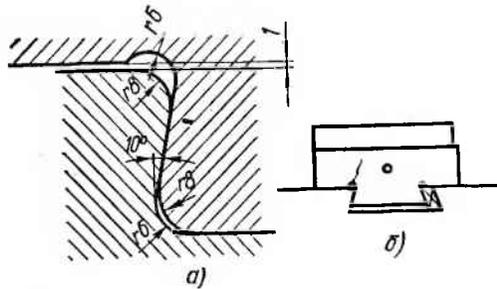


Рис. 134. Крепление молотового штампа (а), поломка штампа (б)

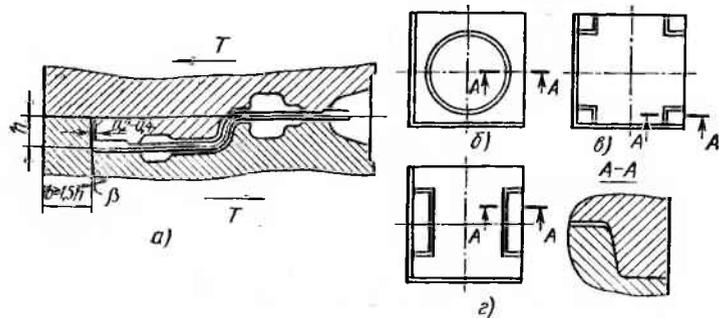


Рис. 135. Замки молотовых штампов:

а — упорный зуб, б — кольцевой замок, в — крестообразный, г — боковой

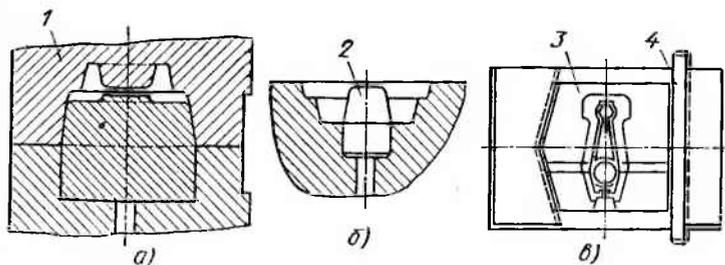


Рис. 136. Молотовые штампы со вставками:

а — одна часть штампа имеет выступ над поверхностью зеркала, б — вставка бобышки в окончательном ручье, в — вся фигура ручья во вставке; 1 — вставка в нижней половине закрытого штампа, 2 — сменная бобышка, 3 — вставка с клиновым креплением, 4 — клин

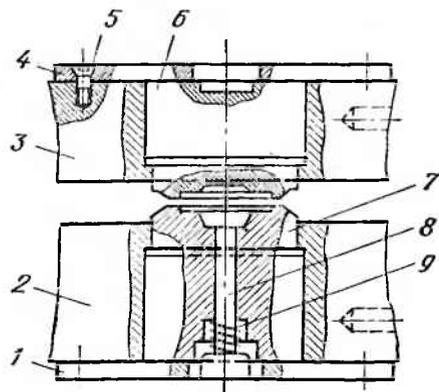


Рис. 137. Сборная ручьевая вставка КГШП

(штамповочный уклон) и чем меньше радиус r перехода стенки ручья ко дну, тем больше должны быть толщина стенки штампа или расстояние между ручьями.

Для определения расстояний S_1 и S пользуются вспомогательной величиной T , учитывающей перечисленные факторы. Ее определяют по формулам или графикам, приведенным в справочной литературе. Например, расстояние от края ручья до края штампа $S_1 = T - 7$, расстояние между соседними ручьями $S = (T - 7) \cos \alpha_2$, где T определяется для ручья с меньшей глубиной, а α_2 — угол наклона стенки соседнего ручья. При помощи величины T определяют также расстояние от полости ручья до выемки под клещи.

Прочность стенок штампа зависит и от формы ручьев в плане (рис. 133, б): при прочих равных условиях толщина стенки S_1 по варианту 2 должна быть больше, чем по варианту 1, и меньше, чем по варианту 3. Этот способ расчета стенок разработан для штампа, показанного на рис. 133, б — вариант 2. Для других случаев полученную толщину стенки корректируют.

Зная количество и расположение ручьев и установив расстояния между ручьями и толщину стенок штампа, определяют его габаритные размеры в плане l и b (см. рис. 132, з). После этого находят геометрический центр штампа (точка B — пересечение диагоналей прямоугольника штампа). При этом, как правило, центр A штампа и геометрический центр B не совпадают. Между ними вдоль стороны l имеется расстояние Δl , а вдоль стороны b — Δb .

Для уравнивания массы падающих частей молота относительно оси штока необходимо, чтобы выполнялись условия: $\Delta l \leq 0,1l$; $\Delta b \leq 0,1b$. Если приведенные неравенства не удовлетворяются, увеличивают размеры l и b таким образом, чтобы центр кубика приблизился к центру штампа.

Высоту штампов определяют с учетом прочности штампа и необходимости возобновлений ручья при ремонте, после которых высота штампа уменьшается. Для штампов с ручьями небольшой глубины ($h_p = 10 \div 25$ мм) минимальную высоту кубика рассчитывают по формуле $H_{\min} = (6 \div 10)h_p$. При глубине ручьев $h_p = 50 \div 100$ мм $H_{\min} = (3 \div 4)h_p$ (см. рис. 132, д).

После определения основных размеров штампа выбирают подходящие размеры штампового кубика.

Молотовые штампы не имеют направляющих колонок. Это требует точной установки штампов и надежного их крепления. Для контроля смещения штампов две соседние грани кубиков (переднюю и одну из боковых) строгуют на глубину 5 мм и на высоту 50—70 мм от зеркала. Угол между этими гранями называют контрольным углом.

Обработанные грани служат базовыми поверхностями при разметке зеркала штампа при изготовлении ручьев. При вычерчивании штампа размеры до осей ручьев проставляют от контрольных граней. Поэтому, если верхний и нижний штампы совпадают по контрольным углам, значит достигнута соосность ручьев.

Для всех типоразмеров молотов применяют единую систему крепления штампов при помощи хвостовика, клина и шпонки (см. рис. 127, а).

Штампы должны опираться на хвостовики, а переход от хвостовика к штампу выполняется по радиусу (рис. 134, а). Иначе возможна поломка штампов (рис. 134, б). Если площадь опорной поверхности хвостовика недостаточна, то он сминается, а зазор между штампом и штамподержателем уменьшается вплоть до их соприкосновения. Чтобы этого не случилось, размеры хвостовика выбирают из условия: на 1 т массы падающих частей молота должно приходиться не менее 450 см² опорной поверхности хвостовика.

При изготовлении поковок с изогнутой осью возникают горизонтальные силы *T*, смещающие верхнюю половину штампа относительно нижней (рис. 135, а), что может приводить к браку поковок. Одним из способов предотвращения сдвига частей штампа является применение в штампах специальных направляющих (замок).

Упорный зуб (рис. 135, а) применяют для предохранения штампов от сдвига в одном направлении. Упорный зуб располагают в задней части штампа, так как спереди обычно имеется выемка для клещей. Такой зуб часто называют контрзамком. Упорный зуб должен быть достаточно прочным, ширина его должна быть не менее 1,5 высоты.

Для предотвращения штампов от сдвига во всех направлениях, а также для более точного направления штампов применяют кольцевые (рис. 135, б), крестообразные (рис. 135, в), боковые (рис. 135, г) замки.

В целях экономии штамповой стали в молотовых штампах часто используют сменные рабочие вставки, особенно в случаях, когда одна часть штампа имеет выступ над поверхностью зеркала (рис. 136, а). Иначе пришлось бы строгать кубик на всю высоту выступа. Быстроизнашиваемые элементы штампа, например бобышки в окончателном ручье, также целесообразно выполнять сменными (рис. 136, б). Сменные вставки применяют и тогда, когда вся фигура ручья помещается во вставке (рис. 136, в).

Крепление вставок в штампе может быть различным. Достаточно надежна горячая посадка вставки с натягом (рис. 136, а, б). Применяют крепление вставок клином (рис. 136, в), клином и шпонкой и др.

Штампы КГШП. Сборные штампы для штамповки на КГШП подробно рассмотрены ранее и показаны на рис. 128. Наиболее распространены пакеты для закрепления в них призматических вставок. Пакеты для цилиндрических вставок применяют реже из-за трудности регулирования вставок и их крепления. Поэтому для штамповки круглых в плане поковок широко используют сборную конструкцию ручьевого вставки (рис. 137).

Призматические державки 2 и 3 имеют круглые гнезда под посадку в них верхнего 6 и нижнего 7 цилиндрических рабочих

вкладышей с буртиками. Вкладыши удерживаются во вставках планками 1 и 4 и винтами 5. В данной конструкции предусмотрен только нижний выталкиватель поковки 8, для возвращения которого в исходное положение служит пружина 9.

Во вставке, как правило, располагают только один ручей. Исключение составляют вставки для штамповки очень мелких заготовок. Поверхности разъема вставок не должны соприкасаться при штамповке, т. е. облойную канавку делают открытой со стороны магазина (см. рис. 128, 137). Если этого не сделать, то при холостом ходе (настройке) пресса произойдет удар штампов друг по другу, поломка штампов или заклинивание пресса.

На вставках без выталкивателей делают гнезда для свободного перемещения выталкивателей пакета (верхний вкладыш 6 — см. рис. 137).

При штамповке в ручьях с глубокими и узкими полостями металл плохо заполняет их из-за скопления воздуха и продуктов горения смазки. При штамповке на молоте этого не происходит, так как штамповка осуществляется постепенно за несколько ударов молота. Для выхода воздуха из глубоких полостей во вставках делают газоотводящие каналы диаметром не более 1,2—1,5 мм. При большем диаметре отверстий в них может затекать металл.

Выталкиватели поковок не должны оставлять вмятин или выступающих отпечатков на поковках. Для этого при изготовлении длину их немного завышают (на 0,5—1,0 мм), а затем после сборки выступающую часть зачищают заподлицо с фигурой ручья.

Штампы ГКМ. Передний упор в высадочном штампе, показанный на рис. 130, применяют в том случае, когда исходная заготовка выходит за пределы блока полуматриц. Если передний упор применить нельзя, используют задний упор. Некоторые конструкции задних упоров показаны на рис. 138.

Простейший задний упор представляет собой выступ в неподвижном блоке полуматриц (рис. 138, а). Заготовку (пруток) 1 зажимают клещами 2 с изогнутыми под углом губками и прижимают к выступу (упору) 3. Упор применяют для коротких заготовок, не выходящих за пределы матрицы.

Возможен также упор в клещи (рис. 138, б), которые, в свою очередь, упираются в выступ неподвижного блока полуматриц. При высадке заготовок очень большой длины применяют упор, смонтированный на рейке (рис. 138, в). Грубую регулировку положения упора 3 осуществляют перестановкой его на рейке 4, точную регулировку — ввинчиванием или вывинчиванием болта 6.

В штампах ГКМ используют вставки-полуматрицы во всех ручьях, включая зажимные. Желательно, чтобы каждая вставка имела индивидуальное крепление, крепление двух соседних вставок одним винтом вызывает неудобства при наладке штампов. Для разгрузки крепежных винтов необходимо, чтобы каждая последующая вставка в направлении усилия высадки имела меньший

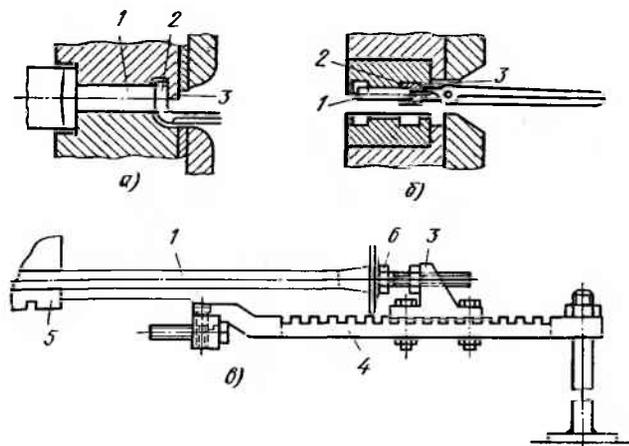


Рис. 138. Задние упоры в штампах ГКМ:

а — упор-выступ матрицы, б — упор в клещи, в — реечный упор; 1 — пруток, 2 — клин, 3 — упор, 4 — рейка, 5 — матрица, 6 — регулировочный болт

диаметр, чем предыдущая. Это обеспечивает упор вставок непосредственно в блок полуматриц (см. рис. 131).

Габариты блоков полуматриц зависят от количества ручьев, размеров вставок и толщин стенок блока. Минимально допустимая толщина стенок блока полуматриц — 15 мм. Расчетные размеры блока уточняют в соответствии с характеристикой штампового пространства машины.

При изготовлении зажимного ручья в заготовках полуматриц в сборе растачивают цилиндрическое отверстие диаметром, равным наибольшему диаметру исходного прутка (с учетом колебаний размера). При этом между плоскостями полуматриц помещают прокладку толщиной 0,5—0,6 мм. После извлечения прокладки полуматрицы получают эллиптический профиль (см. рис. 131, сеч. В—В), который обязательно зажмет пруток и минимального и максимального диаметра. Длину зажимной части гладкого ручья выбирают из условия $l_3 = 2,5d_0 + 50$ мм, где d_0 — диаметр прутка.

Пуансоны являются одними из наиболее нагруженных и изнашиваемых деталей высадочных штампов. Поэтому их часто выполняют сборными.

§ 3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТАМПОВ

Штампы для горячей объемной штамповки работают в очень тяжелых условиях. Они подвергаются многократному воздействию высоких напряжений и температур. Интенсивное течение горячего металла по поверхности штампа вызывает истирание ручья, а также дополнительный нагрев инструмента. В течение каждого

4. Стали для молотовых штампов

Масса падающих частей молота, т	Штампы цельные			Блоки для вставок			Вставки		
	Марка стали	Твердость НВ		Марка стали	Твердость НВ		Марки стали	Твердость НВ	
		рабочая поверхность	опорная поверхность		рабочая поверхность	опорная поверхность		черновой ручей	чистовой ручей
0,63		388—461	< 302					341—401	401—444
1,0		375—444	< 302					341—401	401—444
1,6		352—429	< 285					331—388	388—429
3,15	5ХНМ	341—415	< 285	45Х	321—	< 285	5ХНМ	331—388	388—429
4,0	5ХГМ	321—388	< 255	5ХНМ	363		5ХНТ	321—375	352—401
6,3		311—341	< 255					321—375	352—401
10,0		277—311	< 255					285—331	332—375
16,0		277—311	< 255					285—331	332—375

цикла штамповки штамп испытывает резкие колебания температуры, особенно в условиях применения смазочно-охлаждающих жидкостей, что приводит к образованию на поверхности ручья так называемых разгарных трещин.

Поэтому штамповые стали должны отличаться высокими механическими свойствами, сочетая прочность с ударной вязкостью, износостойкостью, разгаростойкостью и сохраняя эти свойства при повышенных температурах.

Материалы для штампов должны хорошо прокаливаться при термической обработке и обрабатываться на металлорежущих станках. Желательно, чтобы штамповая сталь не содержала дефицитных элементов и была дешевой.

Для штампов в зависимости от их назначения и условий эксплуатации применяют различные марки сталей (табл. 4—6).

Шпонки, клинья изготавливают из стали 45. Твердость шпонок НВ375—429, клиньев НВ302—321. Штамповые вставки для штамповки труднодеформируемых сплавов изготавливают из сталей 4Х5В2ФС, 4Х3ВМФ, 4Х3В3МФС и др. В некоторых случаях для изготовления легких и средних штампов выгодно использовать литые блоки с гнездами под сменные вставки. Их отливают из стали 40ХЛ и термически обрабатывают: рабочую поверхность на твердость НВ302—352, опорную — не более НВ255.

Направляющие колонки изготавливают из стали 20 с цементацией на глубину 0,8—1,2 мм (твердость НRC58—64) или из стали 45. Детали крепления, прихваты, рычаги, подшипники, толкатели пакета изготавливают из сталей 40Х, 45. Выталкиватели во вставки изготавливают из стали 5ХНМ, 5ХНТ, 7Х3.

Вставки и пуансоны подвергают поверхностному упрочнению: азотированию на глубину 0,22—0,30 мм (НV750—1000) или электроискровой обработке поверхности.

5. Стали для прессовых штампов

Наименование штампов и деталей к ним	Марки стали	Твердость НВ		Способ поверхностного упрочнения
		рабочей части	опорной ч	
Башмаки КГШП	40ХЛ, 40Л	302—352	—	—
Блоки фрикционных прессов	45, 40Л	375—429	—	
Вставки КГШП для осадки и пережима	7Х3, 5ХНТ	341—415	—	—
Вставки ручьевые для штамповки углеродистых сталей	5ХНМ, 5ХНТ, 5ХНВ	341—401 (черновой ручей) 415—444 (чистовой ручей)	—	—
Вставки ручьевые для штамповки труднодеформируемых сплавов	4Х2В5ФМ, 3Х2В8Ф 4Х5В2ФС, 4Х3ВМФ	341—401 (черновой ручей) 415—444 (чистовой ручей)	—	—
Матрицы для штамповки поковок выдавливанием	4Х5В2ФС, 3Х2В8Ф	427—477	—	Азотирование на глубину 0,22—0,3 мм, HV750—1000
Пуансоны для штамповки поковок выдавливанием	4Х5В2ФС 3Х2В8Ф	388—444 (рабочая часть) 302—363 (опорная часть)	—	Азотирование на глубину 0,22—0,3 мм, HV750—1000
Матрицы и пуансоны для высадки болтов	7Х3, 5ХНТ, 5ХНМ	363—429	—	—

6. Стали для высадочных штампов ГКМ

Наименование штампов и Деталей к ним	Марка стали	Твердость НВ	
		рабочей части	опорной ч
Блоки матриц с ручьями	7Х3, 5ХНМ	321—444	—
Блоки матриц (для вставок)	45, 45Х	285—321	—
Вставки-полуматрицы зажимных, пережимных и формовочных ручьев	7Х3, 5ХНМ, 5ХНТ	363—415	—
Вставки-полуматрицы обрезных, прошивных ручьев	7Х3, 5ХНМ, 4Х5В2ФС	388—444	—
Вставки-полуматрицы для высадки труднодеформируемых сплавов	4Х5В2ФС, 3Х2В8Ф	415—477	—
Пуансоны наборные: мелкие и средние	7Х3	363—415	—
крупные	5ХНТ	352—388	
Пуансоны формовочные: мелкие и средние	5ХНТ	363—415	321—363
крупные	5ХНМ	341—388	
Пуансоны обрезные	8Х3, 3Х2В8Ф	388—444	302—341
Пуансоны прошивные	4Х5В2ФС, 3Х2В8Ф	363—415	
Пуансоны для высадки поковок из труднодеформируемых сплавов	4Х5В2ФС, 3Х2В8Ф	388—441	

§ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТАМПОВ

Изготовление штампов начинается с получения заготовки для штампа или вставки. Инструмент для горячей объемной штамповки, как правило, изготавливают из кованных заготовок. Ковка необходима для устранения возможных дефектов металлургического происхождения, получения мелкозернистой и однородной структуры и высоких механических характеристик металла. Исходную заготовку выбирают с таким расчетом, чтобы при ковке был гарантирован не менее чем трехкратный уков.

Крупные штамповые кубики получают с металлургических заводов, мелкие и средние поковки для изготовления штампов и вставок изготавливают в кузнечных цехах машиностроительных заводов.

Штамповые кубики куют из слитков. На каждом кубике завод-поставщик ставит клеймо, в котором указывается завод-изготовитель, марка стали, номер плавки, габаритные размеры кубика, клеймо ОТК. Клеймо ставится обязательно на плоскости, перпендикулярной оси кубика (плоскость $B \times C$, см. рис. 132, e).

Дальнейшее изготовление штампов проводится по одному из следующих вариантов: полная механическая обработка — термообработка — доводка; термообработка — полная механическая обработка; предварительная механическая обработка — термообработка — окончательная механическая обработка.

По первому варианту изготавливают штампы повышенной твердости ($HV > 350$). Практически полностью обработанные штампы подвергают закалке и отпуску, после чего производят лишь контрольное шлифование поверхности разъема и хвостовиков, а также слесарную доводку ручьев штампа.

По второму варианту обрабатывают крупные штампы, термообработка которых вызывает коробление, что требует последующей механической обработки. При закалке крупных штампов вследствие их большой массы скорость охлаждения получается невысокой, поэтому и твердость оказывается значительно меньше твердости режущего инструмента ($HV < 320$), что позволяет после термообработки выполнить всю механическую обработку.

По третьему варианту изготавливают штампы средних размеров с твердостью $HV 320—350$. До термической обработки протрагивают все плоскости, предварительно фрезеруют ручки. После закалки и отпуска штампы обрабатывают твердосплавным или быстрорежущим инструментом, затем выполняют полную слесарную обработку и доводку ручьев.

Направление волокна в кубике совпадает с его осью. Если волокна направить перпендикулярно плоскости смыкания (вдоль оси хвостовика), то при ударе они будут как бы отслаиваться друг от друга. Если волокна будут располагаться в горизонтальной плоскости ($A \times B$ или $A \times C$), то при нагрузке они будут только прогибаться, обеспечивая штампу высокую прочность.

Поэтому при строгании хвостовика следят, чтобы его ось не совпала с осью слитка.

Для обработки штампов используют строгальные, фрезерные, шлифовальные, копировально-фрезерные станки. Первой операцией обработки является сверление транспортировочных отверстий, что облегчает установку кубика на станки. Слесарную обработку штампов выполняют электрическими или пневматическими машинками, инструментом при этом служат круглые напильники или абразивный инструмент.

Размеры ручья проверяют по шаблонам. Правильность изготовления окончательного ручья и совпадение ручьев в верхней и нижней половине проверяют контрольной заливкой. С этой целью штампы выставляют по контрольному углу, скрепляют струбциной, наклоняют под углом 45° и заливают расплавленной селитрой или свинцом через клещевую выемку и литниковую канавку. После затвердевания селитры контролируют отливки.

Термическая обработка штамповых сталей состоит из закалки и отпуска и для различных марок сталей отличается в основном температурой обработки. Штамп нагревают до температуры закалки ($830-860^\circ\text{C}$ для стали 5ХНМ, $1030-1050^\circ\text{C}$ для стали 4Х5В2ФС), затем охлаждают в масле до температуры $200-250^\circ\text{C}$ и сразу переносят в печь на отпуск.

Если закалку проводят после механической обработки ручьев, принимают меры против окисления и обезуглероживания поверхности металла при нагреве под закалку. С этой целью рабочую поверхность штампа защищают карбюризатором (например, древесным углем) или пережженной чугушной стружкой.

Для изготовления ручьев в штампах широко применяют электроискровую обработку, сущность которой рассмотрена в гл. II. Для обработки используют электрод, выполненный по форме поковки. Твердость штампов при электроискровой обработке не влияет на обрабатываемость, поэтому целесообразно проводить предварительную термическую обработку.

Изготовление штампов штамповкой является рациональной. Применяют холодное и горячее выдавливание ручьев в кубиках и вставках для молотов, прессов и ГКМ. Штамповка производителее фрезерования и обеспечивает высокую точность ручья, так что после деформации часто требуется лишь незначительная доработка ручья. Штамповку осуществляют при помощи так называемого мастер-штампа (рис. 139, в).

После незначительной доработки (обрезки облоя и др.) штампованную вставку 2 закрепляют в обычном молотовом штампе 1 (рис. 139, б) и она служит для получения поковки зубчатого колеса (шестерни) (рис. 139, а). При изготовлении мастер-штампа учитывают двойную усадку.

В СССР и за рубежом все шире применяют литые штампы с ручьем, основными преимуществами которых является пониженная трудоемкость изготовления в результате резкого снижения объема механической обработки. В ряде случаев литые штампы имеют также более высокую стойкость. Для изготовления литых штампов используют в основном стали, по составу подобные сталям для кованных штампов. Применяют также специальные высокопрочные стали и сплавы и некоторые марки легированного чугуна.

§ 5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ШТАМПОВ

Штампы для горячей объемной штамповки — дорогостоящий инструмент, что объясняется не только значительным расходом штамповой стали, но и большой трудоемкостью изготовления. Производство штампов требует затрат труда многих квалифицированных рабочих, для изготовления штампов используют сложные станки. Поэтому исключительно важное значение приобретает бережное отношение к штамповой оснастке, правильная эксплуатация штампов, обеспечивающая их долговечность.

Для успешной эксплуатации штампов необходимы: правильная установка и надежное крепление их на молоте, прессе, ГКМ; содержание в исправном состоянии кузнечно-штамповочного оборудования (в особенности направляющих бабы или ползуна и мест крепления штампов); эффективная смазка и охлаждение штампа; тщательная очистка заготовок от окалины и удаление ее из ручьев; поддержание температуры нагрева штампа на заданном уровне; правильное хранение и подготовка штампов к работе; контроль за состоянием штампов и постоянный учет их работы.

На каждый штамп выписывают паспорт, в котором указывают назначение штампа, время изготовления, основные размеры кубиков, марку стали, режим термообработки, место, время и условия эксплуатации, место хранения на складе (стеллаж, ячейка), количество изготовленных в штампе поволоков, причину выхода штампа из строя и т. д.

При отправлении штампа на производственный участок инструмент снабжают сопроводительным талоном, который сдается в мастерскую вместе с изношенным штампом. По данным сопроводительного талона заполняют соответствующие графы паспорта.

Установка штампов. При стандартном креплении молотовых штампов применяют следующий порядок их установки:

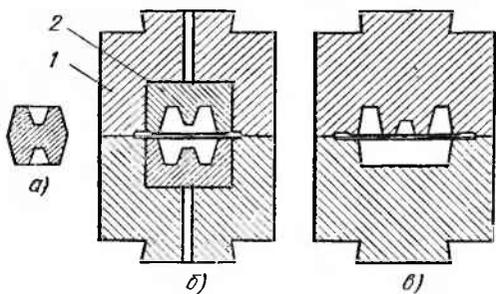


Рис. 139. Поковка зубчатого колеса (шестерни) (а), штамп (б) и мастер-штамп (в): 1 — молотовый штамп, 2 — вставка, отштампованная в мастер-штампе

поднимают бабу в верхнее положение и, чтобы не допустить случайного ее опускания, фиксируют подпоркой;

вкладывают нижнюю шпонку в шпоночный паз штамподержателя;

забивают верхнюю шпонку в шпоночный паз хвостовика верхнего штампа;

штамп в сборе поднимают мостовым краном и устанавливают на штамподержатель таким образом, чтобы шпоночный паз хвостовика нижнего штампа приходился напротив нижней шпонки;

вынимают подпорку и опускают штамп на нижнюю шпонку; установив временные прокладки у верхней шпонки, сдвигают штамп ломиками, используя транспортировочные отверстия, вправо, после чего вставляют оба клина;

затянув клинья кувалдой, подогревают штамп и место крепления штока с бабой;

постукивая легкими ударами по нижнему штампу, окончательно затягивают оба клина, после чего определяют величину сдвига штампов по контрольному углу;

выбивают верхний клин, поднимают и устанавливают бабу на подпорку, после чего заменяют прокладки у верхней шпонки;

поднимают бабу с подпорки, опускают ее на штамп, вставляют верхний клин и забивают кувалдой;

ударяя легко по нижнему штампу, затягивают верхний клин соколом;

проверяют отсутствие сдвига штампов по контрольному углу и отштампованной поковке.

Сдвиг, обнаруженный при установке или штамповке, устраняют заменой прокладок только в верхнем штампе при неподвижном нижнем. После установки штампов проверяют наличие зазора между заплечиками штампа и пуансонодержателем или бабой (см. рис. 134). Величину зазора (1 мм) контролируют щупом.

Перед установкой штампов также проверяют состояние опорных поверхностей бабы и пуансонодержателя. Опорные поверхности при обнаружении на них вмятин, выбоин, следов износа немедленно ремонтируют. В противном случае в штампе возникнут изгибающие напряжения и появятся трещины. В процессе штамповки на молотах, производимой в условиях ударного нагружения, крепление штампов может ослабляться, могут сместиться штампы. Поэтому одним из обязательных условий правильной эксплуатации молотовых штампов является регулярная проверка крепления, подтяжка клиньев и т. д.

При типовом креплении штампов КГШП необходимо:

установить требуемую величину рабочего хода нижнего и верхнего толкателей пресса;

установить нижнюю подштамповую плиту таким образом, чтобы закрытая высота штампового пространства пресса была на 2—3 мм больше закрытой высоты штампа (пакета в сборе со вставками);

поднять ползун в верхнее положение и удалить со стола боковые клинья;

установить пакет на стол пресса краном, рольгангом (откидным для легких пакетов, переносным для крупных) или специальными устройствами;

толчками опустить ползун в нижнее положение так, чтобы стержень верхнего толкателя пресса входил в гнездо верхнего башмака, а выемка на верхней плоскости башмака приходилась напротив соответствующего выступа в плите ползуна;

закрепить верхний башмак пакета к ползуну и окончательно затянуть болты;

предварительно (болты не доворачивают на 3—4 мм) притянуть нижний башмак к столу пресса, после чего одиночными короткими ходами ползуна выровнять по направляющим колонкам и втулкам положение нижнего башмака;

подогреть ручьевые вставки и сделать пробную штамповку; устранить сдвиг вставок заменой прокладок в креплении вставок и поднять подштамповую плиту для получения поковки нужного размера;

затянуть окончательно болты крепления нижнего башмака, установить и забить боковые клинья, после чего окончательно проверить крепление ручьевых вставок;

отштамповать вторую поковку и после ее контроля приступить к штамповке партии.

При смене ручьевых вставок порядок наладки следующий: ползун толчками опускают в нижнее положение так, чтобы между вставками остался небольшой (2—3 мм) просвет;

ослабляют и, если требуется, удаляют детали крепления, чтобы при подъеме ползуна верхние вставки остались на нижних; поднимают ползун в верхнее положение; заменяют вставки;

крепят и подогревают новый комплект вставок; штамповывают пробную поковку, устраняют сдвиг во вставках и устанавливают требуемую высоту поковки. Если новый комплект вставок имеет большую высоту, чем снятый, то соответственно опускают стол пресса.

Штампы ГКМ монтируют в следующем порядке:

опускают клин регулировки штампового пространства машины в нижнее положение и устанавливают в гнездо главного ползуна пуансонодержатель с закрепленными в нем пуансонами;

закрепляют пуансонодержатель прижимной и упорной планками и регулировочным клином так, чтобы при последующей наладке можно было, ослабив крепление, передвигать пуансонодержатель взад и вперед;

краном устанавливают неподвижный блок полуматриц на шпонку в гнездо станины машины;

короткими перемещениями ползуна или проворачиванием маховика вручную добиваются вхождения пуансонов в полуматрицы;

сдвигая блок полуматриц, устанавливают равномерный зазор по диаметрам пуансонов;

главный ползун перемещают в крайнее переднее положение и помещают между блоком полуматриц и станиной стальную прокладку соответствующей толщины;

ослабив крепление пуансонодержателя и перемещая его вдоль гнезда, устанавливают требуемые зазоры между пуансонами и матрицами по длине ручьев и закрепляют пуансонодержатель;

отведя пуансон в заднее положение, сажают на шпонку в гнездо зажимного ползуна подвижный блок полуматриц и между его боковой поверхностью и ползуном помещают прокладку такой же толщины, что и у неподвижного блока полуматриц;

короткими перемещениями ползуна устанавливают оба блока в сомкнутое положение и, убедившись в отсутствии зазора между матрицами, станиной и зажимным ползуном и проверив равномерность зазоров по диаметрам пуансонов (щупом), закрепляют оба блока клеммами сверху;

сначала толчками, а затем и полными холостыми ходами убеждаются в том, что пуансоны свободно входят в матрицы;

устанавливают передний или задний упор и проводят пробную высадку, после чего окончательно отлаживают положение упора и пуансонодержателя: обнаруженные сдвиги матриц ликвидируют прокладками.

Нагрев штампов. Молотовые и прессовые штампы перед штамповкой подогревают до температуры 200—250°С, обеспечивающей наибольшую стойкость штампов, так как при этом значительно возрастает разгаростойкость штамповой стали и снижается ее хрупкость при ударных нагрузках. При использовании высоколегированных штамповых сталей максимальная прочность штампов наблюдается при температурах 350—480°С.

Часто подогреву штампов уделяют недостаточное внимание, нагревая их раскаленными болванками, укладываемыми между верхним и нижним штампами. Таким способом невозможно нагреть штамп выше 200°С, при этом не обеспечивается равномерность нагрева, возможен перегрев поверхности штампа, а иногда и снижение твердости стали вследствие отпуска. Время нагрева мелких штампов составляет 1 ч, крупных — до 4—5 ч.

Нагрев переносными газовыми горелками более производительен. Однако при газовом нагреве, как правило, также не обеспечивается равномерное распределение температуры и сохраняется опасность перегрева поверхностных слоев штампа. Кроме того, возможен перегрев станины и направляющих оборудования.

Наиболее совершенным является индукционный нагрев штампов токами промышленной частоты (50 Гц). Для молотовых штампов из-за ударных нагрузок нагреватель нельзя встраивать в штамп. Поэтому применяют переносные индукционные нагреватели, включаемые как непосредственно на молоте при перерывах в работе, так и вне рабочего пространства оборудования. Нагреватель представляет собой сердечник с обмоткой. Индукционный

нагрев выполняется в 1,5—2,0 раза быстрее, чем горячими болванками, при этом гарантирован равномерный прогрев штампа.

При штамповке на прессах часто применяют сборные штампы с встроенными стационарными индукционными нагревателями, преимуществом которых является возможность поддержания требуемой температуры штампа в процессе работы и при вынужденных остановках. Индукторы имеют вид кольцеобразных или плоских спиралей и помещаются в подштамповые плиты.

Смазка штампов снижает трение между деформируемым металлом и стенками ручья, предотвращает налипание металла на инструмент, что уменьшает абразивный износ ручья, облегчает удаление из него поковки, делает возможным уменьшение штамповочных уклонов.

В качестве смазок для горячей объемной штамповки используют растворы графита в масле и воде, мазут, древесные опилки, соли и стекло.

Мазут и древесные опилки, попадая на поверхность штампа, загораются и выделяют большое количество газов и копоти.

Выделяющиеся при сгорании смазки газы, находящиеся в замкнутом объеме между штампом и поковкой, проникают в поры на поверхности ручья и резко снижают разгаростойкость штампа. Поэтому широко применяют при горячей штамповке смазки на основе графита.

Частицы графита, попадая на поверхность ручья, являются хорошей смазкой и надежно разделяют инструмент и поковку. Графит сохраняет свои свойства при высоких давлениях и температурах, что определяет хорошую работоспособность смазки.

Различают масляно-графитовую смазку, наносимую на штамп вручную помазком, и водно-графитовую смазку, наносимую распылением при помощи специальных устройств. Наилучшие результаты получены при использовании водно-графитовых смазок, эффективность которых объясняется следующим:

при нанесении смазки на нагретый штамп вода испаряется, а на поверхности ручья остается плотный слой графита;

при распылении смазки обеспечивается высокая равномерность графитового покрытия;

водно-графитовая смазка обеспечивает также охлаждение поверхности штампа, т. е. уменьшает опасность разупрочнения штамповой стали вследствие отпуска. Поэтому водно-графитовые смазки часто называют смазочно-охлаждающими жидкостями. Масляно-графитовая смазка, попадая на поверхность штампа, загорается, что усугубляет разогрев поверхности ручья.

Водно-графитовые смазки получают все большее распространение. Для их нанесения на штампы используют ручные пистолеты и стационарные устройства, обеспечивающие впрыскивание и распыление смазочно-охлаждающей жидкости оптимальными дозами. Смазку подают каждый раз после выемки поковки из ручья в верхнем положении бабы молота или ползуна пресса (рис. 140) на оба штампа. Перед нанесением смазки через сопло

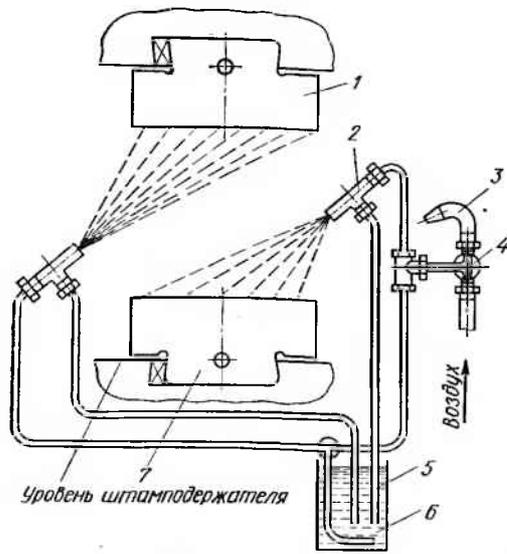


Рис. 140. Схема смазки — охлаждения штампа:

1 — верхний штамп, 2 — распылитель, 3 — сопло для подачи сжатого воздуха, 4 — кран, 5 — бак, 6 — смазка, 7 — нижний штамп

сдувается окалина с нижнего штампа.

Солевые смазки применяют в том случае, когда штамп не имеет глубоких и узких полостей, иначе расплавленная соль забивает эти полости и препятствует заполнению их металлом. Чаще всего холодную заготовку помещают в расплав солей, что обеспечивает быстрый и практически безокислительный нагрев, после чего на поверхности заготовки остается пленка соли, являющаяся хорошей смазкой.

При штамповке титановых и жаропрочных сплавов нередко применяют стеклянные смазки. Холодную заготовку окунают в суспензию стекла и высушивают. При нагреве заготовки стекло расплавляется и предохраняет металл от окисления, а при штамповке служит отличной смазкой. Поэтому стеклянные смазки часто называют защитно-смазочными покрытиями.

Удаление окалины из ручьев штампа исключительно важно как для работоспособности инструмента, так и для качества поковки. Частицы окалины, отличающиеся большой твердостью, при штамповке царапают штамп, вызывая ускоренный его износ. В особенно неблагоприятных условиях находится нижний штамп, в ручьях которого скапливается окалина. Окалина легко заштамповывается в горячий металл, что приводит к браку поковок.

Окалину с нагретых заготовок удаляют различными способами. Применяют очистку заготовок металлическими скребками, гидроочистку, заключающуюся в том, что окалину сбивают тонкими струйками воды, подаваемой под большим давлением. Гидроочистка происходит очень быстро, и температура заготовок практически не уменьшается.

Наиболее простым способом удаления окалины является осадка заготовки на плоских бойках перед последующей штамповкой. Такую технологию часто применяют при одноручевой штамповке осесимметричных поковок типа зубчатых колес. При осадке заготовка приобретает бочкообразность, что способствует осыпанию окалины с боковой поверхности.

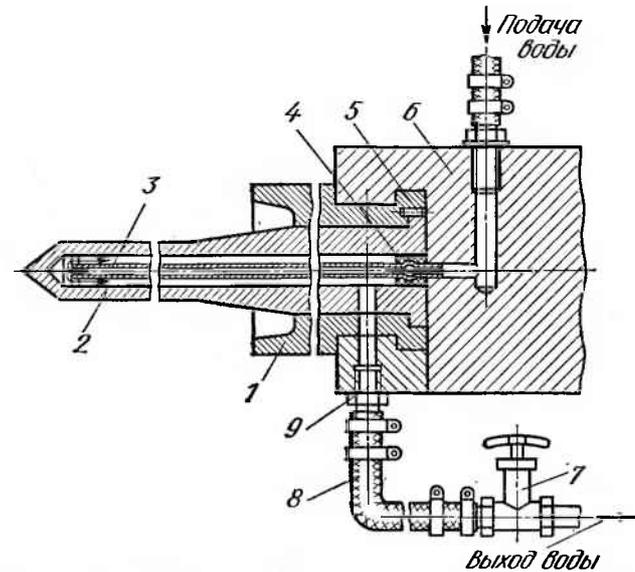


Рис. 141. Схема водяного охлаждения прошивного пуансона:

1 — пуансон, 2 — вставка пуансона, 3 — трубка, 4 — уплотнительное кольцо, 5 — штифт, 6 — ползун, 7 — вентиль, 8 — шланг, 9 — штуцер

Удаление окалины из ручьев осуществляют струей сжатого воздуха. Сопло для обдувки располагают со стороны, противоположной первому ручью, так чтобы сдуваемая окалина не попала в остальные ручьи. Часто после первых ударов на молоте поковку приподнимают и выдувают окалину из ручья. Такой способ несколько снижает производительность труда, но зато уменьшает износ штампа.

Удаление окалины при штамповке на КГШП обязательно по следующей причине: если на заготовке или в ручье была окалина, то она обязательно заштамповывается в тело поковки. Поэтому перед штамповкой на КГШП, как правило, применяют нагрев заготовок в индукторах и электрических печах, уменьшающий окалинообразование.

Охлаждение штампов. Штампы или элементы штампов, длительное время находящиеся в контакте с горячим металлом, интенсивно нагреваются. Температура поверхностных слоев штампов может превысить температуру отпуска штамповой стали, что приводит к ее разупрочнению. В процессе штамповки такой штамп деформируется и быстро выходит из строя.

Для уменьшения нагрева штампов применяют водяное внутреннее охлаждение. На рис. 141 показан прошивной пуансон ГKM, постоянно охлаждаемый водой. Тепло, отдаваемое нагретой заготовкой пуансону, отбирается циркулирующей водой, так что пуансон не успевает нагреться до температуры отпуска. Такое охлаждение применяют также в матрицах для выдавливания

поковок на КГШП и фрикционных прессах и в штампах для штамповки крупных стальных поковок на гидравлических прессах.

§ 6. РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ШТАМПОВ

В процессе работы штампы изнашиваются. Основными видами износа являются: абразивный износ (истирание) в местах интенсивного течения металла, деформация (смятие) отдельных участков штампа, подвергаемых воздействию высоких давлений и температур, образование трещин, налипание металла на штамп.

Абразивному износу в особенности подвержен мостик облойной канавки. В результате утолщения мостика затрудняется последующая обрезка облоя; толстый облой меньше охлаждается (подстывает) и перестает способствовать заполнению ручья. Износ облойного мостика в ряде случаев является основной причиной выхода штампов из строя.

В отличие от истирания налипание металла на штамп приводит к искажению формы ручья с уменьшением его размеров.

Наиболее сильно изнашиваются выступающие части ручья (узкие и высокие ребра, бобышки, кромки стенок). При деформации этих элементов нередко возникают поднутрения, препятствующие извлечению поковки из ручья (рис. 142, а). В других случаях, наоборот, увеличиваются уклоны стенок ручья (рис. 142, б).

Очень опасным видом износа является появление трещин во внутренних углах ручья. Трещины, как правило, образуются при малом радиусе закругления в местах перехода от дна ручья к стенкам.

По мере износа штампы ремонтируют. Своевременный и высококачественный ремонт штампов является обязательным условием успешной их эксплуатации. Различают текущий и капитальный ремонт штампов.

Текущий ремонт заключается в устранении износа ручьев и других частей штампа. В результате ремонта восстанавливают необходимые размеры и форму ручьев, устраняют наплывы

металла, зачищают участки штампа с налипшим металлом, зачеканивают появившиеся трещины.

Мелкий ремонт при соблюдении правил безопасности можно выполнять на месте, не снимая штамп с молота или прессы. Текущий ремонт осложняется тем, что поверхность ручьев после штамповки становится очень твердой (приобретает наклеп). Поэтому при ремонте пользуются абразивным инструментом, устанавливаемым на переносных шлифовальных машинках.

При зачистке ручьев следят за тем, чтобы не снять слишком большой слой металла, иначе размеры поковки выйдут из пределов чертежных размеров. Направление рисок от абразивного инструмента после зачистки ручья должно совпадать с направлением течения металла при штамповке.

Мелкие трещины зачеканивают красной медью при помощи пневматического тупого зубила или бородка.

Текущий ремонт обычно занимает 10—30 мин. В зависимости от вида и объема дефектов штампа мелкий текущий ремонт выполняют до 5 раз.

Капитальный ремонт штампа проводят при значительном износе ручьев, когда изготовление годных поковок в данном штампе становится невозможным. Штамп снимают с молота или прессы и направляют в инструментальный цех, где его отжигают, а затем строгают и шлифуют со стороны зеркала на всю глубину ручья или на глубину, позволяющую заново разметить фигуру ручья. Обычно эта глубина составляет 0,6—0,8 глубины ручья.

Если в штампе имелись трещины, то глубина строгания и шлифования должна быть достаточной, чтобы трещины были полностью удалены. После строгания и шлифования проводят разметку штампа и изготавливают ручьи по той же технологии, что и при изготовлении нового штампа.

Капитальный ремонт штампа можно проводить несколько раз до тех пор, пока высота штампа не достигнет минимально допустимого размера, определяемого прочностью штампа и опасностью удара поршня молота по нижней крышке цилиндра. Обычно число возобновлений составляет 3—4.

Для ремонта низких штампов применяют электрошлаковую сварку. К старым основаниям с хвостовиками приваривают пластины из штамповой стали, после чего шлифуют зеркало, размечают и изготавливают ручьи.

Ремонт штампов все шире осуществляют наплавкой ручьев. Подлежащие восстановлению штампы отжигают, зачищают дефектные места абразивным инструментом. Подготовленные таким образом штампы подогревают до температуры 350—400°С во избежание образования трещин при наплавке.

Наиболее часто применяют дуговую наплавку штампов электродами ЦШ-1, Ш-1, Ш-16, ЦН-4, ЦН-5 (по ГОСТ 10051—75). Диаметр электродов от 4 до 7 мм, длина от 300 до 500 мм. Наплавку особо ответственных участков штампа проводят электро-

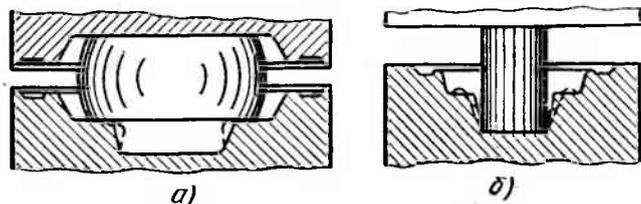


Рис. 142. Искращения формы ручья:

а — появление поднутрений, б — увеличение уклона стенок ручья

дами НЖ-2 и НЖ-3. Твердость после наплавки этими электродами составляет НВ385—390.

Восстановленный штамп подвергают высокотемпературному отпуску при температуре 550—600°С с выдержкой 2 ч и охлаждением с печью до 300°С. После отпуска и проверки наплавленного слоя на твердость штамп передают на механическую и слесарную обработку и закалку.

§ 7. ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ШТАМПОВ

Под стойкостью штампа понимают количество поковок, изготовленных на данном штампе до выхода его из строя. Различают стойкость штампа до его капитального ремонта и полную стойкость, т. е. количество снятых со штампа поковок с учетом всех возобновлений.

Увеличение стойкости штампов является одним из самых важных вопросов в кузнечно-штамповочном производстве. Если повысить стойкость штампов, то снизится себестоимость поковок, сократятся простои оборудования, связанные со сменой штамповой оснастки, повысится производительность труда. Наиболее низкой стойкостью обладает окончательный ручей штампа. Поэтому основное внимание уделяют мероприятиям, направленным на повышение его стойкости.

Факторы, влияющие на стойкость штампов, можно разбить на четыре основных группы: качество штампа, определяемое маркой штамповой стали и технологией изготовления штампа; режим эксплуатации; конструкция штампа; технология штамповки.

Качество штампа. Одним из способов повышения стойкости является применение новых марок штамповой стали. Стойкость штампов из высоколегированных сталей в 2—3 раза выше стойкости штампов из углеродистой стали. Для изготовления штампов все шире используют стали 4Х5В2ФС, 4Х5В4МФС, 4Х4М2ВФС, 45Х3В3МФС. Последние две марки сохраняют высокую прочность до температуры 600—650°С.

Однако высоколегированные стали имеют более высокую стоимость. Поэтому вопрос о целесообразности применения той или иной марки стали решают после экономического расчета.

Технология изготовления штампов оказывает большое влияние на их стойкость. Существенное значение имеет уков штамповых кубиков, режим и качество термической обработки.

Более высокую стойкость имеют штампы и вставки, изготовленные штамповкой. Стойкость окончательных ручьев повышается по сравнению с изготовленными фрезерованием в 1,5—2 раза, а в отдельных случаях — в 5 раз. Увеличение прочности и износостойкости штампов объясняется тем, что волокна металла при штамповке не перерезаются и повторяют контуры ручья.

Для увеличения срока службы штампов часто применяют поверхностное упрочнение ручьев. Наиболее распространенными

видами упрочнения поверхности являются азотирование, борирование, хромирование и др. Сущность этих способов заключается в диффузионном насыщении поверхности ручья азотом, бором, хромом.

К числу способов, упрочняющих поверхность ручья штампов, относятся также дробеструйная обработка, поверхностная закалка при помощи газопламенного нагрева, электроискровое упрочнение.

Заметное влияние на стойкость штампов оказывает качество механической обработки. Чем чище поверхность ручья, тем меньше сопротивление течению металла по поверхности штампа и тем меньше износ ручья. Направление рисок от механической обработки должно совпадать с направлением течения металла.

Применяют способ гидрополирования поверхности ручьев. Рабочую жидкость, в которой во взвешенном состоянии находятся абразивные частицы (карбид кремния, карбид бора), направляют на поверхность штампа под давлением 6—7 ат при помощи сжатого воздуха. При гидрополировании шероховатость поверхности ручья с 15—20 мкм уменьшается до 2—10 мкм. Производительность полирования увеличивается в 5 раз, а стойкость штампов — приблизительно на 40%.

Режим эксплуатации штампов (см. § 5) является обязательным условием обеспечения их высокой стойкости. Срок службы штампов может быть повышен правильным подбором высокоэффективных смазок и смазочно-охлаждающих жидкостей, своевременным ремонтом штампов, совершенствованием средств удаления окалины, систем нагрева и принудительного охлаждения штампов и т. д.

Конструкция штампов в значительной степени определяет их стойкость. В многоручьевых штампах наличие заготовительных ручьев облегчает деформацию металла в окончательном ручье и стойкость последнего повышается. Применение предварительного ручья еще больше увеличивает стойкость окончательного. Если позволяют габариты штампового кубика, в нем выполняют два чистовых ручья.

Существенным является правильный выбор облойного мостика. Если облой слишком тонкий, то он быстро охлаждается, и удары молота получаются жесткими. Перемещение металла в облой затрудняется, а это вызывает ускоренный износ ручья. Слишком большая толщина облоя способствует излишнему вытеканию металла и отрицательно сказывается на заполнении штампа.

Применение вставок повышает стойкость штампов, так как небольшие вставки легче проковать и термически обработать, а также получить штамповкой.

Технология штамповки непосредственно связана со стойкостью штампа. При применении в качестве заготовок под штамповку периодического проката стойкость штампа повышается. Большое значение имеет точность резки заготовок. Если заготовка имеет

слишком большую массу, то при штамповке на молоте требуется 2—3 удара, чтобы вытеснить избыток металла в облой. Лишние удары, а также увеличение времени нахождения горячей поковки в ручье снизят стойкость штампа.

Излишняя масса заготовки особенно опасна при закрытой штамповке, когда горячий металл устремляется в зазор между штампами и быстро «размывает» этот зазор. Нередко возникают и поломки штампов.

От способа нагрева заготовок зависит интенсивность образования окалины и, следовательно, стойкость штампа.

Очень важно строго соблюдать температурный интервал штамповки. Если завязать температуру нагрева заготовки, то увеличится и температура поверхности штампа, который может потерять твердость в результате разупрочнения. Кроме того, повышенные температуры нагрева связаны с увеличением интенсивности образования окалины.

Снижение температуры заготовки увеличивает сопротивление металла деформированию и повышает нагрузки на штамп. Потребуются дополнительные удары молота, что отрицательно отразится на стойкости штампа.

§ 8. РУЧНОЙ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

В качестве ручного вспомогательного инструмента при горячей штамповке применяют клещи. Они предназначены для захвата, удержания, поворота заготовки в процессе штамповки, извлечения поковки из штампа. Клещи применяют для загрузки печи заготовками, выгрузки из печи и переноса.

Клещи состоят из двух стержней, соединенных крестообразно заклепкой. Стержни имеют короткую часть, называемую губкой, и длинную, называемую рукояткой. В зависимости от величины и конфигурации заготовки губки клещей изготовляют различной формы.

По назначению клещи делятся на продольные (для захвата заготовки с конца), поперечные (для захвата заготовки поперек) и продольно-поперечные. Наиболее часто применяют клещи с квадратными, круглыми и прямоугольными губками соответственно для заготовок квадратного, круглого и прямоугольного сечения. Применяют также специальные клещи, предназначенные для манипулирования заготовками и поковками сложной формы.

При штамповке на ГKM применяют клещи с загнутыми губками (см. рис. 138, а) и клещи-упор (см. рис. 138, б).

Клещи изготовляют ковкой из сталей 15, 20, 25. Сталь с большим содержанием углерода не применяют, так как клещи часто охлаждают в воде, отчего сталь закаливается и становится хрупкой. Чтобы губки клещей пригнать по заготовке, их нагревают

до вишнево-красного цвета, вкладывают в них конец заготовки и подгоняют молотком.

Смазка на штамп подается автоматически. Смазку штампов водно-графитовой суспензией часто осуществляют при помощи ручных пистолетов с коротким или удлиненным стволом.

Контрольные вопросы

1. Для чего в штампах делают облойную канавку? В чем состоит отличие закрытого штампа от открытого?

2. Почему штампы фрикционных и гидравлических прессов обычно выполняют одноручьевыми?

3. Расскажите об устройстве штампов ГKM. Сколько поверхностей разреза имеется в штампе ГKM и молотовом штампе?

4. Что такое центр штампа, центр ручья, геометрический центр штампа? Какое допускается смещение центра молотового штампа относительно геометрического центра?

5. Как крепится молотовый штамп? На что должен опираться штамп после закрепления?

6. Для чего в штампах применяют замки? В чем разница между упорным зубом (контрзамком) и замком?

7. Для чего в штампах ГKM применяют упоры? В чем отличие переднего упора от заднего?

8. Штамповой кубик имеет плоскости $A \times B$, $A \times C$, $B \times C$. Ось кубика (слитка) расположена перпендикулярно плоскости $B \times C$. Как следует направить ось хвостовика при изготовлении молотового штампа из штампового кубика?

9. Перечислите основные операции установки молотового штампа, штампа КГШП, высадочного штампа.

10. Для чего необходим подогрев штампов, до какой температуры следует осуществлять подогрев? Какие методы подогрева штампов вы знаете?

11. Назовите основные пути повышения стойкости штампов.

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРЕХОДОВ

Горячей объемной штамповкой получают поковки различной конфигурации — от простых до очень сложных. Поковки можно разделить на две основные группы: с вытянутой осью и осесимметричные в плане. К первой группе относятся поковки типа шатунов, рычагов, гладких и ступенчатых валиков и т. п., а также поковки с изогнутой осью. Ко второй группе относятся поковки фланцев, колец, зубчатых колес, крестовин и др.

Поковки с вытянутой осью обычно штампуют поперек оси заготовки (по образующей, плашмя); осесимметричные в плане изготавливают штамповкой вдоль оси (в торец). Для штамповки несложных осесимметричных поковок часто достаточно применить только один ручей — штамповочный (см. рис. 127, а).

Сложные поковки с вытянутой осью, имеющие значительную разницу в площадях поперечных сечений, требуют предварительной подготовки заготовки с целью придания ей формы, близкой к форме поковки. Поэтому кроме штамповочных ручьев необходимы дополнительные ручьи, в которых осуществляют постепенное превращение простой исходной заготовки в фасонную.

В многоручьевом штампе (см. рис. 127, б) поковка рычага штампуются в пяти ручьях: в первых трех из цилиндрической заготовки получают фасонную заготовку в виде изогнутого стержня с двумя утолщениями, которую в четвертом, а затем в пятом ручьях превращают в окончательно оформленную поковку.

Обработку заготовки в одном ручье называют переходом штамповки. Количество ручьев в штампе обычно соответствует количеству переходов штамповки. Поковку зубчатого колеса (см. рис. 127, а) штампуют за один, а поковку рычага (см. рис. 127, б) — за пять переходов.

Операцией называют законченную часть технологического процесса, включающую все переходы объемной штамповки, совершаемые за один нагрев независимо от количества используемых при этом кузнечных машин.

В зависимости от сложности поковок и организации производства штамповку выполняют за одну или несколько операций, причем каждая операция может состоять из одного или нескольких переходов. При изготовлении поковки зубчатого коле-

са (см. рис. 127, а) в одноручьевом штампе операция штамповки состоит из одного перехода, операция штамповки поковки рычага (см. рис. 127, б) включает пять штамповочных переходов.

Все переходы горячей объемной штамповки можно разделить на три основные группы: заготовительные, штамповочные и отрубные.

Заготовительные переходы необходимы для того, чтобы перераспределить металл исходной заготовки в соответствии с формой поковки, т. е. получить фасонную заготовку под последующую штамповку.

При достаточном количестве и правильном выполнении заготовительных ручьев фасонную заготовку штампуют в окончательном ручье с незначительным отходом металла в облой. Применение заготовительных ручьев повышает стойкость окончательного ручья.

В молотовом штампе, показанном на рис. 127, б, ручьи 15, 14 и 12 являются заготовительными. В высадочном штампе ГКМ (см. рис. 131) заготовительными являются два верхних ручья, в которых получают фасонную заготовку в виде стержня с утолщением.

Заготовительные переходы горячей штамповки не следует путать с заготовительными операциями в общем процессе производства поковок.

Штамповочные переходы необходимы для получения окончательно оформленной поковки. В штампе, показанном на рис. 127, б, штамповочными ручьями являются предварительный — 11 и окончательный — 13. В высадочном штампе (см. рис. 131) штамповочными являются третий и четвертый ручьи, считая сверху вниз.

Отрубные, обрезные, отрезные и пробивные переходы необходимы для отделения поковки от прутка, обрезки облоя и пробивки отверстий. Эти переходы осуществляют в соответствующих ручьях тех же штампов, в которых проводят штамповку. Обрезные и пробивные переходы следует отличать от завершающих операций производства поковок (обрезка облоя, пробивка отверстий), которые, как правило, выполняют в специальных штампах на обрезных прессах (см. гл. XII).

§ 2. ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕХОДЫ

В зависимости от оборудования, на котором штампуют поковку, применяют различные заготовительные переходы. При молотовой штамповке к заготовительным переходам относятся формовка, подкатка, протяжка, пережим, гибка, осадка, высадка. При штамповке на КГШП применяют осадку, гибку, пережим. При штамповке на ГКМ заготовительными являются наборные переходы.

Формовка предназначена для придания заготовке формы, близкой к форме поковки в плане. Полученная в результате формовки фасонная заготовка после кантовки на 90° должна свободно укладываться в штамповочный ручей.

В формовочном ручье по заготовке наносят один, реже два-три удара без кантовки заготовки между ударами. При формовке

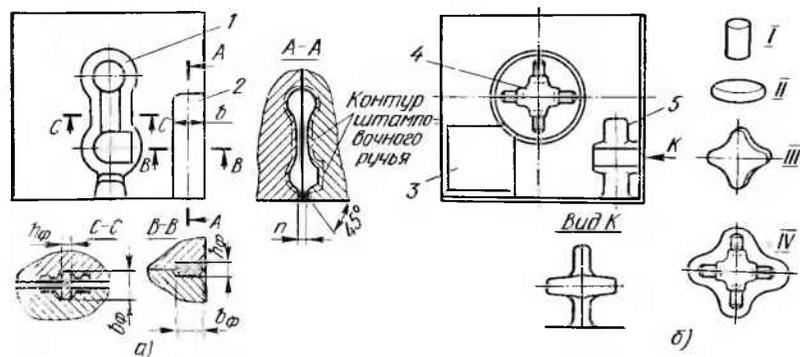


Рис. 143. Формовочные ручки молотовых штампов:

а — обычный, б — специальный, 1, 4 — окончательные ручки, 2 — формовочный ручей, 3 — площадка для осадки, 5 — специальный формовочный ручей

не происходит значительного перераспределения металла вдоль и поперек оси заготовки, последняя просто приобретает плавные очертания, соответствующие контуру поковки.

Профиль формовочного ручья (рис. 143, а, — сечение А—А) строят вписыванием его в контур штамповочного ручья в плане. Все продольные сечения формовочного ручья одинаковые. На участке перехода от ручья к выемке под клещи предусматривают зазор $n = (0,2 \div 0,3) A_0$, где A_0 — толщина исходной заготовки. Ширина ручья b должна быть несколько больше ширины заготовки после формовки b_ϕ (сечение В—В).

Контуры формовочного ручья должны быть плавными, обеспечивающими свободное течение металла. Отформованную заготовку приподнимают из формовочного ручья и с поворотом на 90° укладывают в соседний штамповочный ручей (сечение С—С). Ширина заготовки после формовки b_ϕ не должна превышать три толщины заготовки h_ϕ . В противном случае при штамповке может произойти изгиб заготовки с образованием зажима металла.

При штамповке поковок с отростками, например крестовины, иногда применяют специальный формовочный ручей (рис. 143, б). Цилиндрическую заготовку I сначала осаживают в торец на площадке 3. После осадки заготовку II кантуют на 90° и помещают на ребро в формовочный ручей 5. Далее наносят один-два удара, в результате чего металл вдавливаются в углуб-

ление ручья (вид К) верхнего и нижнего штампа. Фасонную заготовку с четырьмя отростками III кантуют на 90° и переносят в окончательный ручей 4, где получают штампованную поковку IV.

При штамповке мелких поковок часто применяют многоступенчатую штамповку с расположением штамповочных ручьев цепочкой. При этом формовочный ручей должен вписываться в ряд штамповочных. Расстояния между элементами формовочного ручья, соответствующими контуру одной поковки, равны расстояниям между отдельными поковками. Участки формовочного ручья скругляют плавными радиусами.

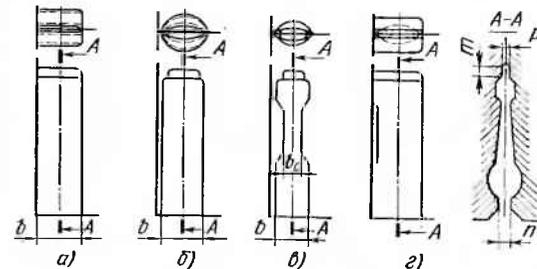


Рис. 144. Подкатные ручки молотовых штампов: а — открытый, б — закрытый, в — закрытый переменной ширины, г — смешанного типа

Подкатку проводят в открытых и закрытых подкатных ручьях для значительного увеличения площадей поперечных сечений (набора металла) исходной заготовки в одних местах и уменьшения в других. Металл заготовки распределяется по длине подкатного ручья в соответствии с распределением его в поковке, длина заготовки при подкатке приблизительно равна длине поковки. Площади поперечных сечений заготовки после подкатки равны площадям соответствующих сечений поковки с двусторонним обломом.

Обработку в подкатном ручье ведут с кантовкой заготовки на 90° после каждого удара. Количество ударов должно быть не менее двух и не превышать восьми. При восьми ударах в подкатном ручье можно получить увеличение поперечного сечения исходной заготовки в 1,3–1,6 раза.

Подкатные ручки бывают открытые (рис. 144, а) и закрытые (рис. 144, б). В закрытых ручьях ввиду подпирающего действия наклонных стенок перераспределение металла вдоль оси заготовки происходит более интенсивно, чем в открытых. В ряде случаев профиль подкатного ручья делают несимметричным относительно плоскости разреза, такой ручей играет также роль формовочного.

Закрытый ручей переменной ширины (рис. 144, в) применяют для подкатки предварительно протянутой заготовки при $b > 60$ мм и $\frac{b}{b_c} > 1,5$. Ручьи смешанного типа (рис. 144, г) закрыты в стержневой части и открыты на участках головок. Их применяют для получения заготовок с головками почти цилиндрической формы и гладким стержнем овального или круглого сечения.

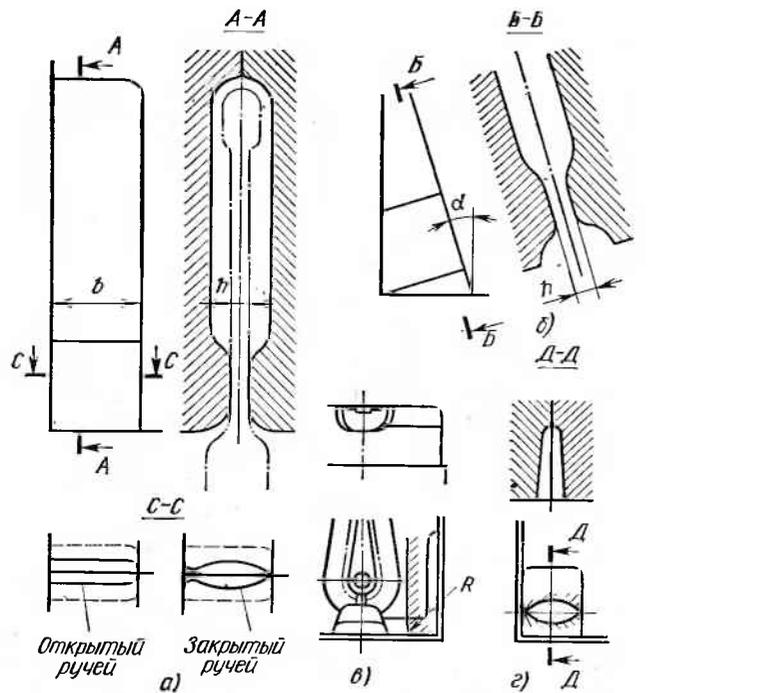


Рис. 145. Протяжные ручьи:

а) с прямым (а) и угловым (б) расположением, в — площадка для протяжки, г — специальный протяжной ручей

Передний конец исходной заготовки бывает измят и испорчен, например после отрубки. Чтобы этот конец при штамповке не заштамповался в тело поковки, в подкатном ручье выполняют канавку глубиной $p=6-12$ мм и длиной $m=20-40$ мм. При подкатке дефектный металл выжимается в канавку, а при последующей штамповке вытекает в облой. У открытых подкатных ручьев ширина канавки равна ширине ручья, у закрытых — примерно равна длине m . Такие же канавки иногда выполняют и у формовочных ручьев.

Протяжку проводят в открытых и закрытых протяжных ручьях (рис. 145, а). Протяжка увеличивает длину исходной заготовки за счет уменьшения поперечного сечения. В открытом ручье обработка заготовки аналогична протяжке на плоских бойках: после каждого удара заготовку кантуют на 90° , а после каждого второго удара осуществляют подачу заготовки. В закрытом ручье обработка заготовки подобна протяжке в вырезных бойках.

Различают протяжные ручьи с прямым (рис. 145, а) и угловым (рис. 145, б) расположением ручья в штампе. Как правило, ручей расположен параллельно боковой грани штампового кубика.

Задняя глухая стенка ручья используется в качестве упора — ограничителя длины заготовки. В зависимости от местоположения на заготовке участка протяжки применяют протяжку «от себя» и «на себя».

При протяжке «от себя» задняя стенка ручья фиксирует длину заготовки в конце протяжки. При протяжке «на себя» исходную заготовку устанавливают вплотную к упору. Если длина заготовки большая, применяют сквозной ручей без стенки — упора. Такой ручей занимает большую площадь зеркала штампа, для ее уменьшения применяют расположение ручья под углом α (рис. 145, б), составляющим $10-20^\circ$.

Наименьшая толщина протянутой заготовки определяется раствором (просветом) h ручья в месте порога. При открытой протяжке $h=(0,8 \div 0,9) \sqrt{F_{\min}}$, где F_{\min} — площадь наименьшего поперечного сечения поковки с двусторонним облоем. При закрытой протяжке $h=(0,9 \div 0,95) \sqrt{F_{\min}}$. Длину порога ручья принимают равной $l=(1,2 \div 1,8) A_0$, где A_0 — толщина исходной заготовки.

Нормальный уков при протяжке обычно не превышает 4. При большем укове снижается производительность штамповки и заготовка может чрезмерно охладиться.

Для обработки концевой участка заготовки часто применяют площадку для протяжки (рис. 145, в) на краю штампа или между ручьями, которая представляет, по существу, свободный участок зеркала штампа с плавным радиусом перехода к граням штампа. Радиус скругления кромок $R=10 \div 25$ мм, ширина площадки приблизительно равна $1,5 A_0$. Площадку для протяжки применяют, в частности, для обработки клещевого конца заготовки.

Для протяжки концевых участков заготовки на конус применяют специальный протяжной ручей (рис. 145, г).

Протяжку на молоте (заготовительный переход) следует отличать от протяжки через кольцо на гидравлическом прессе, которая, как правило, является штамповочным переходом (см. § 3).

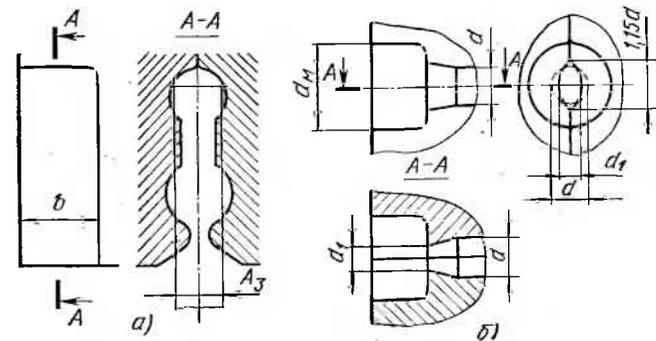


Рис. 146. Пережимные ручьи:

а — молотового штампа, б — овальный пережимной штамп ГЖМ

Пережим предназначен для незначительного **уширения** заготовок в некоторых сечениях. Пережимной ручей (рис. 146, а) применяют для поковок с относительно большой шириной в плане и незначительной разницей в площадях поперечных сечений. В пережимном ручье наряду с уширением заготовки добиваются небольшого перемещения металла вдоль оси заготовки.

В пережимном ручье по заготовке наносят один-два удара, после чего ее без кантовки переносят в штамповочный ручей. Ширина ручья приблизительно равна ширине поковки. Заготовка после пережима должна укладываться в штамповочный ручей с незначительным зазором.

Профиль пережимного ручья выполняют подобно формовочному, но в формовочном ручье вертикальное сечение соответствует контуру поковки в плане и заготовку после формовки кантуют на 90° , в пережимном ручье кантовка не требуется, так как заготовка в горизонтальном сечении (в плоскости разреза) близка по форме и размерам к форме поковки в плане.

Пережим в качестве заготовительного перехода используют также при штамповке на КГШП для поковок удлиненной формы. Пережим осуществляется за один ход пресса, при этом толщина заготовки на отдельных участках уменьшается, а поперечные размеры и длина несколько увеличиваются. Отличие пережимного прессового ручья от молотового заключается в отсутствии выемки под клещи. Часто пережимной ручей используют при штамповке заготовок по две штуки.

Пережимной ручей в высадочных штампах ГКМ служит для уменьшения в каком-либо месте поперечного сечения заготовки, например перед последующей пробивкой отверстия. Пережим осуществляется подвижной матрицей. При значительном уменьшении диаметра заготовки металл может вытечь на зеркало полуматриц. Поэтому пережим с круга на круг за один ход машины допускается не более 5% по диаметру.

При необходимости получения большего пережима требуется применение двух или трех ручьев с кантовкой прутка на 90° . Эту операцию выполняют в овальных ручьях (рис. 146, б) и только последний ручей имеет круглую форму. Пережимная часть ручья овального сечения расположена между полостью матрицы диаметром d_m и зажимным ручьем диаметром d . Уширение при пережиме на овал не превышает 15%, поэтому большую ось овала делают равной $1,15d$ (при меньшей величине оси металл вытекает на зеркало полуматриц).

При использовании одного овального и следующего круглого пережимных ручьев удастся добиться пережима прутка по диаметру на 45%. Применение двух овальных и круглого пережимных ручьев обеспечивает получение пережима на 55%.

Пережимной ручей штампов ГКМ, строго говоря, не является заготовительным, так как его назначение состоит не в получении фасонной заготовки под следующую штамповку, а в пережиге прутка под пробивку отверстия в уже оформленной поковке.

Гибку применяют при штамповке поковок с изогнутой осью. В гибочном ручье (рис. 147) происходит изгиб и незначительная формовка заготовки в соответствии с формой поковки в плане. Гибочный ручей обычно располагают с правой стороны молотового штампа. Из гибочного ручья, как и из формовочного, заготовку укладывают в штамповочный ручей с кантовкой на 90° . В гибочный ручей может поступать как исходная, так и фасонная заготовка после протяжки или подкатки. По заготовке, уложенной в гибочный ручей, наносят один-два удара молота.

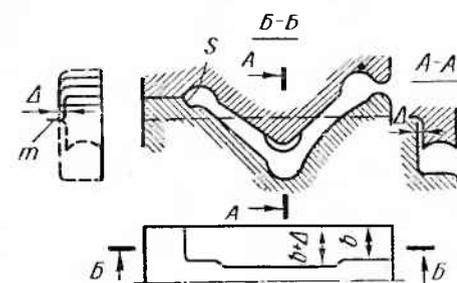


Рис. 147. Гибочный ручей

Продольное вертикальное сечение гибочного ручья строят приблизительно так же, как и формовочного, — вписыванием в контур окончателльного ручья в плане. Однако гибочный ручей имеет ряд особенностей. Для укладки заготовки в ручей в нижнем штампе имеются две опоры. Укладывают заготовку не на глаз, а по упору головки или выступа заготовки в один из выступов на профиле гибочного ручья.

Передним упором служит уступ выемки под клещи, по которому можно фиксировать заготовку, поступающую из подкатного ручья. Заготовку после протяжки устанавливают по заднему упору S . Заготовка в гибочном ручье занимает приблизительно горизонтальное положение, что обеспечивает равномерную гибку без складок и смещения металла в одну сторону.

Важное значение имеет расположение ручья относительно плоскости разреза. Если разрез оставить тот же, что и для всех остальных ручьев штампа, то верхний выступ гибочного ручья будет очень велик, что приведет к его пониженной стойкости и повышенному расходу штамповой стали при строгании штампов. Поэтому разрез по гибочному ручью (плоскость m) сдвигают относительно остальной плоскости разреза таким образом, чтобы выступы в верхнем и нижнем штампе были примерно одинаковыми по высоте.

В верхнем выступе, который прежде всего касается заготовки, делают вогнутую выемку (сечение $A-A$) для лучшего центрирования заготовки. Так как в штампе имеются впадины и заходящие в них выступы, то между ними во избежание соударения штампов при смыкании предусмотрен зазор Δ , равный 4—10 мм. Ширина гибочного ручья b должна быть несколько больше ширины заготовки после гибки.

Гибочный ручей штампов КГШП, в отличие от молотовых, не имеет выемки под клещи.

Гибку в качестве заготовительного перехода применяют также в штампах ГКМ, например для одностороннего смещения металла

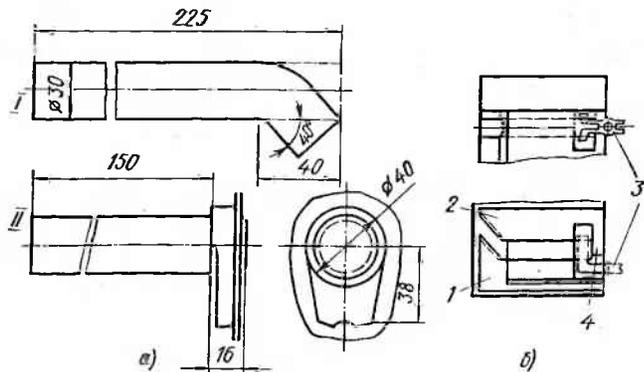


Рис. 148. Переходы штамповки поковки с несимметричным фланцем (а) и схема гибочного ручья штампа ГКМ (б)

исходной заготовки перед последующей штамповкой несимметричной головки. На рис. 148, а показаны переходы штамповки поковки типа стержня с утолщением (первый — гибочный, второй — формовочный), а на рис. 148, б — схема гибочного ручья. Исходная заготовка зажимается клещами 3 с изогнутыми губками и прижимается к заднему упору 4 в неподвижной матрице 2. Конец заготовки изгибается при ходе подвижной матрицы 1.

Осадку исходной заготовки часто применяют при штамповке осесимметричных поковок в плане, для чего в штампе имеется специальная площадка.

По заготовке, устанавливаемой в торец на площадке, наносят один-два удара молота и получают бочкообразную заготовку с плоскими параллельными торцами. Применение осадки обусловлено следующим:

при резке на ножницах коротких заготовок длиной менее диаметра значительно искажаются торцы;

при осадке с боковой поверхности заготовки удаляется окалина;

заготовка после резки на ножницах имеет косину торцов, что делает ее неустойчивой в штамповочном ручье;

осадка уменьшает время и работу деформации в штамповочном ручье, который меньше нагревается и имеет большую стойкость;

осаженная заготовка легко фиксируется в штамповочном ручье, опираясь на стенки ручья выпуклой боковой поверхностью.

Площадка для осадки в молотовом штампе для штамповки поковки зубчатого колеса показана на рис. 149, а. Площадку 1 располагают в левом переднем углу нижнего штампа, так как слева обычно устанавливают печь для нагрева заготовок, и путь переноса заготовки к штампу будет наименьшим. Поэтому штамп делают шире в левую сторону.

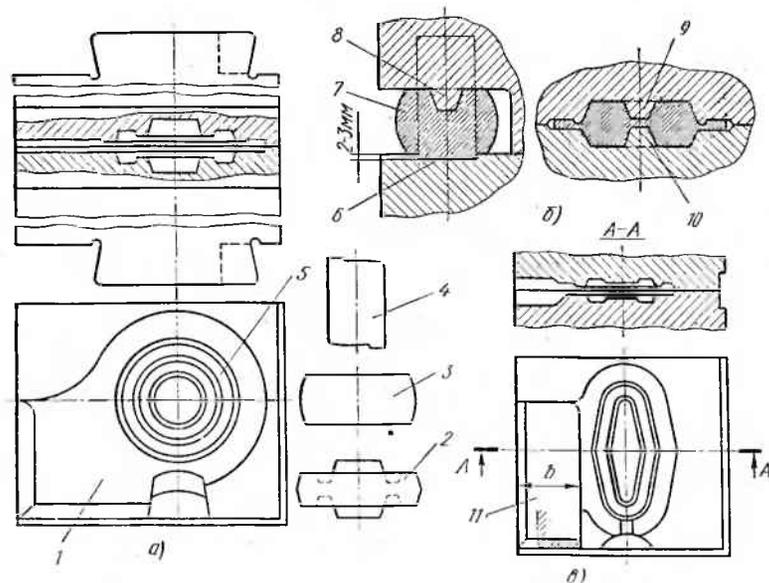


Рис. 149. Площадка для осадки:

а — в штампе для штамповки зубчатых колес, б — с центрирующим углублением, в — для удлиненных в плане поковок

С целью экономии штамповой стали площадку часто выполняют так, чтобы она захватывала также облойную канавку штамповочного ручья. Заготовку 4 с неровными торцами осаживают на площадке, после чего бочкообразную заготовку 3 помещают в штамповочный ручей 5, где выполняют штамповку, получая поковку 2.

Для поковок с отверстиями часто применяют осадку с образованием в заготовке глухой полости (рис. 149, б). Для этого в верхнем штампе делают выступ 8, а в нижнем — углубленную на 2—3 мм площадку 6, необходимую для предотвращения смещения заготовки при осадке. После осадки заготовку 7 переворачивают и устанавливают в штамповочный ручей, «сажая» на знак 10.

При штамповке, когда знак 9 надавливает на заготовку, последняя надежно зафиксирована в ручье, и поковка зубчатого колеса оформляется при равномерном вытекании металла в облой.

В ряде случаев осадке подвергают удлиненные заготовки, штампуемые плашмя. Для осадки применяют площадку 11 (рис. 149, в) вытянутой формы. От площадки для осадки к облойной канавке делают плавный переход. Ширину площадки принимают примерно равной ширине поковки.

Осадку по образующей часто называют *расплющиванием*. Расплющивание подвижной матрицей применяют также в штампах ГКМ.

Высадку (осадку выступающей части заготовки) наиболее часто применяют на ГКМ. Назначение высадочных переходов состоит в том, чтобы набрать утолщение, необходимое для последующего формообразования поковки. Поэтому ручки для высадки называют наборными.

Различают свободную высадку в матрице (рис. 150 а), высадку в матрице с цилиндрической полостью (рис. 150, б, в), в пуансоне с конической полостью (рис. 150, г, д), в матрице и пуансоне (рис. 150, е).

Ниже приведены основные правила высадки за один ход машины.

При свободной высадке (рис. 150, а) длина выступающей части заготовки не должна превышать 2,5 диаметра прутка, т. е. $l_B \leq 2,5d_0$. В противном случае произойдет изгиб и зажим заготовки.

Если $l_B > 2,5d_0$ и пруток не выступает из цилиндрической полости матрицы (рис. 150, б), то высадку за один ход машины можно проводить при условии, что диаметр цилиндрической полости не превышает 1,3 диаметра прутка, т. е. $D \leq 1,3d_0$. Если при $l_B > 2,5d_0$ и $D \leq 1,3d_0$, пруток выступает из матрицы (рис. 150, в), длина выступающей из матрицы части прутка не должна превышать одного диа-

метра прутка, т. е. $l_1 \leq d_0$. Если $D \leq 1,25 d_0$, длину прутка можно увеличить до $1,5 d_0$ ($l_1 \leq 1,5 d_0$).

Наиболее широко применяется высадка в коническом наборном ручье пуансона. Применение пуансонов с конической полостью предпочтительнее из-за лучшего центрирования выступающего конца заготовки и потому, что набор в них может быть осуществлен за меньшее количество переходов. При наборе в пуансоне легче избежать образования облоя по разьему между матрицей и пуансоном.

Высадка в коническом пуансоне зависит от отношения $\frac{l_B}{d_0}$. Если $11 d_0 \geq l_B \geq 2,5 d_0$ и больший диаметр конической полости $D_K \leq 1,5 d_0$, высадку за один ход машины можно проводить при длине свободной части прутка $l_1 \leq 2 d_0$ (рис. 150, г). Если $D_K \leq 1,25 d_0$, то $l_1 \leq 2,5 d_0$.

Если $l_B > 11 d_0$, конструкцию пуансона выполняют с цилиндрической заходной частью (рис. 150, д). Высадку за один ход можно проводить при $D_K \leq 1,25 d_0$ и $l_1 \leq 2,5 d_0$.

При высадке в матрице и пуансоне одновременно (рис. 150, е), если $l_B > 2,5 d_0$ и $D_K \leq 1,3 d_0$, то $l_1 \leq d_0$.

Если выполнить необходимый набор за один ход не удастся (не позволяют правила высадки), то применяют несколько наборных переходов.

Высадку в качестве заготовительного перехода иногда применяют при молотовой штамповке (рис. 150, ж) для увеличения одного из поперечных сечений исходной заготовки. По вертикально установленной заготовке наносят до трех ударов. Первый легкий удар является центрирующим (установочным), остальные — рабочими. После заполнения конических полостей в верхнем и нижнем штампе металл вытекает в зазор между штампами, образуя необходимое сечение. Таким образом сечение исходной заготовки может быть увеличено в 2—3 раза. Высадочный ручей размещают с края штампа. Более высокую и узкую полость делают в верхнем штампе.

§ 3. ШТАМПОВОЧНЫЕ ПЕРЕХОДЫ

К штамповочным переходам относится штамповка в предварительном и окончательном ручьях, а также в заготовительно-предварительном ручье. На прессах часто проводят штамповку выдавливанием, прошивку и протяжку заготовок. При высадке на ГКМ к штамповочным ручьям относятся формовочный и прошивной.

Окончательную штамповку осуществляют в окончательном (чистовом) ручье штампа. В результате получают готовую поковку (остается только обрезать облой, пробить отверстие, править и калибровать поковку, если это предусмотрено технологией).

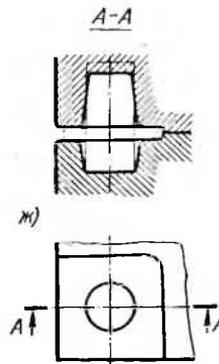
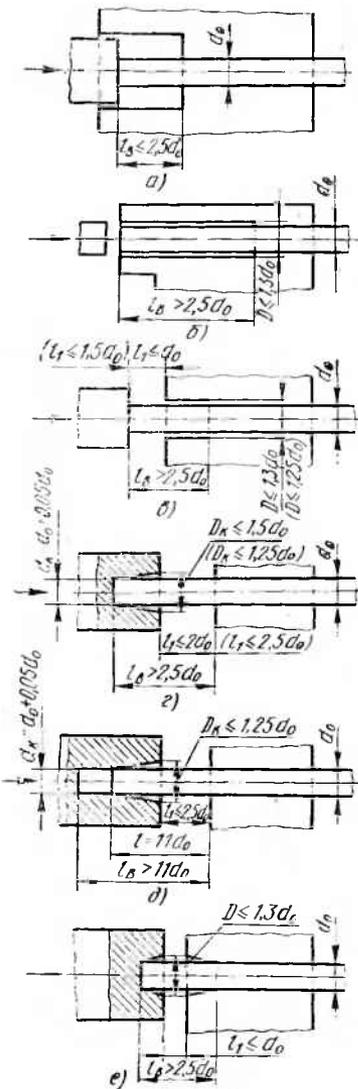


Рис. 150. Высадочные ручки штампов ГКМ (а—е) и молотового штампа (ж)

Горячая поковка после штамповки охладится, и все размеры ее уменьшатся. Поэтому полость окончательного ручья делают больше размеров холодной поковки на величину усадки. Для стали величина усадки приблизительно равна 1,5%, поэтому чертеж горячей поковки отличается от чертежа холодной поковки увеличенными на 1,5% размерами.

Окончательный ручей при открытой штамповке имеет облойную канавку по всему контуру ручья. Основные типы облойных канавок, применяемые при молотовой штамповке, показаны на рис. 151, а. Наиболее распространен тип I облойной канавки. Толщину мостика можно подсчитать по формулам $2h=0,015 D_{\text{п}}$ и $2h=0,015\sqrt{F_{\text{п}}}$, где $D_{\text{п}}$ — диаметр круглой в плане поковки, а $F_{\text{п}}$ — площадь удлиненной поковки в плане. Подсчитав h , подбирают соответствующую канавку по таблицам, приведенным в справочной литературе. В таблицах указаны все размеры, необходимые для построения канавки, и площадь поперечного сечения канавки, необходимая для определения объема вытекаемого в канавку металла и размеров исходной заготовки (см. § 4 гл. IX).

Размеры облойных канавок в штампах КГШП определяют так же, как и в молотовых штампах. Однако толщину мостика принимают несколько большей, а ширину — меньшей, чем в штампах для молотов. Канавки (рис. 151, б) делают открытыми со стороны магазина, чтобы избежать соударения штампов при холостом ходе пресса.

Окончательный ручей молотового штампа имеет выемку (рис. 152, а), выполненную в передней части штампа у ручья и предназначенную для размещения части прутка или клещей, которыми удерживают заготовку.

Выемку под клещи используют так же, как воронку при контроле правильности изготовления ручья заливкой свинцом, селитрой и другими материалами с малой усадкой при затвердевании. Выемку под клещи и ручей соединяют специальной литниковой канавкой. Ширину выемки B выбирают в зависимости от размеров прутка и ширины клещей, если они располагаются в выемке. Высота выемки $H \approx 1,2 B$, толщина $S > 35$ мм.

При штамповке поковок в торец осадкой выемку под клещи выполняют для того, чтобы удобнее захватить поковку за облой, вытекающий в выемку. Аналогичную конструкцию выемки применяют при штамповке на КГШП (рис. 152, б).

Предварительную штамповку производят в предварительном (черновом) ручье, полость которого в основном повторяет полость окончательного. Применение предварительного ручья оправдано в случае штамповки относительно сложных поковок, когда стойкость одного окончательного ручья оказывается низкой, а ручей плохо заполняется металлом. При применении чернового ручья большая доля формоизменения поковки приходится на него, и стойкость окончательного ручья повышается.

Предварительный ручей (рис. 153, а) имеет более плавную форму по сравнению с окончательным (рис. 153, б). Ширина сече-

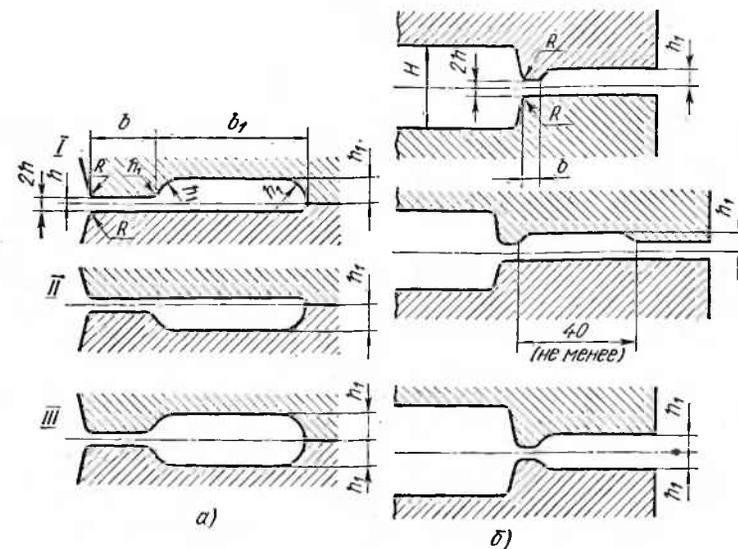


Рис. 151. Облойные канавки молотовых (а) и прессовых (б) штампов

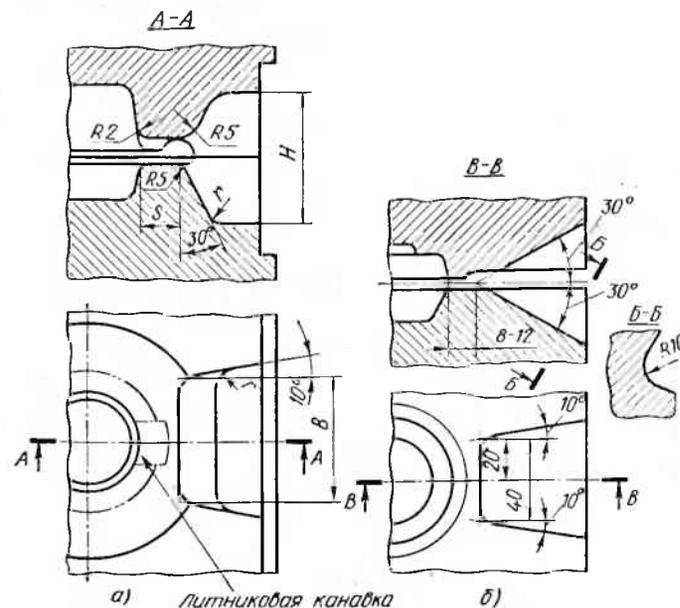


Рис. 152. Выемка под клещи: а — в молотовом штампе, б — в штампе КГШП

ния по разьему B , как и штамповочные уклоны, в обоих ручьях одинаковы. Только на наиболее глубокие полости в предварительном ручье назначают несколько большие уклоны $\gamma_1 = \gamma + (1 \div 2^\circ)$. Радиус перехода фигуры ручья к плоскости разьема делают также несколько больше соответствующего радиуса в окончательном ручье $R_1 = R + (2 \div 5 \text{ мм})$. В местах резких переходов ручья кромки закругляют.

Облойную канавку в предварительном ручье обычно не делают. Облой вытекает на плоскость разьема штампов, и поковка получается недоштампованной на толщину вытекшего металла, за счет чего происходит оформление полости окончательного ручья.

Заготовительно-предварительный ручей также служит для получения заготовки, близкой к окончательно штампованной поковке, но на некоторых участках он сильно отличается от окончательного. Он выполняет также и роль заготовительного ручья, обеспечивая значительное смещение металла вдоль и поперек оси. Заготовительно-предварительный ручей применяют для поковок с высокими ребрами, отрогками, развилинами, двутавровыми сечениями и т. п.

Полости для оформления ребра в заготовительно-предварительном ручье делают менее глубокими, чем в окончательном, а радиусы перехода более плавными (рис. 154, *a*). При этом соблюдают равенство объемов металла $A = B$.

При штамповке поковок с двутавровым сечением в заготовительно-предварительном ручье применяют овальное (рис. 154, *b*), прямоугольное (рис. 154, *в*) или фасонное

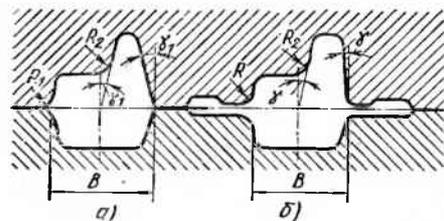


Рис. 153. Профиль предварительного (а) и окончательного (б) ручьев

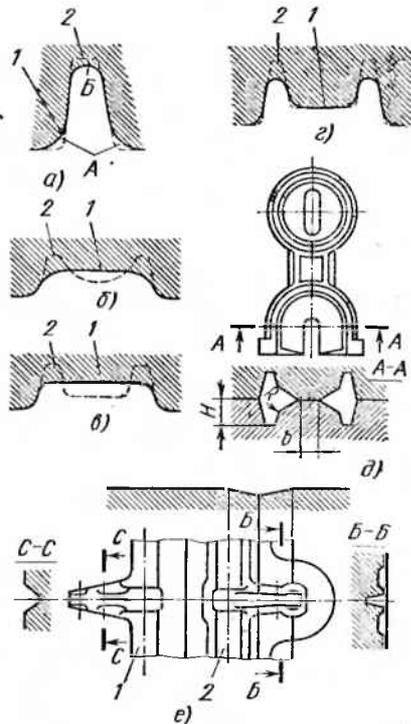


Рис. 154. Заготовительно-предварительный ручей:

a — полость для оформления ребра поковки, *б, в, г* — двутавровое сечение поковки, *д* — ручей для поковки с развилинами, *е* — ручей для поковки с отрогками: 1 — заготовительно-предварительный ручей, 2 — окончательный

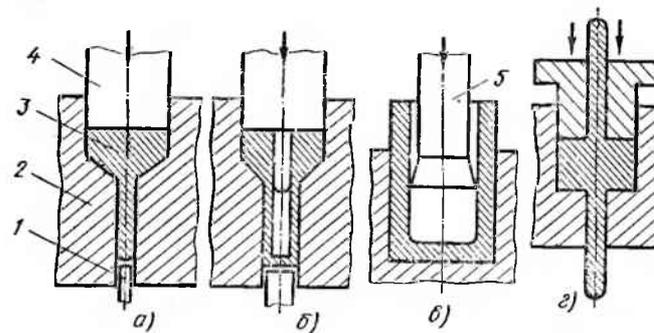


Рис. 155. Схемы выдавливания: *a, б* — прямое, *в* — обратное (прошивка), *г* — комбинированное

(рис. 154, *г*) сечение. При этом соблюдают равенство объемов, как и в случае штамповки ребра.

При штамповке поковок с развилинами в заготовительно-предварительном ручье применяют рассекатель (рис. 154, *д*), раздвигающий металл в стороны. При штамповке поковок с отрогками в заготовительно-предварительном ручье, чтобы облегчить затекание металла в отрогкок, полости под отрогкок придают наиболее простую плавную форму (рис. 154, *е*).

Штамповку выдавливанием применяют на КГШП, гидравлических и фрикционных прессах, реже на ГКМ. Принципиального различия в конструкции ручьев для выдавливания на том или ином оборудовании нет.

Наибольшее распространение получили следующие основные схемы выдавливания: прямое сплошных (рис. 155, *a*) и полых (рис. 155, *б*) сечений, обратное полых (рис. 155, *в*) сечений, комбинированное (рис. 155, *г*).

Рабочий инструмент для выдавливания, как правило, состоит из матрицы 2, в которую помещают нагретую заготовку, пуансона 4, который, воздействуя на металл, производит выдавливание, и выталкивателя 1, необходимого для удаления поковки 3. При прямом выдавливании (рис. 155, *a, б*) металл вытекает в ту же сторону, в которую движется пуансон, при обратном (рис. 155, *в*) — в направлении, противоположном движению пуансона.

Комбинированное выдавливание (рис. 155, *г*) характерно тем, что часть металла течет в направлении движения пуансона, часть — в обратном. Штамповку по схеме, показанной на рис. 155, *в*, называют закрытой прошивкой, а пуансон 5 — прошивнем.

Закрытую прошивку применяют для получения поковок типа втулок, стаканов и других подобных деталей. На гидравлических прессах прошивку часто используют в комбинации с последующей протяжкой через кольцо (рис. 156). В результате протяж-

ки заготовка уменьшается по наружному диаметру и увеличивается в длину. Таким путем получают, например, полые и высокие детали с тонкой стенкой. Для облегчения протяжки вместо протяжного кольца иногда применяют ролики, при необходимости значительного утонения стенки используют не одно, а два или три кольца.

Формовка на ГКМ относится к штамповочным переходам. В зависимости от сложности поковки применяют один или несколько формовочных ручьев (см., например, два формовочных ручья на рис. 131). Последний формовочный ручей служит для получения окончательной поковки, поэтому полость ручья выполняют по чертежу горячей поковки.

Окончательную формовку осуществляют в закрытом ручье с расположением полости в матрице (рис. 157, а), в открытом ручье с расположением полости в матрице (рис. 157, б), пуансоне (рис. 157, в), матрице и пуансоне (рис. 157, г), матрице с облойной канавкой (рис. 157, д). Последнюю схему формовки применяют для изготовления поковок с головкой сложной формы.

Применение открытой формовки предпочтительнее, чем закрытой, так как в последнем случае образуется торцовый заусенец (между матрицей и пуансоном), который приходится удалять ручной зачисткой. При открытой формовке облой по плоскости разъема обычно обрезают в обрезном ручье этого же штампа (см. § 4).

При необходимости

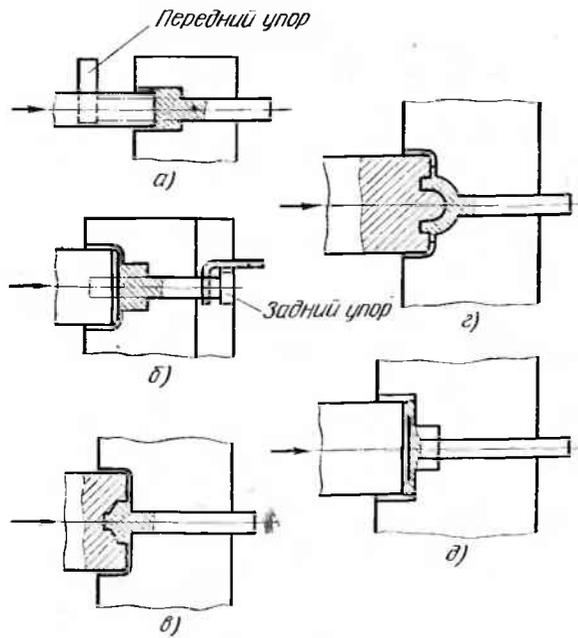


Рис. 157. Схемы формовки на ГКМ: а — в закрытом ручье в матрице, б — в открытом ручье в матрице, в — в открытом ручье в пуансоне, г — в открытом ручье в матрице и пуансоне, д — с облойной канавкой

Рис. 156. Схема протяжки через кольцо: 1 — поковка, 2 — кольцо, 3 — пуансон

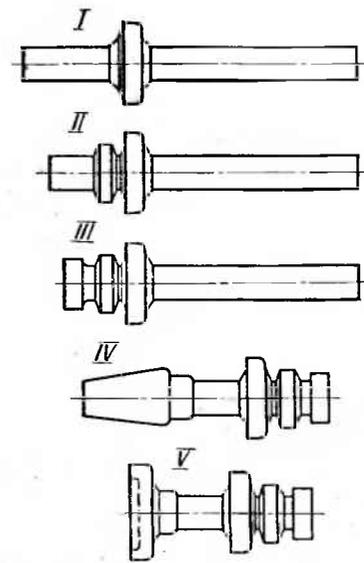


Рис. 158. Переходы (I—V) высадки поковки блока зубчатых колес (шестерен)

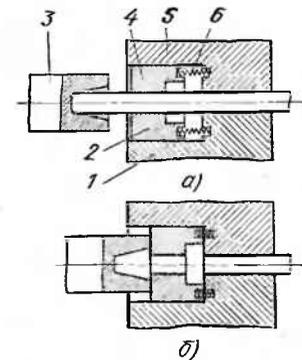


Рис. 159. Последовательность (а, б) высадки в скользящих матрицах

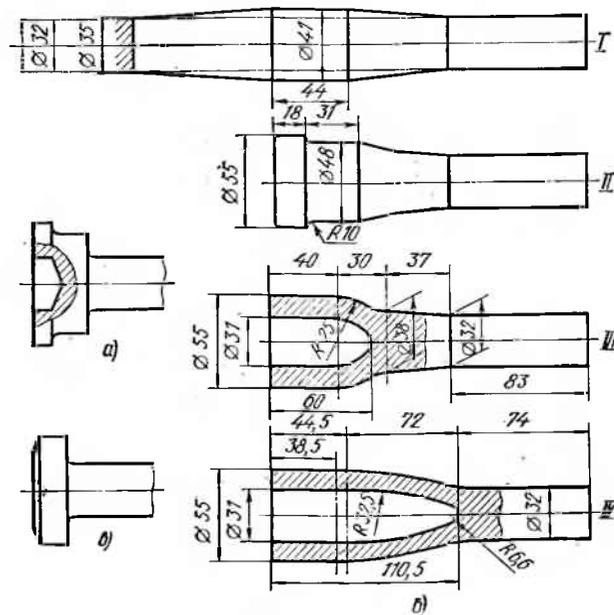


Рис. 160. Схемы прошивки:

а — неглубокая прошивка, выполняемая одновременно с формовкой, б — переходы высадки поковки с глубокой полостью, в — ватетка для центрирования прошивного пуансона

сти получения сложных поковок с несколькими утолщениями на стержне целесообразно применять многопереходную формовку, штампуя поковку последовательно по частям. Поковку блока зубчатых колес (шестерен) штампуют следующим образом (рис. 158). В первых трех ручьях оформляют последовательно три утолщения (переходы I, II и III), затем заготовку поворачивают и, удерживая за отформованную часть, сначала набирают конусное утолщение (IV переход), затем большой фланец (V переход).

При многопереходной штамповке на ГКМ следят, чтобы облой между пуансоном и матрицей образовывался только в окончательном ручье, т. е. чтобы в предварительных ручьях (наборных и формовочных) обеспечивалось некоторое незаполнение ручьев. В противном случае образующийся облой неизбежно будет заштамповываться в следующем ручье в тело поковки, что приведет к ее браку.

Утолщение на одном конце стержня и несколько утолщений в середине его можно получить в штампе с так называемыми скользящими матрицами. Схема высадки в скользящих матрицах показана на рис. 159, а, б. В блоках полуматриц 1 и 5 размещены подвижные ползушки-полуматрицы 2 и 4, в которых выполнена полость под среднее утолщение поковки. При ходе пуансона 3 сначала начинается высадка конусного утолщения на конце прутка, затем пуансон перемещает ползушки вправо, в результате чего высаживается утолщение в середине стержня. При обратном ходе пуансона ползушки возвращаются в исходное положение пружинами 6.

Прошивку в штампах ГКМ применяют при необходимости получить поковку с глухим или сквозным отверстием. Неглубокую прошивку успешно сочетают с формовкой при довольно значительной высадке (рис. 160, а). Прошивка глубоких отверстий (глубиной более диаметра) происходит менее удовлетворительно, так как пуансон может уводить в сторону, в результате чего появляется эксцентricность (несоосность) отверстия.

Для обеспечения высококачественной глубокой прошивки стремятся к тому, чтобы металл тек преимущественно в радиальном (поперечном движению пуансона) направлении, а высадка была минимальной. При этом в ручье, предшествующем прошивному, высаживают утолщение, по которому поковка центрируется при прошивке.

Последовательность переходов штамповки поковки с глубокой глухой полостью показана на рис. 160, б. В первом наборном переходе прутки диаметром 32 мм высаживают в пуансоне и матрице.

Во втором переходе формируют ступенчатое утолщение с фланцем диаметром 55 мм. В третьем прошивном переходе заготовка центрируется в ручье по диаметру 55 мм, а пуансон диаметром 31 мм прошивает заготовку на глубину 60 мм, раздавая ее по диаметру 55 мм на длину 40 мм.

В четвертом, последнем, переходе при центрировании заготовки

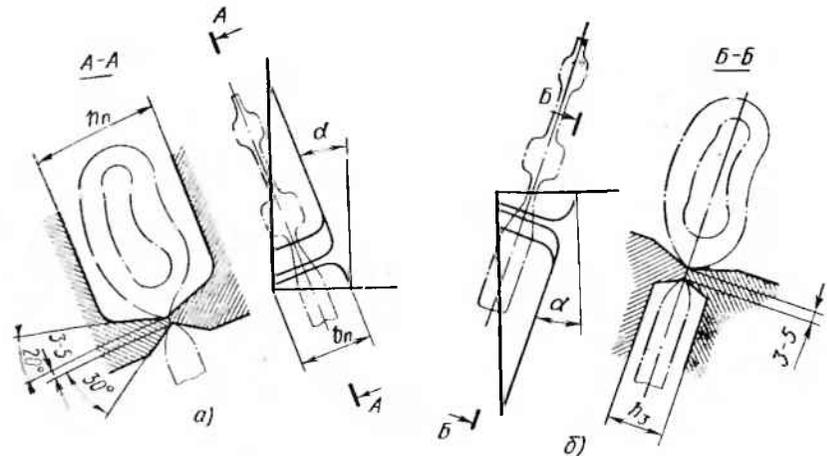


Рис. 161. Ножи для отрубки поковки от прутка на молоте:
а — передний, б — задний

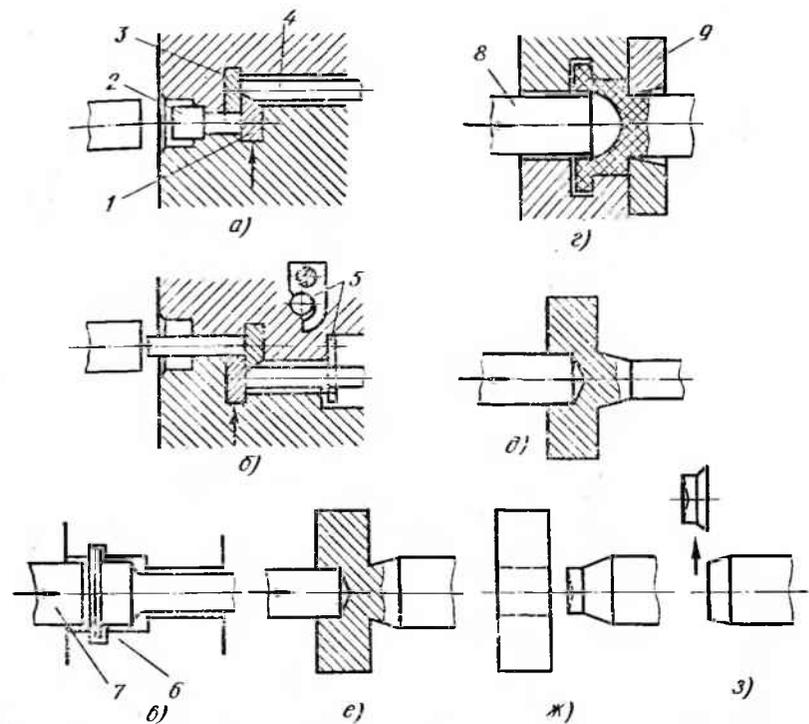


Рис. 162. Отрезные (а, б), обрезные (в) и пробивные (г, д, е) ручки в штампах ГКМ, прутки с обжатым концом (ж), отрезка дефектного конца от прутка подвижной полуматрицей (з)

по диаметру 55 мм происходит окончательное оформление поковки. Пуансон прошивает поковку на глубину 110,5 мм.

Желательно, чтобы на торце высаженной заготовки перед прошивкой была отформована неглубокая глухая полость для центрирования прошивного пуансона (рис. 160, в).

Для нормального осуществления процесса необходимо, чтобы диаметр прошивного пуансона не превышал 0,75 диаметра поковки. При диаметре пуансона менее 20 мм он быстро выходит из строя из-за интенсивного нагрева.

§ 4. ОТРУБНЫЕ, ОТРЕЗНЫЕ, ОБРЕЗНЫЕ И ПРОБИВНЫЕ ПЕРЕХОДЫ

Отрубку поковки от прутка применяют при штамповке на молотах. Для этого в штампах предусматривают специальный отрубной ручей (нож). Отрубные ручки располагают в одном из углов штампа (переднем или заднем). В зависимости от этого различают передний отрубной ручей (передний нож) или задний отрубной ручей (задний нож).

Передний нож (рис. 161, а) располагают в плане под углом α к боковой грани штампа. Угол α выбирают из условия, чтобы станина молота не мешала работе. Обычно $\alpha = 20 \div 30^\circ$. При переднем расположении ножа в полости ручья должна находиться поковка с облоем (сечение А—А), так как поковку при отрубке устанавливают вертикально для уменьшения ширины ручья $b_{\text{п}}$. Поэтому глубина полости $h_{\text{п}}$ должна быть больше ширины поковки с облоем в плане.

Передний нож обеспечивает высокую производительность и удобство работы, так как находится ближе к кузнецу-штамповщику. Однако часто место, которое занимает передний ручей, необходимо для размещения заготовительного ручья, например протяжного. Кроме того, в случае штамповки широкой поковки в плане глубина ручья может оказаться очень большой, а штамп непрочным. Тогда применяют задний нож.

Задний нож (рис. 161, б) также располагают под углом α к боковой грани штампа. При отрубке поковка оказывается сзади ручья, а в полости ручья глубиной h_3 размещается пруток. Поэтому задний ручей значительно прочнее переднего. Но работа на заднем ноже менее удобна и производительна, чем на переднем.

Отрубной нож напоминает открытый протяжной ручей, у которого длина порога уменьшена до ширины лезвия ножа, равной 3—5 мм. При отрубке верхний и нижний штампы сближаются, а ножи пережимают металл до тонкой пленки, которая разрывается в результате течения металла в разные стороны.

Отрезку поковки от прутка, обрезку облоя и пробивку отверстий применяют при высадке на ГКМ. Отделение поковки от прутка осуществляют подвижной полуматрицей. Существуют две раз-

новидности отрезки. В первом случае (рис. 162, а) поковка 2 прижата к неподвижному ношу 3, а пруток 4 сдвигается под действием ножа 1, установленного в подвижном блоке полуматрицы.

Во втором случае (рис. 162, б) неподвижным остается пруток, а сдвигается поковка (или часть прутка, предназначенная для высадки). Чтобы избежать смещения конца прутка при отрезке, используют специальную скобу 5, прикрепленную к неподвижному блоку полуматрицы и удерживающую пруток в нужном положении.

Отрезку можно совмещать с последующей высадкой, так как ход бокового ползуна заканчивается раньше, чем начинается высадка пуансоном. За один ход можно отрезать пруток диаметром до 30 мм.

Обрезной ручей применяют для обрезки облоя, образующегося при формовке в открытых формовочных ручьях (рис. 162, в). Инструментом при обрезке облоя служит обрезная матрица 6 с режущими кромками и толкающий пуансон 7. При обратном ходе пуансона (после обрезки) облой снимается с него буртиками, имеющимися в матрицах. После раскрытия матриц облой проваливается на конвейер или в тару.

Пробивку отверстий осуществляют в пробивном ручье (рис. 162, г), который состоит из матрицы с режущими кромками 9 и пуансона 8. Обычно пробивке подвергают поковки после предварительной прошивки. При пробивке одновременно происходит отделение поковки от прутка, который выталкивается на рабочего. При обратном ходе главного ползуна машины поковка удерживается буртиками полуматрицы, а после их раскрытия падает в тару, установленную в приямке.

Для обеспечения нормальной пробивки отверстия необходимо, чтобы диаметр прутка был равен диаметру толкающего пуансона (точнее был бы меньше диаметра пуансона на величину зазора, приблизительно равного 5% от толщины пробиваемого металла). Если диаметр прутка меньше или больше диаметра пробиваемого отверстия, то перед пробивкой применяют формовку с утолщением прутка (рис. 162, д) или пережим прутка на меньший диаметр (рис. 162, е). В последнем случае после пробивки остается пруток с обжатым концом (рис. 162, ж).

Для обеспечения последующей нормальной высадки применяют отрезку дефектного конца таким же образом, как и отрезку поковки от прутка, т. е. подвижной полуматрицей (рис. 162, з).

Контрольные вопросы

1. На какие основные группы делятся переходы при горячей объемной штамповке?
2. Расскажите о назначении заготовительных переходов при производстве поковок.
3. Каково назначение формовочного ручья при штамповке на молоте и высадке на ГКМ?
4. Каким образом заготовку обрабатывают в протяжном ручье молотового штампа?
5. В чем состоит разница между формовкой и пережимом при молотовой штамповке?

6. С какой целью проводят осадку заготовок в торец?

7. Перечислите основные правила высадки на ГКМ.

8. В чем состоит отличие предварительного штамповочного ручья от окончательного?

9. В чем заключается процесс выдавливания?

10. Расскажите, каким образом устроены штампы ГКМ со скользящими матрицами. Для чего их применяют?

11. Какой ручей в штампах ГКМ обычно применяют перед пробивкой, если диаметр отверстия больше диаметра прутка?

12. Какой ручей в штампах ГКМ следует применять перед пробивкой, если диаметр отверстия меньше диаметра прутка?

Глава IX

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

§ 1. СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗРАБОТКИ

Под технологическим процессом горячей объемной штамповки понимают совокупность действий, непосредственно связанных с изменением размеров и формы исходной заготовки от момента поступления металла в обработку до получения готовой поковки.

Основными этапами разработки технологии производства горячештампованных поковок являются: выбор способа штамповки поковок; составление чертежа поковки; определение переходов штамповки; определение формы и размеров заготовки под штамповку; подбор кузнечно-штамповочного оборудования по мощности (определение тоннажа молота, усилия пресса или ГКМ); конструирование штампов; выбор способа нагрева заготовок; определение вида отделочных операций; оценка технико-экономических показателей разработанного процесса.

Начальным этапом технологической разработки является ориентировочный выбор варианта штамповки — вида оборудования для штамповки, способа штамповки (в открытом или закрытом ручье) и т. п. Выбор варианта штамповки определяется серийностью производства, конфигурацией детали, материалом, требованиями к точности и др.

В единичном и мелкосерийном производствековка может оказаться эффективнее штамповки, так как не связана с изготовлением дорогостоящего инструмента. В крупносерийном и массовом производстве преимущества штамповки на КГШП делают этот процесс экономичнее штамповки на молотах. Применение КГШП особенно эффективно при использовании периодического проката в сочетании с ковочными вальцами, индукционными нагревателями, средствами автоматизации.

Покровка типа стержня с утолщением является типовой для штамповки на ГКМ. Однако такую поковку можно получить также выдавливанием на КГШП. Покровку типа кольца можно штамповать на ГКМ, молоте или прессе. В таких случаях при выборе варианта штамповки учитывают наличие оборудования в цехе, расходы на изготовление штампов, их стойкость и т. д. Очень крупные поковки штампуют на бесшаботных молотах или гидравлических прессах.

Составление чертежа поковки является одним из наиболее ответственных этапов разработки технологического процесса. Чертеж холодной поковки является инспекционным чертежом, по которому принимается готовая поковка. Чертеж горячей поковки, учитывающий расширение металла при нагреве, является основным документом для изготовления окончательного рудья в штампе.

Составление чертежа поковки выполняют в такой последовательности:

- выбирают поверхность разъема штампов;
- назначают припуски, допуски, напуски;
- определяют штамповочные уклоны и строят линию разъема;
- определяют радиусы закруглений;
- в поковках с отверстиями конструируют прошиваемые отверстия и определяют размеры перемычек под пробивку;
- решают вопросы, связанные с расположением волокна в поковке, мест клеймения, испытания на твердость и др.

Выбор поверхности разъема. Поверхность разъема должна обеспечивать свободное извлечение поковки из штампа. Лучше всего, когда в плоскости разъема находятся два наибольших габаритных размера поковки (рис. 163, а). Тогда третий наименьший размер является высотой поковки. Полость штампа имеет небольшую глубину, что обеспечивает прочность штампа, легкое извлечение поковки и облегчает изготовление рудья.

Плоскость разъема выбирают так, чтобы можно было легко контролировать сдвиг между верхним и нижним штампами. При правильно выбранной плоскости разъема (рис. 163, а) после обрезки облоя сдвиг половин штампов сразу обнаруживается, так как при обрезке срезается также часть поковки.

При назначении плоскости разъема так, как показано на рис. 163, б, сдвиг после обрезки облоя обнаружить трудно. Кроме того, в этом случае имеет место повышенный расход металла из-за одностороннего штамповочного уклона.

При выборе плоскости разъема учитывают удобство и качество обрезки облоя, необходимость уравнивания сдвигающих усилий и др.

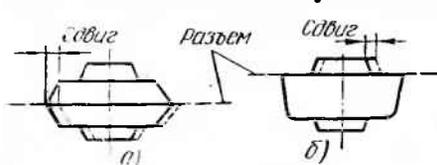


Рис. 163. Схемы назначения плоскости разъема штампа:
а — правильно, б — неправильно



Рис. 164. Схема размеров поковки с припусками и допусками

Назначение припусков, допусков и напусков. Припуском (рис. 164) называется слой металла в поковке, подлежащий удалению механической обработкой для получения требуемых размеров готовой детали с заданным качеством поверхности. В припуск при механической обработке должны уйти все дефекты наружного слоя поковки: вмятины, забоины, складки, обезуглероженный слой и т. п. Чем выше качество поковки, тем меньше припуск. Если позволяют технические условия на деталь, штампуют припуска, т. е. получают поковку, которая по ряду поверхностей вообще не нуждается в механической обработке.

Допуском называется допустимое отклонение размеров поковки. В результате износа штампа поковки получают неодинаковый размер по высоте. Первые поковки, штампуемые в новом штампе, имеют наименьшую высоту, и следовательно, минимальный припуск на механическую обработку. По мере износа штампа высота поковок увеличивается, что приводит к возрастанию фактического припуска на механическую обработку.

Допуск равен разности между наибольшим и наименьшим значениями одного и того же размера поковки. Допускаемые отклонения могут быть плюсовыми (увеличивающими размер поковки) и минусовыми (уменьшающими размер).

В примере, приведенном на рис. 2, на горизонтальный размер детали — диаметр 170 мм и высоту 38 мм назначен припуск 3,5 мм (см. рис. 2, а, в). Таким образом, номинальные размеры поковки по ширине и высоте равны соответственно 173,5 и 41,5 мм. Допуск на ширину поковки составляет $\pm 2,0$, а на высоту $\pm 0,8$ мм. Минимальный размер поковки по ширине $173,5 - 1,2 = 172,3$ мм, а максимальный $173,5 + 2,0 = 175,5$ мм. Поле допуска по ширине составляет $2,0 + 1,2 = 3,2$ мм. Минимальный размер по высоте поковки $41,5 - 0,8 = 40,7$ мм; максимальный $41,5 + 2,0 = 43,5$. Поле допуска составляет $2,0 + 0,8 = 2,8$ мм.

Напуском называется объем металла, добавляемый к поковке для упрощения ее формы или облегчения удаления ее из штампа. К напускам относятся, в частности, перемычки под пробивку, штамповочные уклоны, внутренние радиусы закруглений. В поковке, показанной на рис. 2, в, напуском является объем металла, находящийся под сферической выемкой $\varnothing 46,5$ мм, а также внешний кольцеобразный участок, выходящий за пределы $\varnothing 173,5$ мм (образованный штамповочными уклонами).

Припуски, допуски и напуски на стальные штампованные поковки назначаются по ГОСТ 7505—74 в зависимости от требуемой точности изготовления поковок, массы и степени сложности поковки, а также группы стали.

Припуски на механическую обработку назначают на размеры детали с учетом шероховатости поверхности. Чем сложнее конфигурация поковки, выше степень легирования стали, чем ниже точность изготовления, тем большие припуски назначают. Припуски также тем больше, чем больше масса и размеры поковки и чем грубее поверхность детали.

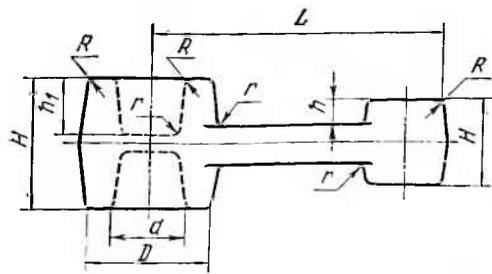


Рис. 165. Схема к назначению допусков на поковку

жив припуски, получают суммарный припуск на размер.

При назначении допусков руководствуются следующими правилами:

допуски на габаритные размеры H , D (рис. 165), обуславливающие недоштамповку и двусторонний износ штампов, определяются по таблицам ГОСТ. Допуски на размер d берутся с обратными знаками. Это объясняется тем, что при износе ручья размер D увеличивается, а при износе бобышки размер d уменьшается;

допуски на размеры L , h , обуславливающие односторонний износ штампа, определяются половинными значениями допусков, найденных по таблицам ГОСТ;

допуски на величину углублений h_1 , обуславливающие износ штампов с уменьшением размера бобышки, берутся по таблицам ГОСТ, а знаки устанавливают обратными.

ГОСТ 7505—74 устанавливает также допуски на величину смещения поволоки по поверхности разреза, величину облоя, остающегося на поковке после обрезки, на несоосность прошиваемых отверстий к внешнему контуру поковки, непараллельность, неплоскостность, изогнутость поверхностей, радиальное биение цилиндрических поверхностей, угловые отклонения отдельных элементов поволоки, а также на величину торцевого заусенца, остающегося на поковке после закрытой высадки на ГКМ.

Штамповочные уклоны необходимы для облегчения удаления поковки из ручья. Различают наружные $\gamma_{нар}$ и внутренние $\gamma_{вн}$ штамповочные уклоны (рис. 166, а). При охлаждении поковки как бы отходит от внешних стенок ручья. В то же время она плотно охватывает выступы ручья, что затрудняет извлечение ее. Поэтому внутренние штамповочные уклоны выполняют больше наружных.

При изготовлении поволоки на молотах и прессах штамповочные уклоны назначают по всем поверхностям поковки, параллельным направлению движения бабы молота или ползуна пресса. При высадке поволоки на ГКМ штамповочные уклоны устанавливают в ступенчатых поволоках по всем замкнутым штампом поверх-

Припуски по ГОСТ 7505—74 назначаются на сторону. Таким образом, на размеры, определяющие расстояние между двумя поверхностями с одинаковой обработкой, или диаметр указанный припуск надо удвоить. Если размер определяет расстояние между двумя поверхностями с различной обработкой, то устанавливают припуск на каждую из сторон, а затем, сложив припуски, получают суммарный припуск на размер.

ностями, перпендикулярным направлению движения высадочного пуансона, а также по поверхностям выступов и углублений, расположенных параллельно движению пуансона.

Согласно ГОСТ 7505—74 максимальные значения внутренних штамповочных уклонов должны составлять: для молотовых штампов 10° , для прессовых штампов с применением выталкивателя и высадочных 7° . Внешние уклоны для молотовых штампов не должны превышать 7° , а для прессовых и высадочных 5° . При высадке поволоки на ГКМ уклоны на поверхностях углублений или отверстий не должны превышать 3° .

Величина штамповочного уклона зависит от глубины полости или высоты выступа в штампе. Чем меньше отношение глубины полости к ее ширине, тем меньше уклон. На величину назначаемого штамповочного уклона оказывают влияние и другие факторы, например металл поковки, смазка штампа и др.

При изготовлении штампов применяют стандартный набор фрез для выполнения штамповочных уклонов. Поэтому штамповочные уклоны имеют значения 3, 5, 7, 10° . В отдельных случаях при изготовлении очень высоких поволоки на молотах применяют уклоны 12 и 15° .

При разработке чертежа поковки проверяют, нельзя ли повернуть поковку таким образом, чтобы уклоны были естественными (рис. 166, б). В поволоках с различной высотой бобышек (рис. 166, в) после назначения штамповочных уклонов их величину уточняют с тем, чтобы линия разреза в верхнем и нижнем штампе была бы одинаковой. Это необходимо для облегчения обрезки облоя. Корректировка штамповочного уклона заключается в увеличении уклона $\gamma_{нар}$ в нижней полости до $\gamma'_{нар}$.

Все пересекающиеся поверхности поковки скругляются радиусами закруглений. Они необходимы для облегчения течения металла, получения доброкачественной поковки без зажимов и складок с плавным изменением расположения волокна. При недостаточных радиусах закруглений в углах штампа возникает значительная концентрация напряжений, которая уже при термообработке штампа может привести к его разрушению.

Радиусы закруглений, как и штамповочные уклоны, делятся на наружные и внутренние (см. рис. 165). Наружные закругле-

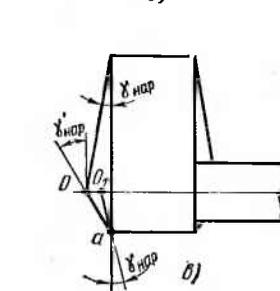
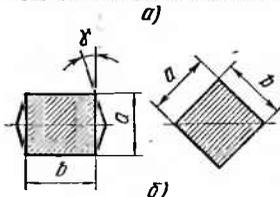
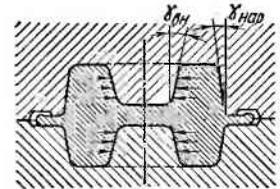


Рис. 166. Штамповочные уклоны:

а — наружные $\gamma_{нар}$ и внутренние $\gamma_{вн}$ уклоны, б — поворот поковки с образованием естественных уклонов, в — корректировка уклонов для получения одинаковой линии разреза в верхнем и нижнем штампах

ния R назначают на выступающие части поковки (углы полостей штампа). Внутренние радиусы r назначают на впадины и углубления поковки (углы выступов штампа).

Наименьшие значения наружных радиусов закруглений R назначают по ГОСТ 7505—74 в зависимости от массы поковки и глубины полости ручья. Минимальные радиусы составляют 1 мм, максимальные — 8 мм. Внутренние радиусы закруглений приблизительно в три раза больше наружных $r \approx 3R$.

Назначенные на поковку радиусы закруглений должны быть согласованы с припусками. Радиус закругления, уменьшающий припуск, должен быть увеличен. Припуск, уменьшающий радиус, также необходимо увеличить.

Конструирование отверстий и перемычек под прошивку. При штамповке на молотах и в большинстве случаев на прессах нельзя получить сквозное отверстие в поковке. В поковке прошивают глухое отверстие, оставляя перемычку под последующую пробивку. Эта перемычка (выдра) является кузнечным напуском. В зависимости от формы и размеров отверстия и поковки применяют пять основных видов прошивки: прошивку с плоской перемычкой, перемычкой с раскосом, перемычкой с магазином, перемычкой с карманом и глухую прошивку.

Форма поковки после прошивки с плоской перемычкой показана на рис. 167, а. При очень тонкой перемычке металл между выступами штампа быстро охлаждается, что увеличивает нагрузки на штамп. Выступы, находящиеся внутри горячего металла поковки, подсаживаются, и поковка застревает в штампе. Большая толщина перемычки затрудняет последующую пробивку отверстия.

Практикой установлено, что отношение S/D должно приблизительно равняться 0,1; при этом толщина перемычки не должна быть менее 4 мм. Прошивку с плоской перемычкой применяют при диаметре отверстия $D < 80$ мм, при штамповке с предварительным ручьем $D < 55$ мм.

При диаметре отверстия $d > 80$ мм и в предварительных ручьях оставляют перемычку с раскосом (рис. 167, б). Такая прошивка облегчает течение металла и заполнение ручья. Размеры перемычки $S_{\min} = 0,65 S$ и $S_{\max} = 1,35 S$, где $S = 0,1 d$.

При применении предварительного ручья, в котором поковка имеет перемычку с раскосом, в окончательном ручье применяют прошивку с оформлением перемычки с магазином (рис. 167, в). Тогда толщина перемычки S равна толщине облойного мостика h_3 , так как излишний металл выдавливается в полость магазина.

При очень большом диаметре отверстия ($d > 155$ мм) и малых отношениях $h/d < 0,07$ после прошивки оставляют перемычку с карманом (рис. 167, з). Толщина перемычки в месте пробивки $S_1 = 0,4\sqrt{d}$. Такую конструкцию часто применяют при окончательной штамповке предварительно осажженных плоских заготовок.

Глухую прошивку (рис. 167, д) применяют с целью экономии металла, когда общая глубина отверстия получается относительно большой ($2h > 1,7 d$) и получить перемычку под прошивку не удастся. Нередко выступ штампа полностью скругляют одним радиусом R_1 .

Правила оформления чертежа поковки. Чертеж поковки рекомендуется выполнять в масштабе 1:1. Исключения допускаются для крупных поковок размером более 750 мм или для поковок простой формы. При вычерчивании крупных поковок в уменьшенном масштабе сложные сечения оформляют в натуральную величину. Поковки сложных форм и небольших размеров рекомендуется изображать в масштабе 2:1.

Готовую деталь на чертеже поковки вычерчивают штрих-пунктирной или сплошной тонкой линией. При этом наносят лишь контуры детали, дающие представление о назначаемых припусках на обработку.

При простановке размеров поковки учитывают удобство проверки величины припуска путем сравнения размеров поковки с соответствующими размерами детали и удобство контроля размеров поковки.

В примечании к чертежу дают указания о неговоренных штамповочных уклонах, радиусах закруглений, неговоренных допусках на вертикальные и горизонтальные размеры поковки. На чертеже поковки указывают все основные технические требования на приемку поковок: недоштамповку, термообработку и твердость поковки, допускаемую величину остатка облоя и смещения штампов, способ очистки поверхности, глубину дефектов и т. п.

При предъявлении к поковке особых требований в технические условия включают указания о месте отпечатка при испытании твердости, клеймения, способе вырезки образцов для механических испытаний. Места для замера твердости и клеймения располагают на необрабатываемых поверхностях поковки с учетом удобства укладки поковки на стол при клеймении и испытании на твердость. Ниже приведены примеры оформления чертежа поковки.

Пример 1. По чертежу детали блока зубчатых колес (шестерен) (рис. 168, а) требуется составить чертеж поковки, изготавливаемой на молоте. Точность изготовления поковки — II класс, нагрев заготовки — в пламенной печи.

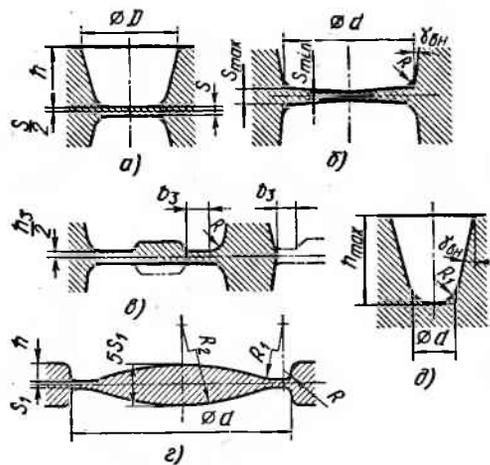


Рис. 167. Разновидности перемычек под пробивку отверстия:
а — плоская, б — с раскосом, в — с магазином, з — с карманом, д — глухая прошивка

$\varnothing 78,2^{+1,7}_{-0,9}$	$103,1^{+1,7}_{-0,9}$
$\varnothing 70,2^{+1,7}_{-0,9}$	$84,9^{+1,5}_{-0,9}$
$\varnothing 46,0^{+1,6}_{-0,8}$	$79,1^{+1,7}_{-0,9}$
$\varnothing 37,0^{+1,6}_{-0,8}$	$57,9 \pm 1,2$
$\varnothing 36,6^{+1,6}_{-0,8}$	$26,0 \pm 1,2$
	$21,0^{+1,6}_{-0,8}$

Допуски на неоговоренные размеры $\pm 1,4$ мм (п. 2. 4, е).
 Допуски на внутренние радиусы $R 5^{+3}$; $R 10^{+5}$ мм (табл. 9, п. 2.13).
 Облой по периметру среза 0,9 мм (табл. 3).
 Смещение по линии разреза штампов 0,6 мм (табл. 3).
 Радиальное биение $\varnothing 78,2$ и $\varnothing 70,2$ относительно $\varnothing 36,6$ — 0,6 мм (табл. 6, п. 2.9).

Пример 2. По чертежу детали «муфта» (рис. 169, а) требуется составить чертеж поковки, получаемой штамповкой на ГКМ. Точность изготовления поковки — I класс, заготовки нагреваются в пламенной печи. Высадку осуществляют за 4 перехода.

Степень сложности поковки — С3, группа стали — М1. Масса поковки — 2,1 кг (до 2,5 кг).

Припуски на обработку назначаем по табл. 10 с увеличением припуска на сторону на 0,5 мм (п. 3.5). Получаем следующие припуски на сторону (мм):
 на $\varnothing 120$ $1,6+0,5=2,1$; на $\varnothing 35$ $1,9+0,5=2,4$;
 на $\varnothing 70$ $2,0+0,5=2,5$; на $64-(9,5+4,0)=50,5$ $2,0+0,5=2,5$;
 на $\varnothing 51$ $2,3+0,5=2,8$; на $9,5+4,0-10,5=3,0$ $1,4+0,5=1,9$
 на $\varnothing 46$ $1,4+0,5=1,9$.

В результате сложения припусков с размерами детали получаем следующие размеры поковки:

$\varnothing 120+2 \cdot 2,1=\varnothing 124,2$;	$\varnothing 35-2 \cdot 2,4=\varnothing 30,2$;
$\varnothing 70+2 \cdot 2,5=\varnothing 75,0$;	$50,5+2,5-1,9=51,1$;
$\varnothing 51+2 \cdot 2,8=\varnothing 56,6$;	$3,0+1,9+2,4=7,3$.
$\varnothing 46+2 \cdot 1,9=\varnothing 49,8$.	

Радиусы закругления внешних углов принимаем по табл. 11 (п. 3.6).

Штамповочный уклон на отверстие $\varnothing 30,2$ мм принимаем 2° (табл. 12, примечание 1). Допуски на размеры поковки принимаем по табл. 2:

$\varnothing 124,2^{+1,0}_{-0,6}$;	$\varnothing 56,6^{+1,0}_{-0,5}$;
$\varnothing 75^{+1,0}_{-0,5}$;	$\varnothing 28^{+0,4}_{-1,0}$;
	$51,1^{+1,0}_{-0,5}$.

Допуски на неоговоренные размеры $\pm 0,7$ мм (п. 2. 4, е).
 Допуски на радиусы закруглений $R 8^{+3}$; $R 6^{+2}$; $R 5^{+2}$ (табл. 9, п. 2. 13).

Смещение по плоскости разреза матриц — 0,5 мм (табл. 2).

Остаток облой по периметру среза — 2 мм (табл. 4, п. 2.7.5).

Торцовый облой на $\varnothing 124,2$ мм — 5,5 мм; на $\varnothing 28$ мм — 3,5 мм (табл. 4, п. 2.7.4).

Несоосность отверстия $\varnothing 28$ мм относительно $\varnothing 56,6$ мм и $\varnothing 124,2$ мм — 0,8 мм (табл. 5, п. 2.8).

Чертеж поковки приведен на рис. 169, б.

§ 3. ВЫБОР ПЕРЕХОДОВ ШТАМПОВКИ

Правильный выбор переходов штамповки обеспечивает сравнительно легкое заполнение полости ручья и удовлетворительную стойкость штампа при минимальном расходе металла. Особенно важным является установление вида и количества заготовитель-

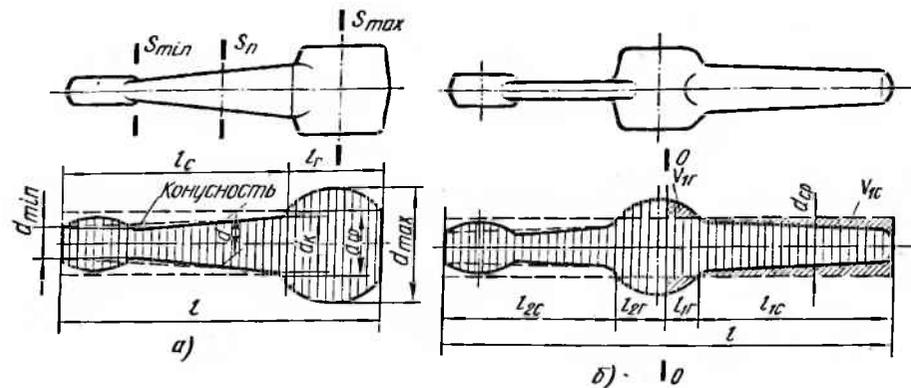


Рис. 170. Элементарная (а) и сложная (б) расчетные заготовки (эпюры диаметров)

ных ручьев, в которых получают фасонную заготовку под последующую штамповку.

Переходы штамповки для поволок с вытянутой осью при штамповке на молотах или прессах определяют после построения так называемой расчетной заготовки, или эпюры диаметров (рис. 170, а, б), т. е. воображаемой заготовки с круглыми поперечными сечениями, площади которых равны суммарной площади соответствующих сечений поковки и облой: $S = S_{\text{п}} + 2S_3$, где S — площадь сечения расчетной заготовки; $S_{\text{п}}$ — площадь поковки; S_3 — площадь одностороннего облоя. Диаметр сечения расчетной заготовки $d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 1,13 \sqrt{S}$. Построение

расчетной заготовки проводят в масштабе 1:1.

Объем тела вращения, получающегося поворотом эпюры диаметров вокруг продольной оси, равен объему расчетной заготовки, равно как и объему поковки с обломом, т. е. $V = V_{\text{п}} + V_3$.

Если объем расчетной заготовки разделить на ее длину, то получится площадь поперечного сечения средней расчетной заготовки, т. е. цилиндра с постоянным сечением площадью $S_{\text{ср}} = \frac{V}{l}$ и диаметром $d_{\text{ср}} = 1,13 \sqrt{S_{\text{ср}}}$.

Таким образом, расчетная заготовка соответствует фасонной заготовке, которая должна деформироваться в штамповочном ручье, а средняя расчетная заготовка соответствует исходной заготовке постоянного сечения, из которой в заготовительных ручьях штампа необходимо получить фасонную заготовку.

Часть расчетной заготовки, в пределах которой $d > d_{\text{ср}}$, называют головкой, а разницу между объемом головки и объемом средней расчетной заготовки в пределах головки (на длине l_r) — недостающим объемом. Часть расчетной заготовки, в пределах которой $d < d_{\text{ср}}$, называют стержнем, а разницу

в объемах средней заготовки и стержня (на длине l_c) — избыточным объемом.

Заготовительные переходы штамповки должны вытеснить избыточный объем металла в головку.

Стержень можно привести к виду усеченного конуса с малым основанием d_{\min} , соответствующим наименьшему диаметру расчетной заготовки, и высотой l_c . Большое основание конуса d_k определяют, используя формулу для подсчета объема усеченного конуса. Получаем

$$d_k = \sqrt{3,82 \frac{V_c}{l_c} - 0,75d_{\min}^2} - 0,5d_{\min}$$

где V_c — объем расчетной заготовки на участке стержня.

Работа, необходимая на формоизменение цилиндрической заготовки в фасонную, пропорциональна величине

$$\alpha = \frac{d_{\max}}{d_{cp}}$$

Величина совершаемой работы зависит также от коэффициентов

$$\beta = \frac{l}{d_{cp}} \text{ и } c = \frac{d_k - d_{\min}}{l_c}$$

т. е. от величины пути, на котором происходит перемещение металла, и от конусности стержня.

Определив коэффициенты α , β и c , характеризующие степень сложности превращения исходной заготовки в фасонную, устанавливают необходимые заготовительные ручьи, пользуясь диаграммой, составленной на основании опытных данных (рис. 171).

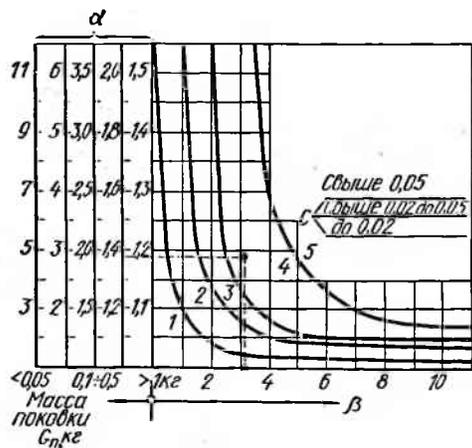


Рис. 171. Диаграмма для выбора заготовительных ручьев:

1 — без предварительных ручьев, 2 — пережимной ручей, 3 — подкатной открытый, 4 — подкатной закрытый, 5 — один протяжной ручей или в комбинации с подкатным

Пример пользования диаграммой. Определить переходы штамповки для поковки типа шатуна массой 1,2 кг. Коэффициенты $\alpha=1,2$; $\beta=5,0$; $c=0,03$.

На вертикальной оси диаграммы, соответствующей массе; се поковок >1 кг, откладываем отрезок, равный значению коэффициента $\alpha=1,2$, и проводим вправо горизонтальную линию. На горизонтальной оси диаграммы откладываем отрезок, равный значению коэффициента $\beta=5,0$ и проводим вертикаль.

Точка пересечения находится в пятой области диаграммы, т. е. для получения поковки должен применяться протяжной ручей (один или в комбинации с другими ручьями). Так как $0,02 < c < 0,05$, то следует применять протяжной ручей в комбинации с подкатным открытым ручьем.

Расчетную заготовку, содержащую только одну головку с одним стержнем, называют элементарной расчетной заготовкой (см. рис. 170, а). Расчетная заготовка с одной головкой и двусторонним стержнем или с двумя головками называется сложной расчетной заготовкой (см. рис. 170, б).

При определении заготовительных ручьев сложную расчетную заготовку приводят к ряду элементарных. Для этого отыскивают такое расстояние l_r , на участке которого недостающий объем V_{1r} равнялся бы прилегающему избыточному объему V_{1c} . Линия OO будет разделять сложную расчетную заготовку на две элементарные. Далее определяют заготовительные переходы для каждой элементарной заготовки и принимают наиболее трудоемкий вариант.

Заготовительные ручьи при штамповке поковок удлиненной формы определяют также при помощи коэффициента подкатки — отношения максимальной площади поперечного сечения расчетной заготовки к площади средней расчетной заготовки

$$K = \frac{S_{\max}}{S_{cp}} = \frac{d_{\max}^2}{d_{cp}^2} = \alpha^2$$

В каждом из ручьев можно получить определенный набор (подкатку) металла, т. е. увеличение площади поперечного сечения средней заготовки. Значения K для заготовительных и штамповочных ручьев следующие: формовочный — 1,2, подкатной открытый — 1,3, подкатной закрытый — 1,6, предварительный штамповочный — 1,1, окончательный штамповочный — 1,05.

Количество ручьев выбирают таким образом, чтобы произведение коэффициентов подкатки ручьев было больше или равно общему коэффициенту подкатки, т. е. $K_{\text{общ}} < K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ и т. д., при минимальном количестве ручьев.

Например, общий коэффициент подкатки, подсчитанный по расчетной заготовке, $K_{\text{общ}}=1,7$. При применении одного закрытого подкатного ручья, предварительного и окончательного штамповочных ручьев произведение коэффициентов подкатки $K_{п.з} \cdot K_{пр} \cdot K_{ок}=1,8$, т. е. одного закрытого подкатного ручья достаточно для получения фасонной заготовки.

Если окажется, что $K_{\text{общ}} > K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ и т. д., то применяют протяжной ручей.

При выборе ручьев молотового штампа придерживаются также следующих правил:

если расчетная заготовка имеет значительные выступы, головку сложной формы или получается сложной, а по расчету требуется один протяжной ручей, то применяют еще формовочный или подкатной открытый ручей;

если по расчету требуется только протяжной ручей, а штамповку ведут с клещевиной, то при $d_{cp} > 30$ мм применяют еще подкатку для оформления участка между поковкой и клещевым концом;

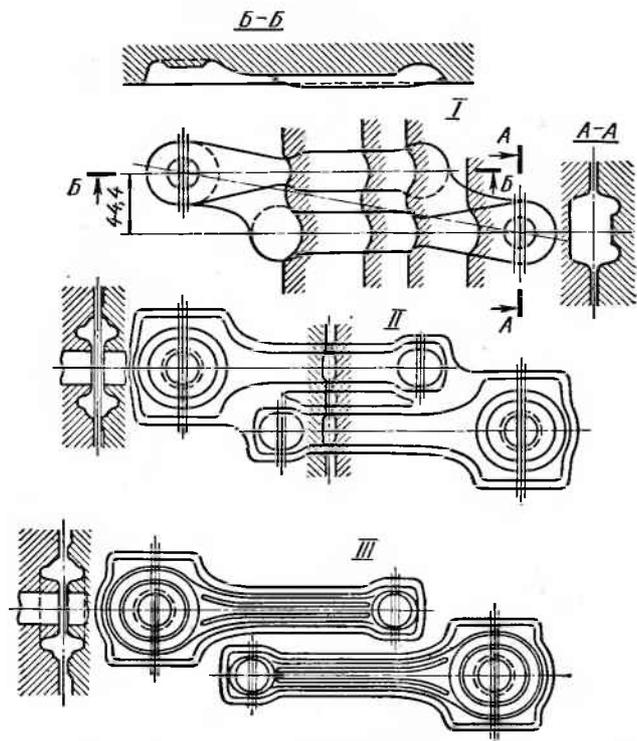


Рис. 172. Ручьи штампа КГШП для поковки шатуна:

I — пережимной ручей, II и III — предварительный и окончательный штамповочные ручьи

если приходится применять исходную заготовку, сечение которой больше сечения расчетной, то применение протяжного ручья обязательно;

вместо формовочного и симметричного подкатного ручья иногда целесообразно применить несимметричный подкатной ручей;

применение гибочного ручья устраняет необходимость применения формовочного. Коэффициент подкати гибочного ручья, как и формовочного, $K_r=1,2$. Построение расчетной заготовки для поковки с изогнутой осью проводят после распрямления (развертки) оси, как для поволоков с вытянутой осью.

При штамповке поволоков на КГШП также пользуются построением расчетной заготовки и далее диаграммой, приведенной на рис. 171. Однако применить протяжку и подкатку на КГШП не удастся. Поэтому, если по расчету необходимо применение подкати или протяжки, поволоки штампуют по две штуки (рис. 172) с применением только одного пережимного ручья.

Если сравнение поволоков не дает результата, то фасонную заготовку получают на ковочных вальцах, ГКМ или применяют периодический прокат. Некоторые поволоки изготовляют выдавливанием с последующей штамповкой.

Для осесимметричных в плане поволоков в качестве заготовительного перехода обычно применяют осадку в торец. При молотовой штамповке часто достаточно осадки и штамповки в окончательном ручье. Предварительный ручей применяют для повышения стойкости окончательного, например при штамповке поволоков с прошиваемым отверстием.

При необходимости получить поковку типа крестовины применяют осадку в комбинации со специальным формовочным ручьем (см. рис. 143, б), при штамповке поволоков типа фланца с отрезками пользуются высадочным ручьем (см. рис. 150, ж). Если отношение диаметра фланца к диаметру стержня очень велико и при применении только одного высадочного ручья возможен продольный изгиб заготовки, перед высадкой стержень протягивают на меньший диаметр в специальном протяжном ручье (см. рис. 145, з).

Штамповку осесимметричных в плане поволоков на КГШП осуществляют, применяя фасонную осадку, предварительно-заготовительный и окончательный ручьи. При прессовой штамповке возникает необходимость более тщательного фасонирования предварительных заготовок, так как металл хуже (по сравнению с молотовой штамповкой) заполняет полости ручья.

В результате применения осадки и заготовительно-предварительного ручья получают фасонную заготовку, которая при последующей штамповке заполняет полость окончательного ручья преимущественно осадкой.

Выбор переходов штамповки при высадке на ГКМ заключается в определении количества наборных переходов при соблюдении правил высадки.

В первом ручье в пуансоне с конической полостью (см. рис. 150, з) объем высаживаемой части прутка диаметром d_0 равен объему полости пуансона, т. е.

$$\frac{\pi d^2}{4} l_B = \frac{\pi (D_{к1}^2 + D_{к1} d_{к1} + d_{к1}^2)}{12} l_{к1}$$

Точнее, объем высаживаемого металла должен быть несколько меньше объема конической полости, чтобы при наборе по разьему между матрицей и пуансоном не вытек облой.

Для центрирования прутка в полости пуансона диаметр меньшего основания конической полости принимают приблизительно равным диаметру прутка $d_{к1} = 1,05d_0$. Далее, задаваясь диаметром большого основания полости $D_{к1}$, определяют глубину конической полости пуансона $l_{к1}$ (высоту усеченного конуса). Затем, установив длину свободной части прутка $l_1 = l_B - l_{к1}$, проверяют, удовлетворяется ли правило высадки в коническом пуансоне, т. е. при $D_{к1} \leq 1,5d_0$ свободная длина прутка должна быть $l_1 \leq 2d_0$. Если это условие не удовлетворяется, то уменьшают $D_{к1}$ и снова определяют $l_{к1}$ и l_1 . Проводят проверку вновь и, если правило

высадки удовлетворяется, устанавливают размеры конической полости.

Затем проверяют, можно ли полученную в первом ручье фасонную заготовку подвергать формовке, т. е. достаточно ли одного наборного ручья. Это можно сделать, если при формовке будет удовлетворяться основное правило свободной высадки $l_b \leq 2,5d_0$. Для конусного утолщения $l_b = l_{к_1}$, а средний диаметр утолщения

$d_1 = \frac{D_{к_1} + d_{к_1}}{2}$. Если окажется, что $l_{к_1} \leq 2,5d_1$, то дополнительного наборного перехода не требуется; если $l_{к_1} > 2,5d_1$, то необходимо применить дополнительный наборный переход.

Определение размеров второго наборного перехода проводят таким же образом, как и для первого, только вместо диаметра d_0 высаживаемого прутка берут $d_1 = \frac{D_{к_1} + d_{к_1}}{2}$. Малое основание конусной полости второго пуансона $d_{к_2} = 1,05d_1$.

Затем, задаваясь диаметром большого основания полости $D_{к_2}$, определяют длину конусной полости $l_{к_2}$ и далее длину свободно выступающей из матрицы части конусного утолщения l_2 . Если оказывается, что при $D_{к_2} \leq 1,5d_1$ $l_2 \leq 2d_1$, то оставляют найденные размеры конуса второго пуансона и определяют, необходим ли третий наборный переход, ориентируясь на средний диаметр второго перехода $d_2 = \frac{D_{к_2} + d_{к_2}}{2}$.

§ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ИСХОДНОЙ ЗАГОТОВКИ

Размеры заготовки подсчитывают в зависимости от способа штамповки (плашмя или в торец) и применяемых ручьев, для чего сначала рассчитывают объем заготовки, затем устанавливают длину (высоту) ее и, разделив объем на длину, получают площадь поперечного сечения и далее диаметр прутка или сторону квадрата.

Определение объема и массы исходной заготовки. Масса исходной заготовки равна сумме массы поковки и массы отходов. В отходы при штамповке поперек оси заготовки входят облой, угар металла, клещевина, пробиваемая перемычка, перемычки между поковками при спаренной или многоштучной штамповке.

Массу поковки определяют умножением ее объема на плотность металла $Q_{п} = V_{п} \rho$. Для стали $\rho = 7,85$ г/см³. В процессе штамповки происходит износ ручья, т. е. увеличение внешних размеров поковки и уменьшение внутренних. Поэтому при подсчете объема поковки берут номинальные размеры поковки плюс половину положительного допуска на внешние размеры и отрицательного допуска на внутренние.

Исходная заготовка, подсчитанная таким образом, будет иметь несколько увеличенные размеры, что приведет к некоторому из-

бытку металла при штамповке в новом штампе, но обеспечит также заполнение ручья в изношенном штампе.

Массу облоя определяют по формуле

$$Q_o = S_{ок} \cdot \rho \cdot k \cdot \rho,$$

где $S_{ок}$ — площадь облойной канавки, мм²; ρ — периметр поковки в плоскости разреза штампов, мм; k — коэффициент, учитывающий заполнение металлом облойной канавки, $k = 0,75 \div 0,8$.

Масса угара зависит от способа нагрева заготовок. При нагреве в мазутной печи угар составляет 2—3% от массы заготовки; в газовой печи — 1,5—2,0%; при электронагреве — 0,5—1,0%.

Длина клещевины $l_{кл} = (0,6 \div 1,0) A_0$, где A_0 — толщина (диаметр) исходной заготовки или оттянутого конца. Во всех случаях длина клещевины не менее 25 мм. Умножив площадь поперечного сечения клещевого конца на его длину, получают объем клещевины. Затем подсчитывают ее массу:

$$Q_{кл} = V_{кл} \cdot \rho.$$

Массу перемычки под пробивку определяют после выбора ее размеров и формы.

При штамповке в торец обычно применяют штучную заготовку, а отходы складываются только из угара, облоя и перемычки под пробивку.

Расчет размеров исходной заготовки. При штамповке поперек оси длину заготовки выбирают в зависимости от применяемых ручьев с соблюдением следующих правил:

1. Если заготовительные ручьи отсутствуют, то длина заготовки $l_{заг}$ приблизительно равна (несколько меньше) длине поковки $l_{п}$: $l_{заг} = \frac{l_{п}}{1,02 \div 1,05}$. Здесь и далее под длиной заготовки понимают ее длину без клещевины.

2. При пережимном ручье, который заметно удлиняет исходную заготовку, $l_{заг} = \frac{l_{п}}{1,3}$.

3. При формовочном ручье $l_{заг} = \frac{l_{п}}{1,05}$.

4. При подкатном ручье $l_{заг} = \frac{l_{п}}{1,05 \div 1,2}$.

5. При гибочном ручье $l_{заг} = \frac{l_{п, разв}}{1,05 \div 1,1}$,

где $l_{п, разв}$ — длина развернутой по средней линии поковки.

Установив длину заготовки, можно определить площадь ее поперечного сечения делением объема заготовки на длину $S_{заг} = \frac{V_{заг}}{l_{заг}}$, где $V_{заг}$ — объем заготовки без клещевины.

6. При одном протяжном ручье площадь поперечного сечения заготовки принимают равной площади максимального сечения

поковки с облоем (площади сечения расчетной заготовки) $S_{\text{заг}} = S_{\text{п max}} + 2S_3 = S_{\text{max}}$. Затем рассчитывают длину $l_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{заг}}}{S_{\text{max}}}$.

7. При протяжном и подкатном ручьях назначают некоторое среднее значение площади поперечного сечения заготовки для распределения работы деформации между ручьями. Сначала определяют $S_{\text{заг.пр}}$ в предположении, что имеется только один протяжной ручей, затем $S_{\text{заг.под}}$, предполагая, что применяют только один подкатной ручей.

При использовании закрытого подкатного ручья принимают $S_{\text{заг}} = \frac{S_{\text{заг.пр}} + S_{\text{заг.под}}}{2}$; если применяют открытый подкатной ручей, то заготовку берут несколько большей площади.

Определив площадь поперечного сечения заготовки, находят ее диаметр $D_0 = 1,13\sqrt{S_{\text{заг}}}$ или сторону квадрата $A_0 = \sqrt{S_{\text{заг}}}$.

При штамповке в торец учитывают следующее. Для доброкачественной отрезки заготовки на ножницах необходимо, чтобы отношение длины заготовки к ее диаметру было бы не менее 1,25. Потеря устойчивости заготовки при штамповке ее в торец может произойти, если отношение длины заготовки к диаметру превышает 2,5. Поэтому обычно задаются условием $2,5 > \frac{H_0}{D_0} > 1,25$.

Наиболее часто принимают $\frac{H_0}{D_0} = 2$. Далее находят диаметр или сторону квадрата. Для круглой заготовки

$$D_0 = \sqrt[3]{\frac{4V_{\text{заг}}}{\pi} \cdot \frac{D_0}{H_0}} = 1,08 \sqrt[3]{\frac{V_{\text{заг}} \cdot D_0}{H_0}},$$

для квадратной

$$A_0 = \sqrt[3]{\frac{V_{\text{заг}} \cdot D_0}{H_0}}.$$

После определения D_0 или A_0 выбирают ближайший больший размер сечения по ГОСТу и окончательно уточняют длину заготовки. При штамповке с клещевиной к полученной длине заготовки прибавляют длину клещевого конца.

При высадке на ГКМ существуют следующие основные рекомендации по выбору диаметра исходной заготовки:

1. Для поковки типа стержня с утолщением (стержень не деформируется, а только зажимается в матрицах) диаметр исходного прутка принимают равным диаметру стержня.

2. Для поковки с отверстием диаметр прутка выбирают равным диаметру отверстия, что облегчает пробивку.

3. Очень тонкие прутки (диаметром менее 15 мм) быстро остывают, что повышает усилие высадки, снижает пластичность металла и стойкость штампов. Увеличение размера прутка (если это возможно) приводит к уменьшению числа переходов штам-

повки и, следовательно, к увеличению производительности при высадке.

После установления диаметра исходного прутка d_0 определяют длину прутка. Для этого подсчитывают объем деформируемой части поковки с учетом угара и, если это необходимо, облоя и перемычки под пробивку, которая затем отделяется от прутка (см. рис. 162, э). Величину облоя следует принимать по ГОСТ 7505—74.

Приблизленно размеры облоя при применении заднего упора могут быть подсчитаны по формулам: $h_0 = 0,01D - 0,6$ мм; $b_0 = 0,04D - 4$ мм, где h_0 и b_0 — толщина и ширина облоя; D — диаметр контура обрезки облоя. Разделив объем $V_{\text{деф}}$ на площадь поперечного сечения прутка, получаем длину высаживаемой части прутка

$$l_{\text{в}} = \frac{4V_{\text{деф}}}{\pi d_0^2}.$$

Если при высадке деформируется весь пруток, то $l_{\text{заг}} = l_{\text{в}}$. Если штампуют поковки типа стержня с утолщением, то $l_{\text{заг}} = l_{\text{в}} + l_{\text{с}}$, где $l_{\text{с}}$ — длина стержня (недеформируемой части прутка).

При штамповке от прутка учитывают концевой отход, длину которого относят к количеству полученных из одного прутка поковок. Наименьшая длина зажимной части $l_{\text{зж}} < d_0$ имеет место при пользовании клещами-упором (см. рис. 138, б).

Определение профиля исходной заготовки. Обычно профиль исходной заготовки выбирают круглым или квадратным. Круглый профиль применяют при изготовлении круглых в плане поковок, при высадке на ГКМ, при штамповке поперек оси заготовки в том случае, если на поковке имеются круглые участки, не подвергающиеся деформации при штамповке, или когда фасонную заготовку под штамповку на молоте или прессе получают высадкой на ГКМ, при штамповке выдавливанием из круглого контейнера. В остальных случаях можно использовать квадратный профиль.

При открытой штамповке с образованием облоя целесообразно применять прокат обычной точности. При закрытой штамповке, в особенности при штамповке на ГКМ, заказывают прокат повышенной точности и калиброванный прокат. При штамповке на прессах часто применяют фасонный периодический прокат.

Выбор типа заготовки. В зависимости от условий штамповки применяют штамповку заготовок по одной штуке, с поворотом (по две штуки) и спаренную или многоштычную штамповку. Кроме того, часто используют штамповку от прутка с последовательным отделением каждой штампованной поковки.

Целесообразность применения того или иного вида штамповки зависит от способа штамповки (в торец или плашмя), массы и размеров поковки. При штамповке в торец обычно применяют штычную заготовку. При штамповке плашмя на молоте выбор типа заготовки проводят по диаграмме, приведенной на рис. 173.

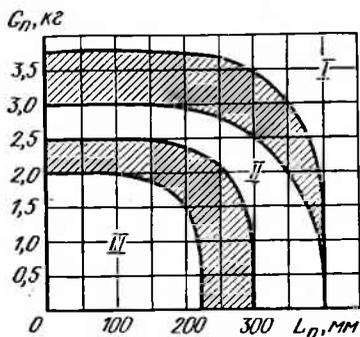


Рис. 173. Диаграмма для выбора типа заготовки:
I — штамповка штучной заготовки, II — с поворотом, III — от прутка с отрубкой поковки на ноже

На горизонтальной оси диаграммы откладывают длину поковок, на вертикальной — массу.

Для тяжелых и длинных поковок в целях облегчения работы рекомендуется применять штучные заготовки (зона I). Для легких небольших заготовок (зона III) целесообразно производить штамповку от прутка с отрубкой поковки на ноже. Средние заготовки (зона II) рационально штамповать с поворотом, так как при этом не требуется клещевина.

При штамповке на прессах отрубные ножи не применяют. Поэтому часто осуществляют спаренную или многоштучную штамповку.

При высадке на ГКМ применяют как штучную штамповку, так и штамповку от прутка. При штамповке от прутка проверяют, можно ли отрезать пруток подвижной матрицей.

§ 5. ВЫБОР КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При определении массы падающих частей штамповочного молота ориентируются на последний удар, когда полость окончательного ручья заполнена и металл вытекает в облойную канавку. Для приближенных расчетов пригодны формулы Г. Гофмейстера, полученные в предположении, что работа деформации пропорциональна полной поверхности штампуемой заготовки. В упрощенном виде для молота простого действия формула имеет вид:

$$G_{п.д} = 10F_{п.д}$$

а для молотов двойного действия

$$G_{д.д} = (5 \div 6) F_{п.д}$$

где $G_{п.д}$ и $G_{д.д}$ — масса падающих частей молота соответственно простого и двойного действия, кг; $F_{п.д}$ — площадь проекции поковки в плане, см².

Усилие штамповки на КГШП можно ориентировочно подсчитать по формуле

$$P = kF,$$

где P — расчетное усилие штамповки, тс; F — площадь проекции штамповки, включая облойный мостик, см²; k — коэффициент, учитывающий сложность поковок ($k = 6,4 \div 7,3$). Меньшее значение коэффициента следует брать при расчете усилия штамповки простых по форме поковок; большее — для сложных поковок

с острыми углами, тонкими и высокими ребрами, тонким полотном и др.

Для более точных расчетов массы падающих частей молота и усилия КГШП используют формулы из справочной литературы.

При закрытой штамповке массу падающих частей молота и усилие КГШП определяют так же, как и при открытой с последующим уменьшением полученного значения на 20—25%. Это объясняется тем, что практически вся работа деформации затрачивается на деформирование поковки, в то время как при открытой штамповке работа тратится также на деформирование облоя.

Установлено, что 1 т массы падающих частей молота приблизительно равноценна 1000 тс усилия кривошипного горячештамповочного пресса. Это значит, что если поковку штампуют на молоте с массой падающих частей 2 т, то для ее штамповки на КГШП потребуется пресс усилием 2000 тс.

Усилие штамповки на фрикционных прессах можно определить по формуле

$$P = 10\sigma_b F_{п.д}$$

где σ_b — предел прочности штампуемого металла при температуре окончания штамповки, кгс/мм²; $F_{п.д}$ — площадь поковки в плане, мм².

Усилие штамповки на гидравлическом прессе подсчитывают по формуле

$$P = k_1 \cdot k_2 \cdot F_{п.д} \cdot \rho,$$

где P — усилие штамповки, кгс; k_1 — коэффициент, учитывающий условия штамповки; k_2 — масштабный коэффициент, учитывающий влияние объема нагретого металла (чем больше объем поковки, тем меньше остывает металл и тем меньше усилие штамповки); $F_{п.д}$ — площадь поковки в плане, мм²; ρ — удельное усилие деформирования, кгс/мм².

Коэффициент k_1 в зависимости от сложности поковок: ковка — 1,0; штамповка поковок простой формы — 1,5; штамповка поковок сложной формы — 1,8; штамповка поковок очень сложной формы (с резкими переходами между сечениями, узкими ребрами, полостями, заполняемыми выдавливанием и т. п.) — 2,0.

Коэффициент k_2 определяют, подсчитав объем поковки.

Объем поковки в см ³	k_2	Объем поковки в см ³	k_2
До 25	1,0	Св. 5000 до 10 000	0,6—0,7
» 25 до 100	0,9—1,0	» 10 000 » 15 000	0,5—0,6
» 100 до 1000	0,8—0,9	» 15 000 » 25 000	0,4—0,5
» 1000 » 5000	0,7—0,8	» 25 000	0,4

Удельное усилие штамповки для простых поковок из медных, алюминиевых и магниевых сплавов $\rho = 30$ кгс/мм²; для сложных поковок из медных и алюминиевых сплавов и простых поковок из титановых сплавов $\rho = 50$ кгс/мм²; для сложных поковок из титановых сплавов $\rho = 60$ кгс/мм².

7. Значение коэффициента k для расчета усилия штамповки на ГКМ

Наименование операции	Эскиз	Коэффициент k
Высадка в конической полости пуансона (наборный переход)		
Высадка в матрице плоским или имеющим небольшое центральное углубление пуансоном		
Высадка в матрице пуансоном, имеющим центральный выступ		
Прошивка пуансоном с раздачей металла в стороны с подготовкой фланца в предыдущем ручье		
Высадка тонкостенных полых поковок		

Усилие высадки на ГКМ подсчитывают по формуле

$$P = k \sigma_b F_{\text{п}},$$

где P — усилие штамповки, кгс; $F_{\text{п}} = \frac{\pi D^2}{4}$; D — диаметр поковки, мм; σ_b — предел прочности деформируемого металла при температуре окончания штамповки, кгс/мм²; k — коэффициент, учитывающий сложность штамповки (табл. 7).

§ 6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления горячештампованных поковок, оформленный на специальном бланке, называется технологической картой. Технологическая карта и чертеж поковки являются основными технологическими документами в кузнечном производстве.

В первой общей части технологической карты указывается марка металла и ГОСТ на нее, профиль и размеры заготовки с допусками, масса поковки и заготовки, вид отходов (угар, облой, выдра) и процент их массы в общем количестве расходуемого металла. В этой части карты, как правило, указывается норма расхода металла, возможность использования отходов и др.

Во второй части карты перечисляются все операции и переходы штамповки в порядке их выполнения с эскизами основных переходов. Против названия и краткого содержания выполняемых операций в колонках справа записываются режимы работы и технические условия на операцию: температура нагрева заготовки и штамповки, характеристика оборудования, основной и вспомогательный инструмент, способ проверки размеров и качества, контрольно-измерительный инструмент и т. п.

В остальных колонках приводятся сведения о профессии рабочих, их количестве, разрядах, времени на выполнение операций и норме выработки.

Технологическая карта утверждается главным металлургом завода.

В единичном и мелкосерийном производстве технологическую карту в приведенном выше виде не разрабатывают, а ограничиваются составлением операционной карты, т. е. только второй части технологической карты. В операционной карте в большинстве случаев не приводят данные о квалификации рабочих и нормы времени. Пользуются также маршрутно-технологическими картами — ведомостями.

Чертеж поковки и технологическая карта согласовываются с заказчиком поковки (механическим цехом или заводом). После согласования и утверждения технологической карты указанный в ней технологический процесс становится законом производства. Это означает, что все записанное в технологической карте должно неуклонно выполняться.

Изменения с целью улучшения технологии вносят по установленному на заводе порядку переоформления технологической карты. Для изменения технологического процесса пользуются специальными листками изменений.

Порядок разработки, оформления, утверждения, внесения изменений в технологический процесс и строгое его выполнение определяют технологическую дисциплину в кузнечном цехе завода. Нарушение технологической дисциплины приводит к осложнениям в производстве поковок, браку изделий, поломкам деталей в процессе эксплуатации, производственному травматизму. Ответственными за соблюдение технологической дисциплины являются начальник кузнечного цеха, мастер производственного участка и бригадир кузнецов. Бригадир обязан иметь на рабочем месте чертеж поковки и технологическую карту, а каждый член бригады должен изучить технологическую документацию и выполнять то, что в ней записано.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о последовательности разработки технологического процесса изготовления поковок.
2. На что обращают внимание при назначении поверхности разреза?
3. В чем состоит разница между припуском и допуском на размеры поковки?
4. Почему допуски на внешние размеры поковки и на размеры отверстий берутся с разными знаками?
5. Какие элементы поковок относятся к напускам?
6. Для чего необходимо строить расчетную заготовку? Что такое избыточный и недостающий объем в расчетной заготовке?
7. Какие коэффициенты следует подсчитать после построения расчетной заготовки, чтобы определить заготовительные переходы штамповки?
8. В каких пределах и почему следует устанавливать отношение высоты заготовки к ее диаметру при штамповке осадкой в торец?
9. В каких случаях целесообразно штамповать от прутка, с поворотом, по одной штуке?
10. Из каких двух основных частей состоит технологическая карта?

Глава X

ТЕХНОЛОГИЯ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

§ 1. ШТАМПОВКА НА МОЛОТАХ

Штамповка на молотах в открытых штампах остается наиболее широко применяемым и универсальным способом горячей объемной штамповки. На молотах штампуют разнообразные поковки массой от 0,1 до 1000 кг и выше. Для особо тяжелых поковок применяют так называемые бесшаботные молоты со встречным движением штампов.

На молотах выполняют одноручьевую и многоручьевую штамповку, штамповку штучных заготовок, с поворотом, от прутка. Для сравнительно небольших поковок применяют спаренную и многоштучную штамповку.

Многоручьевую штамповку на молотах проводят, как правило, с одного нагрева. Штамповка отличается достаточно высокой производительностью, однако требует высокой квалификации кузнеца. Штамп получается сложным и дорогим. При износе наиболее нагруженного окончательного ручья приходится строгать (восстанавливать) весь штамп, в том числе и заготовительные неизношенные ручьи. Поэтому в массовом производстве часто применяют так называемую расчлененную штамповку в штампах, установленных на стоящих рядом молотах.

На одном молоте осуществляют только фасонирование катаной заготовки в заготовительных ручьях, на втором — штамповку фасонной заготовки. Способ не только повышает срок службы заготовительных ручьев, но и позволяет более рационально использовать кузнечно-штамповочное оборудование, так как для фасонирования требуется молот с меньшей энергией удара, чем для штамповки.

На молотах все чаще применяют закрытую штамповку, имеющую ряд преимуществ перед открытой. Экономия металла достигается за счет устранения отходов на облой и клещевину, сокращения и упрощения технологического цикла штамповки, так как не требуется обрезка облоя, обрезной пресс и обрезной штамп, уменьшается энергия удара молота.

Для штамповки на молотах характерно хорошее заполнение ручьев штампа, так как при высоких скоростях движения бабы (6,0—7,5 м/с) пластическая деформация успевает распространиться только на приконтактные слои заготовки, что благоприятствует

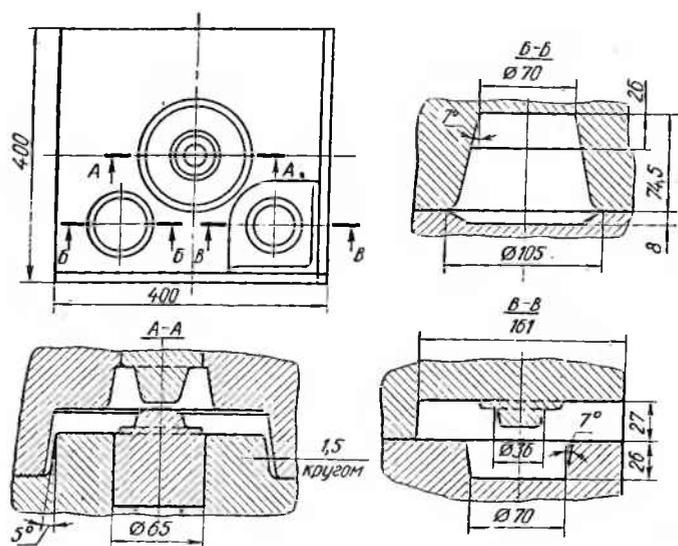


Рис. 175. Молотовый штамп для закрытой штамповки поковки зубчатого колеса в три перехода

на КГШП можно широко применять штамповку выдавливанием, что расширяет номенклатуру изготавливаемых поковок.

Некоторые недостатки штамповки на КГШП:

меньшая универсальность по сравнению с молотом: на КГШП нельзя применить подкатку и протяжку;

необходимость тщательной очистки заготовок от окалины или применения малоокислительного или безокислительного нагрева заготовок, так как при штамповке за один ход пресса окалина легко заштамповывается в тело поковки;

штампы КГШП сложнее молотовых;

стоимость КГШП в 3—4 раза выше стоимости сопоставимого молота.

Особенности штамповки на КГШП определяют область их эффективного применения. КГШП нерационально использовать в мелкосерийном производстве, так как при этом не окупа-

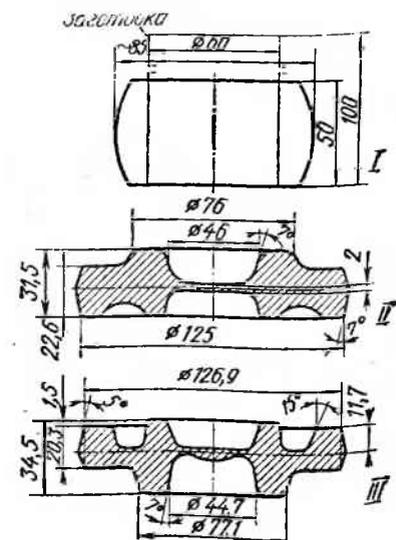


Рис. 176. Переходы штамповки зубчатого колеса на КГШП:
а — открытая штамповка,
б — закрытая штамповка с компенсатором,
в — закрытая штамповка с закрытым предварительным ручьем

ются высокая стоимость пресса и первоначальные затраты на изготовление штампа. Штамповку на прессах применяют в крупносерийном и массовом производстве.

При изготовлении сложных поковок исходный прокат фасонуют на ковочных вальцах, электровысадочных машинах или применяют периодический прокат. Как правило, применяют электрический нагрев исходной заготовки, обеспечивающий минимальное образование окалины.

В массовом производстве стремятся автоматизировать процесс штамповки, для чего применяют автоматические перекладчики заготовок из ручья в ручей, встраивают индукционные нагреватели в единый нагревательно-штамповочный агрегат и т. д.

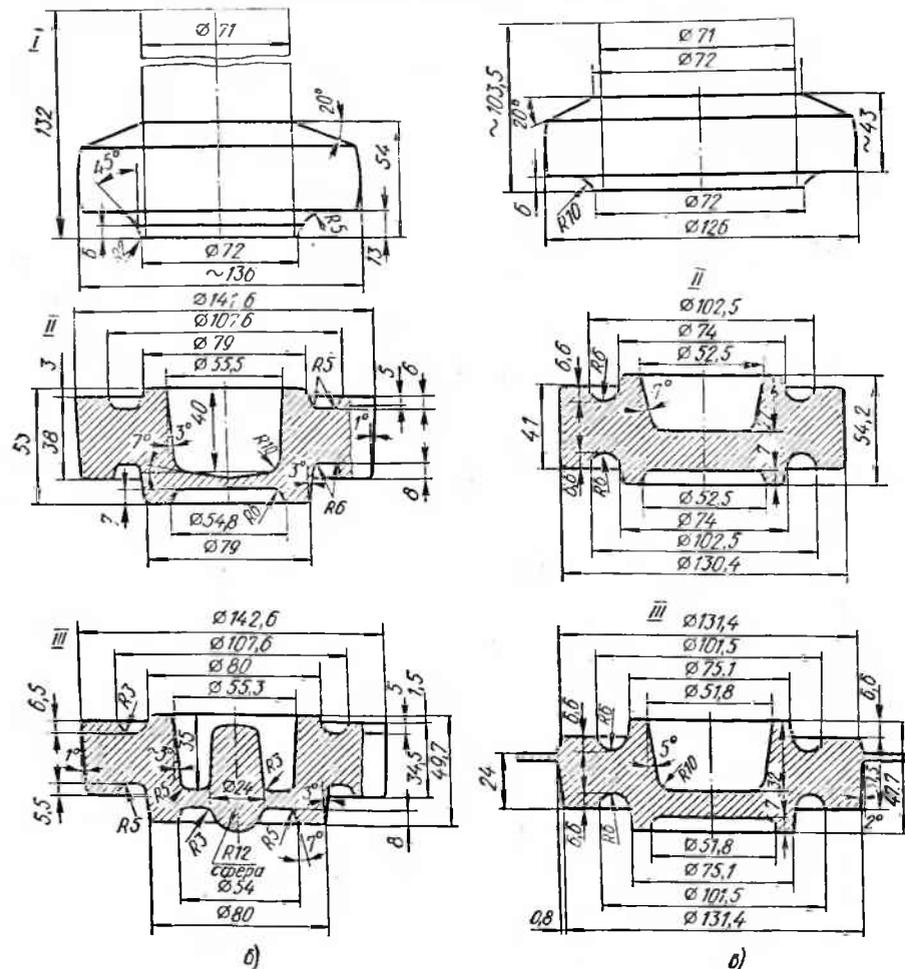


Рис. 176. Продолжение:

б — закрытая штамповка с компенсатором, в — штамповка с закрытым предварительным ручьем

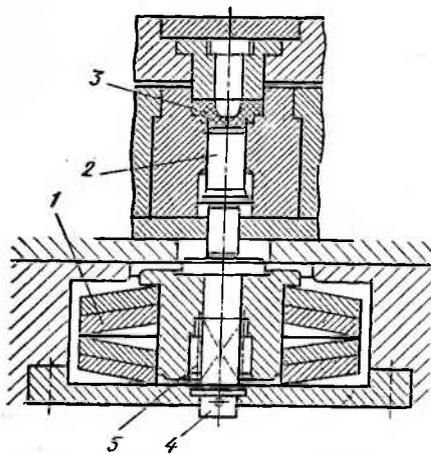


Рис. 177. Штамп с подпружиненным выталкивателем:
1 — набор тарельчатых пружин, 2 — выталкиватель, 3 — поковка, 4 — толкатель, 5 — пружина

Примеры штамповки на прессах. Переходы штамповки поковки зубчатого колеса показаны на рис. 176, а. В первом ручье осаживают нагретую заготовку с исходными размерами $\varnothing 60 \times 100$ мм. После штамповки в предварительном ручье и получения в верхней части заготовки выступа $\varnothing 76$ мм ее переворачивают и штампуют в окончательном ручье. Так как отверстие в поковке больше 30 мм, выполняют прошивку отверстия $\varnothing 44,7$ мм, оставляя в предварительном ручье перемычку с раскосом, а в окончательном — карманом.

При закрытой штамповке поковку зубчатого колеса (шестерни) получают за три перехода (рис. 176, б). Первый переход представляет фасонную осадку исходной заготовки $\varnothing 71 \times 132$ мм. Затем проводят штамповку в предварительном ручье с прошивкой центрального отверстия, оставляя перемычку с раскосом.

В окончательном ручье доштамповывают заготовку по высоте (с размера 53 на 49,7 мм), в результате чего избыточный металл вытекает в компенсационную полость $\varnothing 24$ мм, расположенную в центре ручья (в прошивнике верхнего штам-

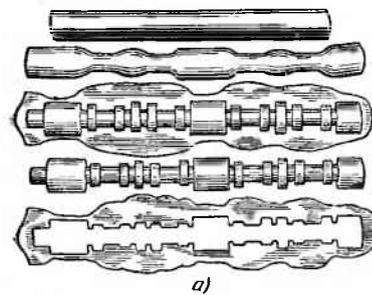
па и частично в нижнем). Для облегчения выталкивания поковок стенки ручьев имеют уклон 1° . Металл, вытекший в компенсационную полость, удаляется вместе с перемычкой при последующей пробивке отверстия.

Для осесимметричных поковок часто применяют закрытую штамповку только в предварительном ручье (рис. 176, в), обеспечивая при этом отсутствие торцового облоя за счет некоторой недоштамповки. Заготовка принимает форму, близкую к форме поковки. Поэтому в окончательном открытом ручье образуется очень небольшой облой.

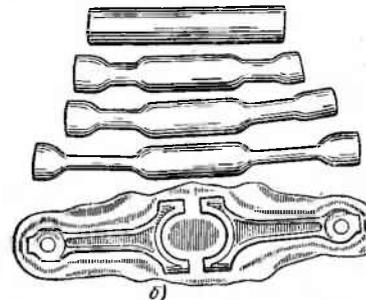
Перспективным для закрытой штамповки на прессах является применение штампов с верхними или нижними подпружиненными выталкивателями (рис. 177). Тарельчатые пружины предварительно сжимают усилием, равным усилию штамповки заготовки с минимальной массой. Если заготовка будет больше, то усилие штамповки возрастает и подпружиненный выталкиватель опустится на величину, соответствующую избытку металла. После штамповки пружины возвращают выталкиватель в исходное положение.

Поковки сложной формы часто изготавливают комбинированной штамповкой, т. е. фасонирование проводят на одном виде оборудования, а штамповку — на КГШП. Комбинированную штамповку следует отличать от расчлененной (см. § 1), когда применяют несколько единиц оборудования одного вида, например молотов.

Наиболее часто применяют предварительное фасонирование заготовок на ковочных вальцах. Все переходы вальцовки и штамповки осуществляют с одного нагрева, так как равномерный нагрев фасонной заготовки в индукторе связан с определенными трудно-



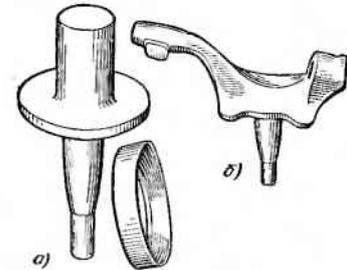
а)



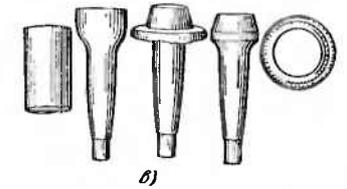
б)

Рис. 178. Переходы комбинированной штамповки с применением фасонирования на ковочных вальцах:

а — штамповка поковки валика, б — штамповка поковок шатунов



а)



б)

Рис. 179. Поковки, полученные выдавливанием:

а — стойка подвески, б — цапфа, в — ведущее зубчатое колесо

стями. Поковку распределительного валика, например, получают из вальцованной за один переход фасонной заготовки (рис. 178, а). Одновременную штамповку двух поковок шатуна осуществляют из заготовки, полученной вальцовкой за три перехода (рис. 178, б).

В штампах КГШП широко применяют штамповку выдавливанием. Поковку цапфы (рис. 179, а) получают комбинированным выдавливанием из предварительно осаженой заготовки. Поковку стойки подвески (рис. 179, б) со сложным фланцем штампуют за два перехода: в первом ручье прямым выдавливанием получают стержень и обратным выдавливанием набирают металл под последующую штамповку отростков. Во втором ручье доштамповывают фланец.

Поковку ведущего зубчатого колеса (шестерни) (рис. 179, в) штампуют за два перехода, в первом выдавливают стержень, во втором — штампуют головку.

По такой же схеме штампуют поковки автомобильных клапанов (рис. 180). В штампе имеются две круглые ручьевые вставки — матрицы 10 и 12, легко устанавливаемые при помощи обойм 6, накладок 4 и болтов 5. Пуансоны 9 и 11 имеют надеж-

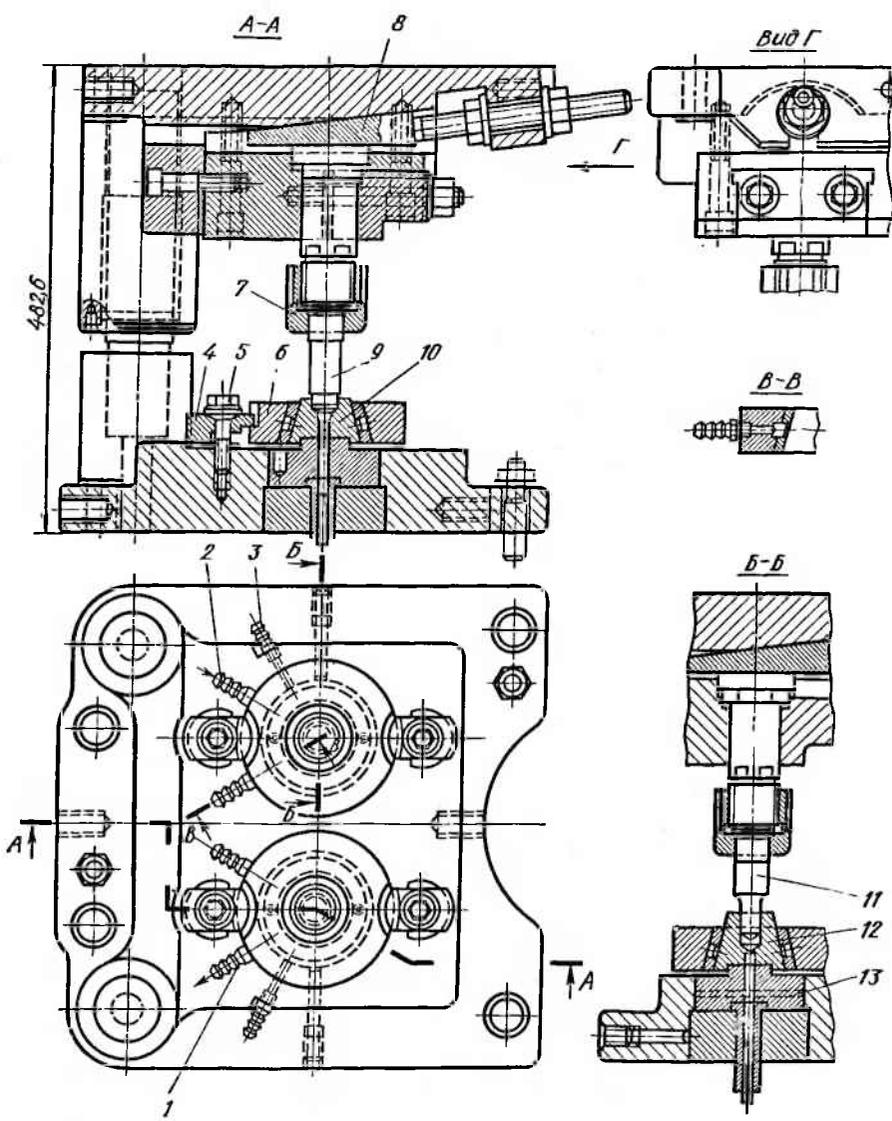


Рис. 180. Штамп для изготовления поковок автомобильных клапанов

ное крепление к пуансонодержателю при помощи гаек 7. Для независимой настройки каждого пуансона по высоте имеется клиновое устройство 8.

Матрицы штампа интенсивно охлаждаются водой, подводимой через штуцер 2, прокачиваемой по кольцевым канавкам и отводимой через штуцер 1. Матрицы имеют принудительную смазку

ручья. Смазка подводится через штуцера 3, кольцевые канавки 13 и отверстие в зоне нахождения стержня поковки, а при выталкивании поковки поступает в полость матрицы.

§ 3. ШТАМПОВКА НА ФРИКЦИОННЫХ ВИНТОВЫХ ПРЕССАХ

По характеру работы фрикционные прессы занимают промежуточное положение между молотами и КГШП. Скорость движения ползуна фрикционного прессы в 4—5 раз ниже скорости бабы молота, но выше скорости перемещения ползуна кривошипного прессы. На фрикционном прессы можно проводить штамповку за несколько ударов, как и на молоте.

Наличие нижнего выталкивателя расширяет номенклатуру штампуемых поволок. На фрикционных прессы применяют штамповку в открытых и закрытых штампах, в том числе в штампах с разъемными матрицами, штамповку выдавливанием. Значительный рабочий ход ползуна позволяет штамповать поволоки с длинным стержнем.

Из-за жесткой связи выталкивателя с ползуном прессы поволоки длительное время находятся в нижнем штампе, в результате чего при штамповке стальных заготовок штамп интенсивно нагревается. Поэтому в нижних штампах часто применяют систему водяного охлаждения, что положительно сказывается на стойкости инструмента.

Хорошие результаты дает оснащение прессы пневматическими нижними выталкивателями, срабатывающими сразу после отхода ползуна.

Фрикционные прессы отличаются большой универсальностью, но сравнительно небольшой производительностью. Это объясняется не только тихоходностью прессы по сравнению с молотом, но и ограниченными возможностями применения многоручьевого штамповки, так как пресс не допускает эксцентричного приложения нагрузки.

Типовыми поволоками, получаемыми на фрикционных прессы, являются болты и винты, тройники с фланцами, корпуса вентиля и другие детали арматуры трубопроводов, поволоки типа стаканов, колпачков и т. п.

Примеры штамповки на фрикционных прессы. Штамп с водяным охлаждением, предназначенный для закрытой штамповки стальной поволоки колпачка, показан на рис. 181. Для лучшего направления пуансона 9 по матрице 3 входную часть последней делают конусной. Быстросменные матрица и пуансон крепятся при помощи конических полуколец 4, 8 и обоймы 5, 7. Для смены матрицы отвертывают гайки 6, снимают обойму 5 и освобождают полукольца.

Для охлаждения матрицы по каналам, выполненным в подкладной плите 11, опирающейся на плиту 1, прокачивают воду, которая подводится и отводится через штуцера 13 и 14. Охлаждаемая подкладная плита постоянно отводит тепло от матрицы, благодаря чему она не перегревается. Поволоки удаляются выталкивателем 12. Между матрицей 3 и плитой 11 помещают прокладку 2, верхнюю плиту крепят к ползуну при помощи хвостовика 10.

Схема штампа для штамповки в разъемных матрицах (с вертикальным разъемом) показана на рис. 182. Штамп имеет две полуматрицы 1 и 3, помещаемые в обойму 4. При рабочем ходе пуансон 2 вытесняет металл в сложную полость штампа. Выталкивание поковки из цельной матрицы было бы невозможным. После возвращения ползуна пресса в верхнее исходное положение выталкиватель 5 поднимает полуматрицы из обоймы, после чего их разбирают и извлекают поковку. Такие конструкции штампов малопроизводительны из-за сложности сборки и разборки, что позволяет применять их только в мелкосерийном производстве.

Иногда на фрикционных прессах выполняют и многопереходную штамповку. Для этого используют одну матрицу, центрально укрепленную на столе пресса, и сменные пуансоны (рис. 183). Поковку колпачка штампуют за три перехода. Вначале в матрицу 2 укладывают горячую заготовку размерами $50 \times 50 \times 60$ мм и, подложив под пуансон второго перехода 3 трамбовку 4, осуществляют закрытую осадку (первый переход).

Трамбовка со стороны заготовки плоская, а со стороны пуансона имеет соответствующее углубление. Во втором переходе осаженную заготовку, не вынимая из матрицы, прошивают пуансоном 3. Далее, передвинув пуансонодержатель, который перемещается в специальных пазах верхней плиты, устанавливают пуансон 1 над матрицей и проводят окончательную штамповку.

§ 4. ШТАМПОВКА НА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССАХ

Гидравлические прессы являются наиболее тихоходным кузнечно-штамповочным оборудованием (скорость подвижной траверсы 0,1—0,2 м/с). Поэтому штамповку на гидропрессах проводят в том случае, если поковка не может быть получена на молотах, КГШП или других машинах.

Гидравлические прессы применяют: для штамповки очень крупных поковок; при штамповке малопластичных сплавов, требующих малой скорости деформации; в случаях, когда необходим большой рабочий ход ползуна, например при глубокой прошивке и протяжке полых поковок.

На гидропрессах применяют открытую и закрытую штамповку, штамповку выдавливанием и прошивкой, штамповку в разъемных матрицах, протяжку заготовок типа гильз, стаканов и др. При штамповке легких сплавов инструмент обычно подогревают, при штамповке сталей — охлаждают.

Примеры штамповки на гидравлических прессах. Штамповку на гидравлических прессах проводят, как правило, в одноручьевых штампах. Если необходимо, заготовку подготавливают на другом оборудовании. На рис. 184 показана последовательность изготовления сложной поковки из алюминиевого сплава.

Фасонную заготовку под штамповку готовят ковкой за пять операций, штамповку осуществляют в два перехода на прессе усилием 18 000 тс. Исходная заготовка под ковку имеет размеры $\varnothing 165 \times 2700$ мм и массу 157 кг. Масса поковки — 120 кг.

Штамп для закрытой штамповки втулки авиационного винта с разъемной матрицей (с горизонтальным разъемом) показан на рис. 185, а, б. Перед штамповкой штамп собирают в таком порядке. В гнездо башмака 1 устанавливают нижнюю полуматрицу 2, а затем в пазы полуматрицы закладывают три пуансо-

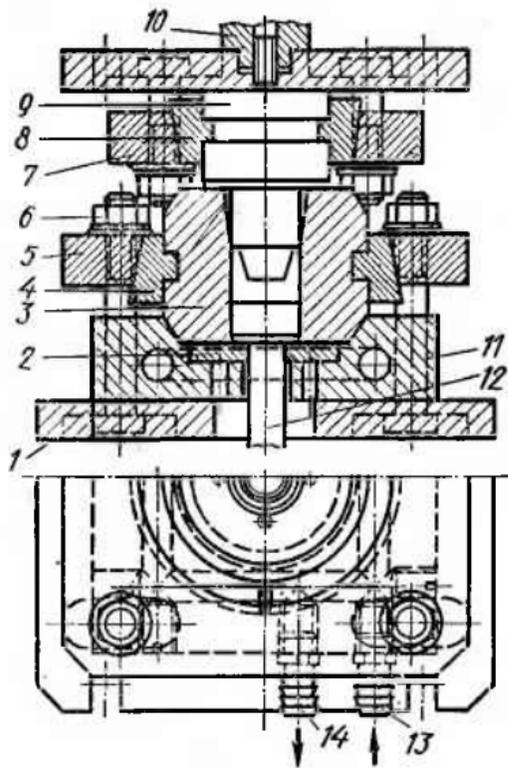


Рис. 181. Штмп фрикционного пресса для изготовления поковки колпачка

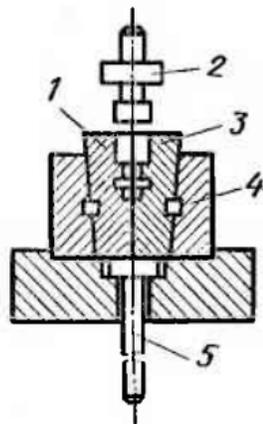


Рис. 182. Схема штампа для штамповки в разъемных матрицах

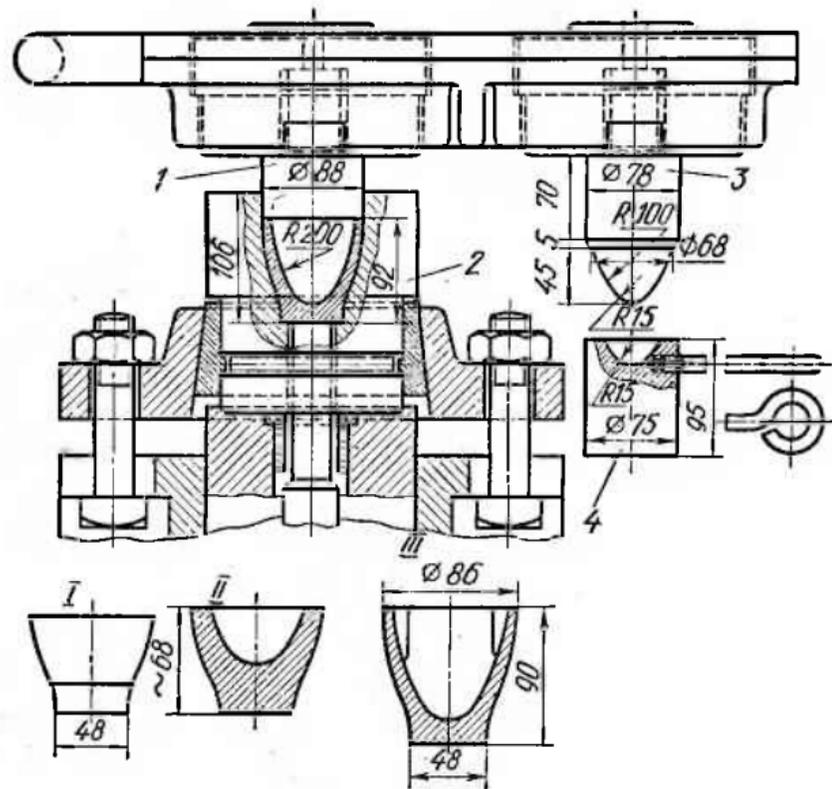


Рис. 183. Штмп фрикционного пресса для штамповки колпачков в три перехода

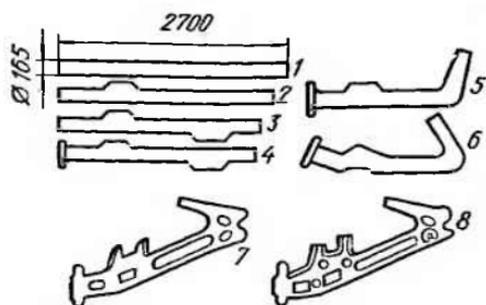


Рис. 184. Последовательность (1—8) изготовления сложной поковки из алюминиевого сплава

на 3. Далее устанавливают верхнюю полуматрицу 4, также имеющую пазы под вставные пуансоны 3.

Прижимную плиту 5 надевают на полуматрицу 4 и закрепляют в башмаке 1 двумя клиньями 6. Поместив заготовку в полость матрицы, проводят штамповку за один ход гидропресса усилием 1800 тс пуансоном 7, винченным в пуансонодержатель 8.

Для штамповки используют фасонную заготовку в виде усеченного конуса высотой 360 мм и диаметрами оснований 230 и 150 мм, полученную ковкой. Заготовку вставляют в матрицу малым основанием вниз. Масса поковки — 153 кг.

Сборка и разборка такого штампа занимает много времени и производительность штамповки невелика. С целью повышения производительности все шире применяют штамповку на многоплунжерных прессах, имеющих несколько ползунов, один из которых перемещается в вертикальном направлении, другие — в горизонтальном.

Если при штамповке очень длинных поковок усилия гидропресса не хватает для изготовления целой детали или штамп получается очень большим, не помещающимся в рабочее пространство пресса, применяют так называемую секционную штамповку, т. е. штамповку последовательно по частям. При этом поковку передвигают при помощи выдвигного стола пресса. Секционную штамповку применяют при изготовлении поковок панелей, крупных коленчатых валов и т. п.

Прошивку и протяжку мелких и средних поковок часто осуществляют на вертикальных гидравлических прессах в двухручьевых штампах с общим корпусом. Крупные поковки прошивают на вертикальных, а протягивают на горизонтальных прессах, как правило, с одного нагрева.

Штамп для изготовления поковки стакана прошивкой показан на рис. 186, а. Система матрицы 6, кожуха 5 и корпуса 7 охлаждается водой, для чего в кожухе имеются спиральные канавки и штуцера для подвода и отвода воды. Водяное охлаждение имеется также и в прошивном пуансоне 4.

Пуансон крепится к пуансонодержателю гайкой 2 или непосредственно винчиванием пуансона в пуансонодержатель 3. Кожух и матрица притянуты к корпусу крышкой 1. В штампе имеется ограничитель хода ползуна и съемник поковки. Рабочая головка прошивного пуансона обычно съемная, имеющая резьбовое крепление к пуансону. Диаметр пуансона на 1,5—2,0 мм меньше диаметра головки.

В протяжном штампе (рис. 186, б) пуансон 2 крепят к пуансонодержателю 4. Протяжные кольца 3 устанавливают в обоймах 6. Штамп имеет ограничитель хода пуансона 5, выдвигной съемник 1 и наклонный желоб 7 для направления поковок в тару.

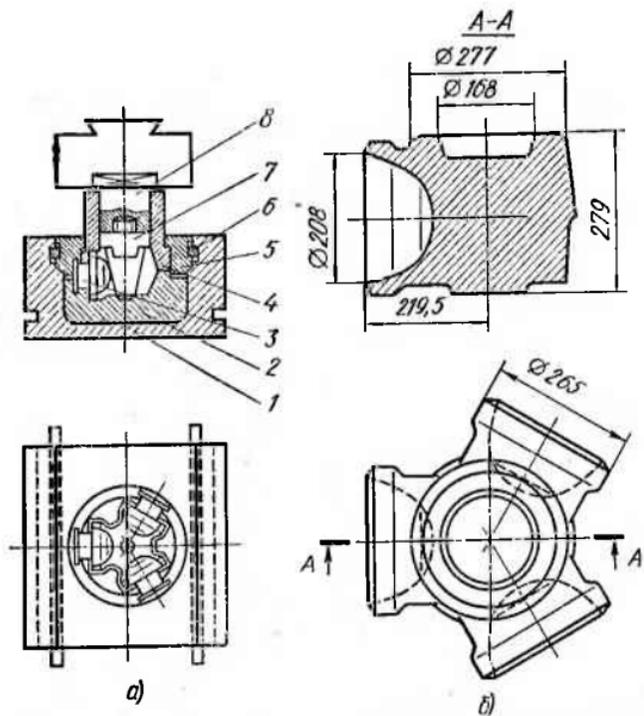


Рис. 185. Штамп (а) для закрытой штамповки втулки (б) авиационного винта

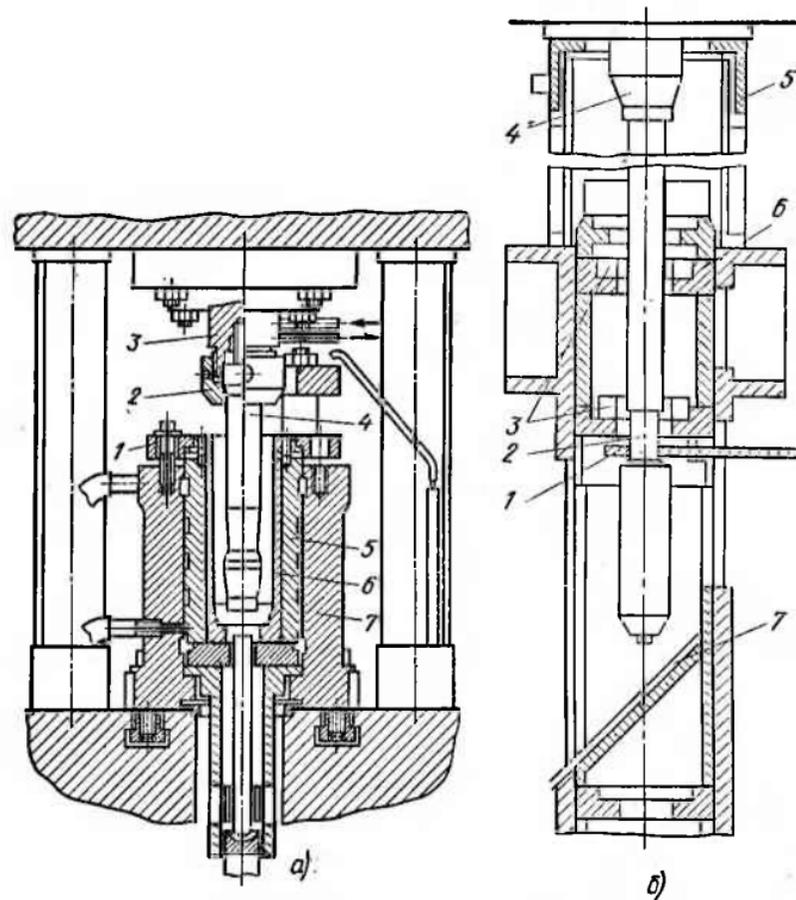


Рис. 186. Штампы гидравлических прессов: а — для глубокой прошивки, б — для протяжки

На рис. 188, в показаны переходы штамповки для получения поковки в виде стержня с бобышкой. В первых двух ручьях набирают необходимый объем металла, в третьем ручье формируют сферическое утолщение $\varnothing 23$ мм на конце стержня. Четвертый переход — осадка шара до толщины 14 мм боковой полуматрицей. В качестве заднего упора для первых трех ручьев применяют упор-рамку. В четвертом переходе в рамке выполнено освобождение под стержень, который при осадке утолщения сдвигается в правую сторону.

§ 6. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

Технологические процессы получения горячештампованных поковок непрерывно совершенствуются. Прогрессивная технология должна обеспечивать снижение себестоимости изготовления поковок, в которую входят затраты, связанные со стоимостью израсходованного металла, заработной платой рабочих, ремонтом и содержанием оборудования, стоимостью штампов и др. Повышение производительности штамповки снижает себестоимость изготовления поковок, так как при этом уменьшаются затраты на ремонт и амортизацию оборудования, потребляемую энергию, наладку штампов.

Затраты на металл составляют основную долю (60—80%) себестоимости поковок. Поэтому главным направлением совершенствования технологии горячей штамповки является экономия металла. Ниже рассмотрены некоторые мероприятия, обеспечивающие уменьшение расхода металла, а в ряде случаев также и увеличение производительности штамповки и стойкости штампов.

Применение профильного и периодического проката. При штамповке круглых поковок с отверстиями применяют трубные заготовки. Например, поковку торцового гаечного ключа при изготовлении из трубы высаживают за два перехода на горизонтально-ковочной машине (рис. 189, а). По сравнению с изготовлением детали из прутка обеспечивается экономия металла, снижение трудоемкости механической обработки. Применение трубной заготовки при высадке на ГКМ показано на рис. 188, б.

При изготовлении поковок типа крестовин, маховичков применяют фасонный прокат крестообразного сечения (рис. 189, б).

На рис. 189, в показано, как при помощи рациональной разрезки проката 1 двутаврового сечения можно получить фасонную заготовку 2 под последующую штамповку кронштейна 3. Профиль сначала разрезают в поперечном направлении (на две штуки), затем каждую заготовку разделяют косым срезом на две одинаковых.

Эффективность применения фасонного проката во многом зависит от того, насколько точным, малоотходным и производительным является способ разделки проката на заготовки.

Применение периодического проката под штамповку обеспечивает значительный эффект в крупносерийном и массовом производстве, так как разделка проката на мерные заготовки достаточ-

но проста, а достигаемая экономия металла и повышение производительности компенсируют некоторое увеличение стоимости проката по сравнению с обычным.

Использование периодического проката позволяет обойтись без заготовительных ручьев, т. е. применять черновой и чистовой штамповочные ручки, а иногда только чистовой. Наиболее перспективным является применение периодических профилей, изготовленных поперечной прокаткой. Станы периодической прокатки могут быть относительно легко переналажены с одного профиля на другой, что делает рациональным их установку даже в кузнечных цехах.

Комбинированную штамповку выгодно применять в крупносерийном и массовом производстве, когда не требуется частая переналадка процесса. Отдельные операции технологического процесса можно закрепить за машинами, специально предназначенными для выполнения этих операций.

Комбинированная штамповка с применением фасонирования на отдельной машине не обеспечивает существенной экономии металла по сравнению с молотовой штамповкой, однако дает заметное увеличение производительности. По сравнению со штамповкой на прессах, на которых нельзя выполнять протяжку и подкатку, комбинация вальцы — пресс, например, приводит к резкому снижению расхода металла, а также увеличивает стойкость штампов, так как разгружает штамповочные ручки.

Основное кузнечно-штамповочное оборудование комбинируют также с машинами, предназначенными для выполнения только окончательного формоизменения поковок. На рис. 190, а показана поковка грузового колеса, полученная обычной штамповкой на молоте или прессе с большим напуском 1 по месту расположения желоба. При комбинированной штамповке получают поковку 2 колеса, форма которой показана штрихпунктирной линией, затем на отдельном прессе в штампе с съемными матрицами отгибают реборду и получают поковку 3 без напуска.

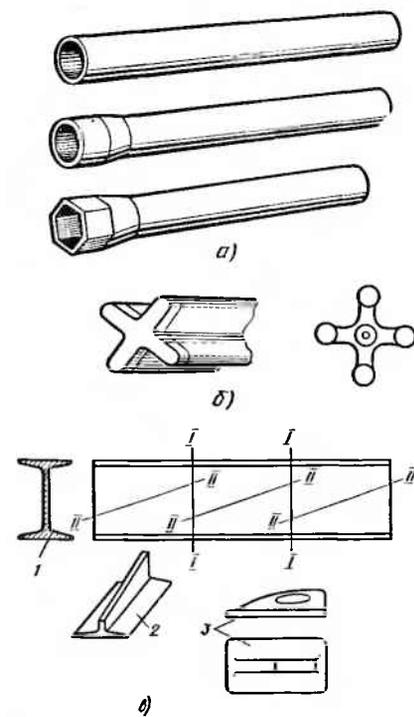


Рис. 189. Профильный прокат для изготовления поковок:
а — трубчатый, б — крестообразный, в — двутавровый

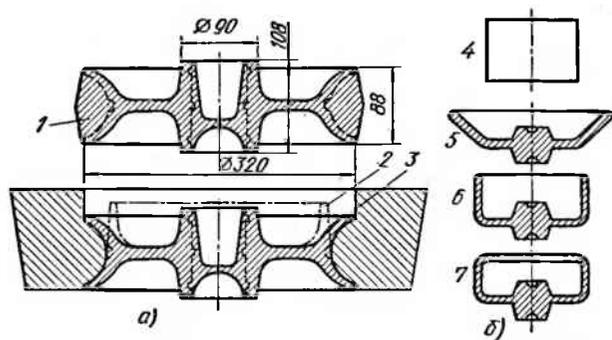


Рис. 190. Переходы комбинированной штамповки при изготовлении:
а — поковки грузового колеса, б — поковки пустотелой детали

На рис. 190, б показана комбинированная штамповка сложной поковки. Вначале из обычной заготовки 4 штампуют тарельчатую заготовку 5, которую затем протягивают через кольцо, получая цилиндрический стакан 6. Далее обкаткой кромки стакана получают поковку 7 заданной формы. Применяя обычную штамповку, можно получить только грубую поковку без отверстия, которую затем приходится обрабатывать механическим путем при значительном расходе металла.

Групповая штамповка заключается в одновременном получении нескольких поковок. Многоступенчатую штамповку небольших поковок в основном применяют с целью повышения производительности и более полного использования зеркала штампа.

Спаренная (групповая) штамповка позволяет избежать применения сложных заготовительных ручьев (см. рис. 172) или разгрузить штамп от горизонтальных сдвигающих сил. На рис. 191, а показана поковка рукоятки 1, имеющая Г-образную форму. Объединение пяти поковок в одну групповую 2 позволяет упростить процесс штамповки и применять простую исходную заготовку. При изготовлении крупных кольцеобразных поковок наблюдается значительный расход металла на перемычку (рис. 191, б). В некото-

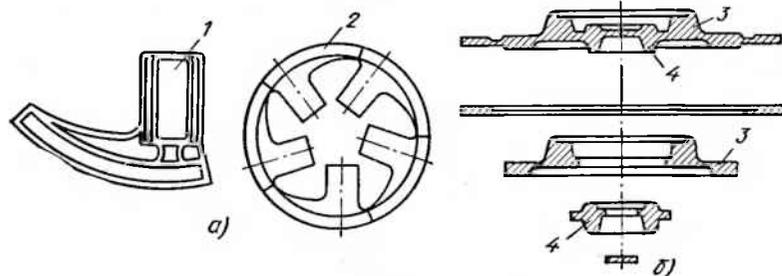


Рис. 191. Групповая штамповка:
а — поковки рукоятки, б — двух зубчатых колес

рых случаях в середину поковки 3 можно встроить другую поковку 4 меньшего размера, изготавливаемую из той же стали, что и первая. Применяя такую сложную поковку, достигают экономии металла за счет ликвидации облоя у малой поковки и значительного сокращения объема пробиваемой перемычки.

Использование отходов. При штамповке на ГКМ от прутка конец, зажимаемый в полуматрицах, обычно является отходом. Концевой отход стремятся уменьшить, например, за счет увеличения сил трения в зажимном ручье или при помощи применения специальных клещей — упора. Однако в некоторых случаях концевой отход используют для штамповки какой-нибудь другой поковки (на той же ГКМ или другом оборудовании).

§ 7. ПОНЯТИЕ О КОЭФФИЦИЕНТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛА

Одним из основных показателей, характеризующих эффективность кузнечно-штамповочного производства, является коэффициент использования металла:

$$K = \frac{Q_d}{Q_{н.р}},$$

где Q_d — масса готовой детали; $Q_{н.р}$ — масса израсходованного на 1 деталь металла (норма расхода). Коэффициент использования металла K показывает, какая доля израсходованного металла использована полезно, а величина $1 - K$ показывает, какая часть металла приходится на отход.

Коэффициент использования металла при изготовлении деталей из горячештампованных заготовок обычно составляет 0,4—0,5 и редко превышает 0,6—0,7. В отдельных случаях (при изготовлении сложных деталей из труднодеформируемых малопластичных сплавов) доля полезно израсходованного металла не превышает 0,1—0,2.

Эффективность работы кузнечного цеха оценивают также по коэффициенту выхода годного:

$$K_1 = \frac{Q_n}{Q_{н.р}}$$

(Q_n — масса поковки), который не дает правильного представления о доле полезно израсходованного металла. Действительно, если коэффициент использования металла представить в виде

$$K = \frac{Q_n}{Q_{н.р}} \cdot \frac{Q_d}{Q_n} = K_1 K_2,$$

то коэффициент выхода годного K_1 будет характеризовать использование металла в кузнечном цехе, а K_2 — использование поковки (степень приближения поковки к готовой детали) в механическом цехе. Высокое значение K_1 можно получить не только за счет

снижения расхода металла $Q_{в.р.}$, но также и за счет увеличения массы поковки $Q_{п.}$, что уменьшает K_2 и приводит к излишним потерям металла в стружку. Коэффициент K_2 также не дает представления о расходе металла, так как очень точную поковку с небольшой массой можно получить за много переходов штамповки с неоднократной обрезкой облоя, т. е. с завышенным расходом металла $Q_{в.р.}$.

Таким образом, ни K_1 , ни K_2 в отдельности не характеризуют экономичное расходование металла в производстве. Правильное представление о расходе металла дает произведение $K_1 \cdot K_2$, т. е. коэффициент использования металла, учитывающий потери металла как в кузнечном, так и в механическом цехах.

§ 8. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Организация рабочего места при горячей объемной штамповке должна обеспечивать максимальные удобства для работающих, беспрепятственную и легкую передачу нагретых заготовок от печи к обрезающему прессу, удовлетворять требованиям безопасности.

Производительность нагревательного устройства должна быть согласована с производительностью штамповки, чтобы не было простоев оборудования или, наоборот, нагретые заготовки не скапливались у молота или прессы.

Организация рабочего места при молотовой штамповке поковок средней массы показана на рис. 192, а. Полуметодическая печь 1 расположена слева от молота 8 под углом 90° к нему. Бригада состоит из трех человек: нагревальщика, штамповщика и пресовщика — обрезчика облоя.

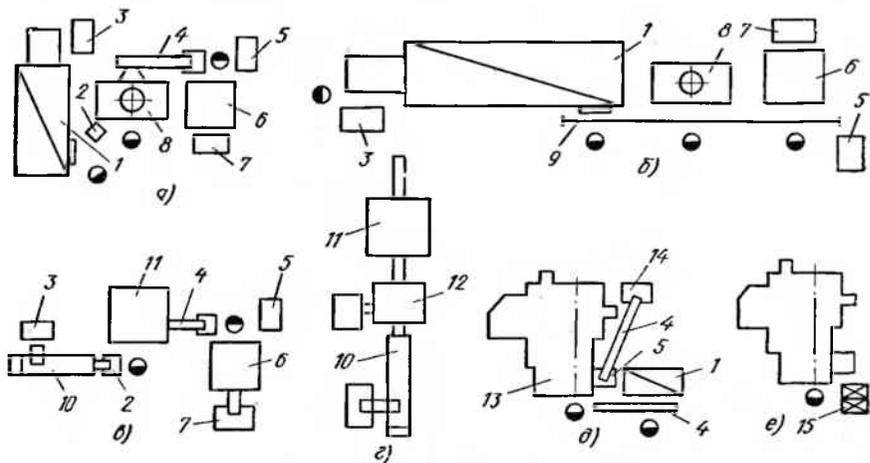


Рис. 192. Организация рабочего места при горячей штамповке:

а, б — на молотах поковок средней массы и крупных, в, е — на КГШП, д, е — на ГМК

Нагревальщик загружает заготовки из тары 3 в печь и выдает нагретые заготовки на стол 2 к молоту. Штамповщик выполняет штамповку и сбрасывает поковку на пластинчатый или цепной конвейер 4, установленный за молотом.

Поковка по конвейеру попадает к обрезающему прессу 6, на котором пресовщик обрезает облой и (при необходимости) пробивает отверстие. Облой скидывается в тару 5, поковки по склизу или по конвейеру, установленному под прессом, попадают в тару 7.

На участке легких молотов обрезающие прессы, как правило, отсутствуют, так как обрезку холодного облоя выполняют на отдельном участке. При штамповке поковки от прутка используют щелевые печи. Поковки, отрубаемые в штампе на ноже, падают или скатываются по желобу в тару.

При штамповке крупных поковок наилучшие условия обеспечиваются при расположении оборудования в линию с передачей заготовок от печи к молоту и далее к обрезающему прессу при помощи подвешенного монорельса 9 (рис. 192, б). В этом случае бригада пополняется подручными рабочими, необходимыми, например, для загрузки печи, и состоит из 4—5 человек.

При штамповке очень тяжелых поковок, например коленчатых валов, используют манипуляторы. Для подкатки заготовок массой 80—100 кг и выше применяют напольные полуавтоматические кантователи.

Планировка производственных участков при штамповке на КГШП имеет такие особенности:

при нагреве заготовок в пламенных печах на участке должна быть установка для гидроочистки заготовок от окалины (между печью и прессом);

при штамповке поковок с вытянутой осью между нагревателем и прессом устанавливаются ковочные вальцы;

при автоматической перекладке заготовок из ручья в ручей обрезку облоя и пробивку отверстия целесообразно выполнять непосредственно на кривошипном штамповочном прессе, тогда обрезающий пресс не требуется, и сокращаются производственные площади. Обрезку облоя в последнем ручье штампа выполняют одновременно с осадкой исходной заготовки в первом ручье, так что производительность КГШП не снижается.

В показанном на рис. 192, в участке заготовки из тары 3 загружают в индуктор 10 непрерывного действия вручную или автоматически при помощи бункера-загрузчика. После нагрева заготовки выталкиваются на стол 2 к штамповочному прессу 11.

Штампованная поковка выдается через боковое окно прессы вправо на столик у обрезающего прессы 6, фронт которого противоположен фронту штамповочного. Иногда поковку из бокового окна прессы удобно подавать непосредственно в боковое окно обрезающего прессы.

Вариант расположения оборудования с применением ковочных вальцев, работающих в автоматическом режиме с индуктором, показан на рис. 192, г. Оборудование расположено в линию

поперек оси пролета здания. Заготовки автоматически при помощи транспортера-ориентатора поступают в индуктор 10 и после нагрева выталкиваются на конвейер, подающий их к специальным ковочным вальцам 12.

В результате прохождения через две пары валков заготовка приобретает фасонную форму и поступает через боковое окно пресса 11 в штамп. Штампованная заготовка передается через боковое окно к обрезающему прессу. Такую организацию рабочего места применяют, в частности, при изготовлении поковок штапунов.

При высадке на ГКМ рабочее место штамповщика находится ближе к правому краю машины, так как зажимной ползун располагается слева. Поэтому нагревательное устройство 1 (щелевые и очковые печи, индукторы периодического действия) обычно располагают справа от машины 13 (рис. 192, д). Заготовки от печи к ГКМ передают по склизу или конвейеру 4, а тяжелые — на подвесных монорельсах.

Поковки, штампуемые из прутка, и облой проваливаются в приямок, находящийся справа от машины, в котором устанавливают тару 5. Значительно удобнее направлять поковки и облой непосредственно из приямка по конвейеру в тару 14, расположенную на полу цеха.

При штамповке легких поковок индукционные нагреватели 15 часто располагают под 90° к ГКМ, тогда для нагрева и штамповки требуется один человек (рис. 192, е).

При штамповке тяжелых поковок заготовки из ручья в ручей передают механическими подъемниками. Штамповку на ГКМ автоматизируют. Индуктор располагают в непосредственной близости от матричного блока, а для передачи заготовок из ручья в ручей применяют автоматические переключатели-клещи. Расстояния между ручьями должны быть одинаковыми, равными ходу переключателей-клещей, а ручьи располагают в порядке совершения переходов штамповки.

Наиболее высокие требования по технике безопасности предъявляются при работе на молотах. Кроме наблюдения за техническим состоянием молота и выполнения мероприятий по правильной эксплуатации оборудования, необходимо:

следить, чтобы конец клина крепления верхнего штампа выступал из-под бабы не более чем на 50—65 мм;

выставлять металлические щиты, защищающие находящихся на участке штамповки или проходящих рядом людей от отлетающей окалины;

при штамповке работать в шлеме и в очках, чтобы предупредить повреждение глаз отскакивающей или сдуваемой окалиной; работать в рукавицах во избежание ожога рук;

внимательно следить за состоянием штампов, чтобы предупредить случаи поломок или выкрашивания инструмента в процессе работы. Запрещается вводить руки в штамповую зону без предварительной установки бабы на подпорку и выключения привода молота.

1. В чем отличие расчлененной штамповки от комбинированной?
2. Расскажите о преимуществах и недостатках штамповки на молоте.
3. Почему при штамповке на КГШП необходимо иметь исходную заготовку без окалины?
4. Какие штампы применяют для закрытой штамповки на КГШП?
5. Как и для чего проводят секционную штамповку на гидравлических прессах?
6. Приведите примеры эффективного применения профильного и периодического проката.
7. Что такое коэффициент выхода годного и коэффициент использования металла?
8. Каким образом можно повысить коэффициент использования металла?
9. Где должны быть расположены ковочные вальцы на участке штамповки удлиненных поковок на КГШП?
10. Какие требования предъявляются к расположению ручьев в штампе ГКМ при применении автоматических переключателей-клещей?

ЗАВЕРШАЮЩИЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВА ПОКОВОК

Поковки, полученные штамповкой, перед отправкой на склад готовой продукции или в механический цех подвергают завершающим и отделочным операциям: обрезке облоя и пробивке отверстий, термической обработке, очистке, правке и калибровке. Поковки, полученные ковкой, обычно подвергают только термообработке и очистке.

§ 1. ОБРЕЗКА ОБЛОЯ И ПРОБИВКА ОТВЕРСТИЙ

Обрезку облоя и пробивку отверстий поковок, полученных штамповкой на молотах и прессах, осуществляют в специальных штампах на обрезных кривошипных и реже гидравлических прессах.

В кузнечных цехах применяют горячую и холодную обрезку поковок. При горячей обрезке обрезной пресс устанавливают в непосредственной близости от штамповочного молота или КГШП и обрезку проводят сразу после штамповки.

Холодную обрезку осуществляют в обрезном отделении, где устанавливают необходимое количество обрезных прессов. При холодной обрезке применяют меньшее количество обрезных прессов, чем при горячей, меньше коробление поковки, проще подгонка обрезного инструмента. В этом преимущество холодной обрезки. Преимуществом горячей обрезки является меньшее (в 5—7 раз) усилие деформации по сравнению с усилием холодной обрезки.

Поэтому горячую обрезку целесообразно применять для крупных поковок с относительно толстым облоем, холодная обрезка которого требует применения прессов большой мощности; для поковок из малопластичных металлов (высокоуглеродистых и легированных сталей, титановых и магниевых сплавов).

Поковки из алюминиевых и медных сплавов подвергают только холодной обрезке, так как указанные металлы отличаются высокой пластичностью и незначительным сопротивлением деформации в холодном состоянии. Особо крупные поковки обрезают на гидравлических прессах.

Схемы обрезки. Для обрезки облоя и пробивки отверстий применяют штампы, рабочими деталями которых являются матрица и пуансон.

При обрезке облоя (рис. 193, а) поковку 2 укладывают на матрицу 1, закрепленную на столе пресса. При рабочем ходе ползуна пуансон 3 проталкивает поковку в отверстие матрицы, острые

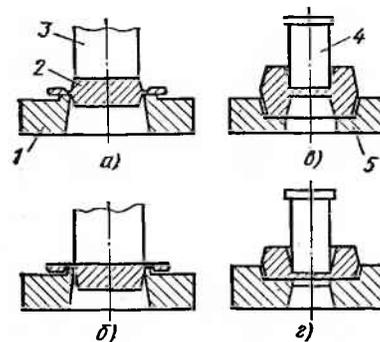


Рис. 193. Схемы обрезки облоя (а, б), пробивки отверстия (в, г)

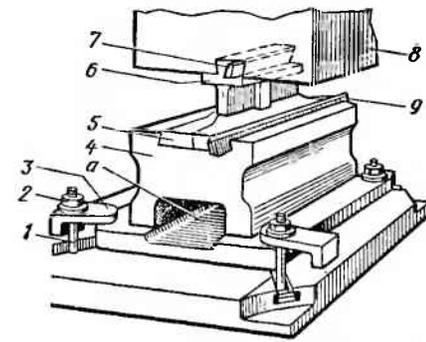


Рис. 194. Простейший обрезной штамп

кромки которой срезают облой. Таким образом, в обрезном штампе режущим инструментом является матрица, а пуансон выполняет роль толкателя, передающего усилие на поковку.

При пробивке отверстия (рис. 193, в) режущим инструментом является пуансон 4, матрица 5 является опорной и центрирующей деталью.

Если облой или перемячка расположены у торца поковки, применяют штампы, у которых и матрица и пуансон имеют режущие кромки (рис. 193, б, г).

Штампы для обрезки облоя и пробивки отверстий. Различают простые, последовательные и комбинированные штампы. Простые штампы предназначены для выполнения только одной операции (обрезки облоя или пробивки отверстия).

Простейший обрезной штамп показан на рис. 194. Пуансон 6 клином 7, а матрица 5 клином 9 крепятся соответственно в ползуне 8 пресса и башмаке 4. Башмак на столе пресса крепится при помощи прихватов 3, болтов 1, головки которых проходят в Т-образных пазах стола, и гаек 2. Башмак имеет провальное (под матрицей) и выгребное а окна.

После обрезки облоя поковка проваливается на стол пресса. Штамп такой конструкции (с высоким башмаком) применяют при обрезке на прессах, у которых отсутствует отверстие в столе пресса, а также при горячей обрезке тяжелых поковок, падение которых под стол пресса связано с опасностью образования забоин.

Устройство простого обрезного штампа с низким башмаком 6, имеющим только провальное окно, показано на рис. 195, а. Поковка после обрезки облоя проваливается под стол пресса и попадает в тару или на конвейер. Отличие данного штампа от предыдущего заключается также в способе крепления матрицы 5 и наличии съёмника 2.

Установка матрицы в башмаке при помощи регулировочных и крепежных винтов позволяет более точно центрировать пуансон по матрице, добиваясь равномерного зазора между ними. Съёмник 2

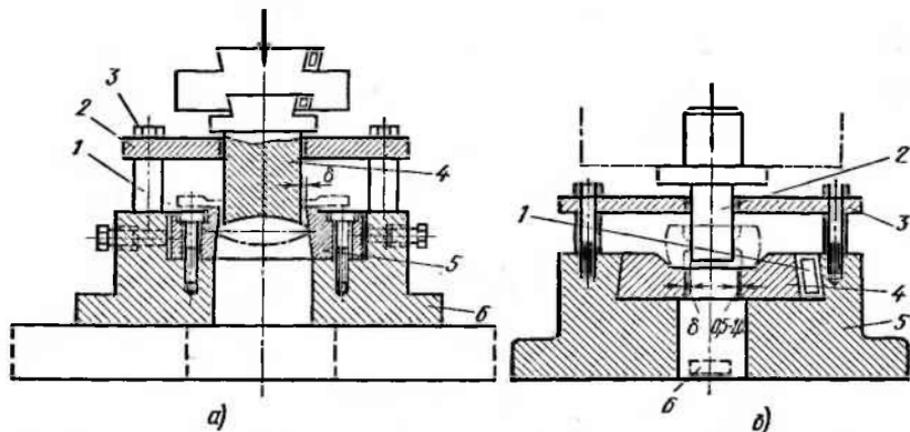


Рис. 195. Устройство простого обрезного штампа с низким башмаком (а) и пробивного штампа (б)

необходим для снятия облоя с пуансона 4 при обратном ходе его. Облой может оставаться на пуансоне при малом зазоре между матрицей и пуансоном, при применении пуансона с режущей кромкой, при обрезке поковок со сложным несимметричным профилем. Особенно часто облой застревает на пуансоне при горячей обрезке из-за охлаждения металла.

В рассматриваемом штампе используется жесткий съемник 2, состоящий из планки с отверстием для прохождения пуансона, двух труб 1 и пропущенных сквозь них винтов 3. В штампах применяют также пружинные, рычажные и другие виды съемников.

Простой пробивной штамп показан на рис. 195, б. Толщина перемычки под пробивку обычно значительно больше, чем толщина облоя, поэтому пробивку, как правило, выполняют в горячем состоянии. Штамп состоит из пуансона 2, имеющего режущие кромки, матрицы 4, закрепленной в низком башмаке 5 клином 1, и жесткого съемника 3 поковок. Выдра 6 проваливается в окно башмака 5.

Если требуется обрезать облой и пробить отверстие, то в большинстве случаев применяют последовательные или комбинированные штампы. В последовательном штампе имеется два комплекта инструмента: один — для обрезки, другой — для пробивки. Обрезку облоя и пробивку отверстия осуществляют последовательно, т. е. сначала в одном комплекте инструмента поковку обрезают, затем поковку передают на пробивку.

Последовательный штамп для обрезки облоя и пробивки отверстия в поковке, имеющей овальный контур в плане и овальное отверстие, показан на рис. 196. Штамп состоит из двух башмаков 3 и 6, связанных между собой направляющими колонками 5. Верхний башмак крепится к ползуну прессы клином и шпонкой (на рисунке не показаны), нижний башмак закрепляют на столе прессы 1 при помощи болтов с Т-образными головками 2 и гаек.

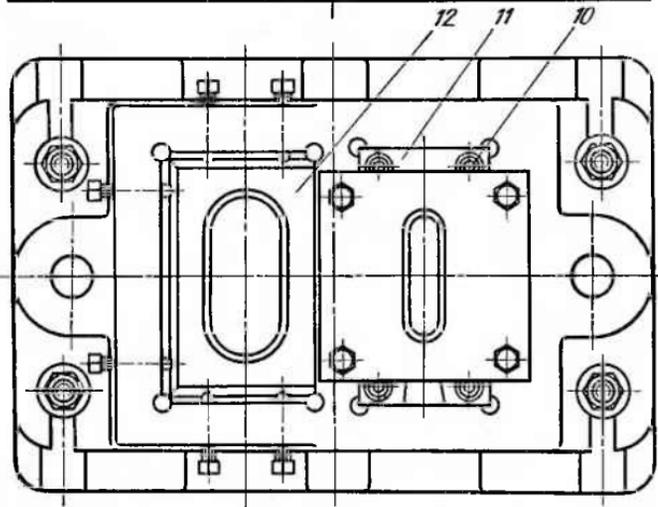
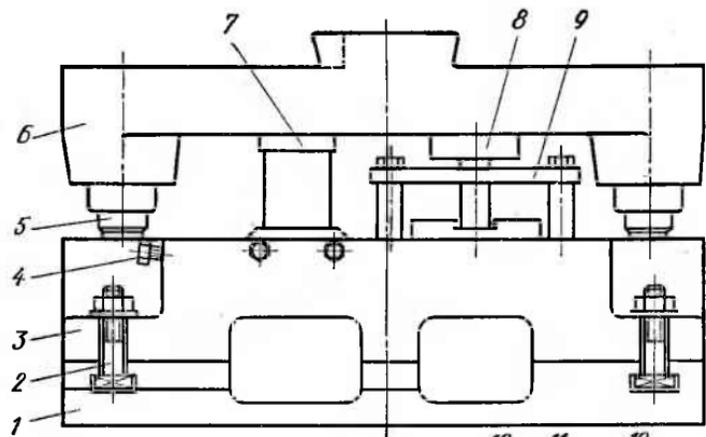


Рис. 196. Последовательный штамп для обрезки обоя и пробивки отверстия

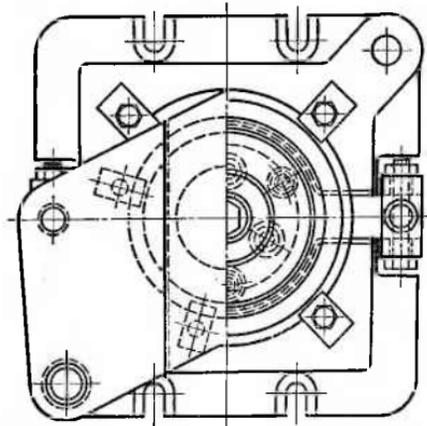
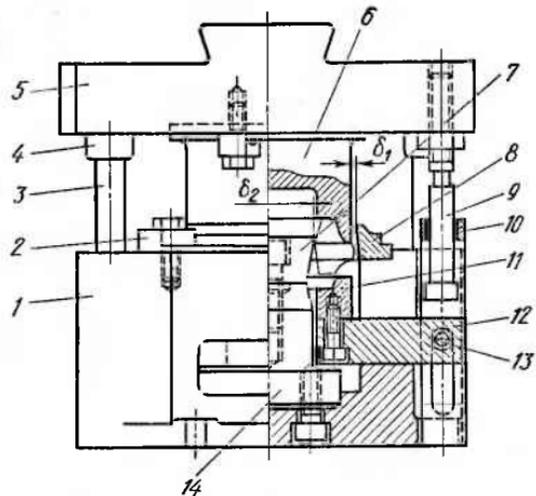


Рис. 197. Комбинированный штамп для обрезки-пробивки

Пуансон 7 и матрица 12 с режущими кромками предназначены для обрезки облоя. Положение матрицы в горизонтальной плоскости, а следовательно, и величину зазора между пуансоном и матрицей регулируют при помощи установочных винтов 4. Пуансон 8 с режущими кромками и матрица 11 предназначены для пробивки отверстия. Матрица крепится в гнезде нижнего башмака винтами 10.

Для снятия поковки с пробивного пуансона служит жесткий съемник 9. В нижнем башмаке имеются два провальных и два выгребных окна, предназначенных для удаления поволоки после обрезки облоя и отходов (перемычек) после пробивки отверстия.

Наиболее совершенным инструментом являются комбинированные штампы, в которых обрезка облоя и пробивка отверстия происходят за один ход пресса без переключивания поковки (рис. 197). Направление движения верхнего башмака относительно нижнего осуществляется при помощи колонок 3 и втулок 4.

Обрезной пуансон 6 крепят к верхнему башмаку 5 прихватами и болтами. Обрезная матрица 8 закрепляется на нижнем башмаке 1 прихватами 2, жесткое крепление в нижнем башмаке имеет также пробивной пуансон, состоящий из основания 14 и сменной рабочей головки 7 с режущими кромками.

В прорези нижнего башмака расположено свободно охватывающее пробивной пуансон коромысло 12, на котором установлен выталкиватель 11. В верхнем башмаке укреплены две тяги 9, связанные с коромыслом П-образными скобами 10 и винтом 13.

При ходе вверх головка тяги 9 зацепляет скобу и поднимает ее. При движении скобы вверх сначала выбирается зазор между нижним основанием паза в скобе и винтом 13, затем скоба поднимает винт и связанное с ним коромысло 12.

Штамп работает следующим образом. Поковку, подлежащую обрезке-пробивке, укладывают на выталкиватель 11 в верхнем положении ползуна. При ходе ползуна вниз коромысло 12 с выталкивателем опускаются и занимают нижнее положение (показано на рисунке), а поковка остается на обрезной матрице 8. При нажатии пуансона 6 на поковку происходит обрезка облоя, затем пуансон продвигает поковку вниз, а пробивной пуансон 7 удаляет перемычку.

Для размещения отходов (перемычек) в обрезном пуансоне 6 имеется полость. После пробивки отверстия поковка оказывается на выталкивателе 11, который поднимает ее вверх при обратном ходе ползуна.

Зазор между матрицей и пуансоном. Правильный выбор зазора обеспечивает высокое качество среза. Слишком большой зазор приводит к затягиванию в него горячего металла, к увеличенному остатку от облоя и необходимости его зачистки. Недостаточный зазор затрудняет наладку штампа, повышает опасность задевания пуансоном матрицы, может привести к срезу части поковки.

Зазор между пуансоном и матрицей при обрезке облоя делают за счет пуансона, т. е. контур обрезной матрицы выполняют в со-

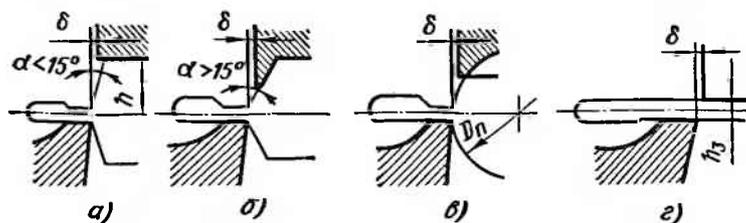


Рис. 198. Зазоры между пуансоном и матрицей:
а — при обрезке жестких высоких поволоки, б — невысоких поволоки, в — круглых поволоки,
г — в обрезке участвуют матрица и пуансон

ответствии с контуром разреза поковки, а контур пуансона делают меньше на величину зазора, выбираемую в зависимости от типа пуансона.

Толкающий пуансон (рис. 198, а, б, в) в обрезке непосредственно не участвует, поэтому величина зазора δ практически не влияет на качество реза. При обрезке высоких жестких поволоки ($h > 100$ мм) с небольшим штамповочным уклоном $\alpha < 15^\circ$ пуансон при обрезке не входит в матрицу (рис. 198, а) и подгонять пуансон по матрице не требуется.

При обрезке облоя у невысоких поволоки, когда пуансон входит в матрицу, появляется опасность застревания облоя на пуансоне. Во избежание этого зазор устанавливают из расчета 1,0—1,3 мм на каждые 100 мм размера поковки в плане.

Если поковка имеет уклон стенки $\alpha > 15^\circ$ (рис. 198, б), пуансон охватывает поковку, а зазор δ принимают равным 0,3 мм. При обрезке круглых поволоки (рис. 198, в) зазор устанавливают в зависимости от диаметра D_n . При $D_n = 20$ мм $\delta = 0,3$ мм; при $D_n = 70$ мм $\delta = 1,5$ мм.

Зазор δ делают одинаковым по всему контуру поковки, что упрощает наладку штампа. Если в обрезке участвуют и матрица и пуансон (рис. 198, г), зазор δ выбирают из расчета 8—10% от толщины облоя h_b . Величина зазора зависит от материала поковки; минимальный зазор 0,2 мм.

При пробивке отверстий зазор δ делают за счет матрицы. Зазор назначают в зависимости от формы прилегающего участка поковки, он составляет 0,3—3,0 мм. При назначении зазора учитывают, что кромка матрицы должна выступать за кромку поковки на 0,5—1,0 мм, чтобы на поковке не осталось отпечатка (см. рис. 195, б).

Если пуансон и матрица при пробивке являются режущими (см. рис. 193, г), то зазор выбирают в зависимости от толщины перемычки из расчета 2—4% от толщины при горячей пробивке и 3,5—10% — при холодной, но не более 0,3 мм.

Если односторонний зазор между матрицей и пуансоном более 1,5 мм, применяют штампы без направляющих колонок. При меньшем зазоре применение направляющих колонок обязательно.

Установка обрезных штампов на пресс. Для успешной эксплуатации обрезных штампов необходимы не только доброкачественный инструмент, но также правильная установка и надежное крепление его на прессе. При педальном управлении прессом рекомендуется следующий порядок установки обрезных штампов:

установить ползун в верхнем положении, выключить электродвигатель и остановить маховик;

штамп в сборе установить на подштамповой плите так, чтобы хвостовик пуансона находился под соответствующим пазом в ползуне;

нажимая на педаль и поворачивая маховик вручную, опустить ползун в нижнее положение, после чего выключить муфту пресса, чтобы при последующем включении электропривода ползун остался в нижнем положении;

ломиками поджать верхнюю часть штампа к ползуну и надежно закрепить ее;

регулирующим устройством пресса установить заданную в чертеже штампа закрытую высоту штампового пространства;

при использовании штампа без направляющих колонок перемещением нижнего башмака штампа или матрицы установить равномерный зазор между матрицей и пуансоном по всему контуру среза, после чего надежно закрепить нижнюю часть штампа на подштамповой плите;

включить электродвигатель и, когда маховик наберет полную частоту вращения (число оборотов), нажатием на педаль включить муфту и поднять ползун в крайнее верхнее положение (на легких прессах ползун поднимают проворачиванием маховика вручную, а муфту не отключают);

проверить, правильно ли установлен штамп, сначала на холостых, а затем на рабочих ходах пресса по качеству обрезки.

При использовании штампов с направляющими колонками установку пуансона относительно матриц проводят вне пресса, и монтаж штампа на пресс облегчается. При кнопочном управлении, когда пресс может обеспечивать короткие перемещения ползуна, установка штампов упрощается, так как ее проводят без отключения электродвигателя.

Вручную можно устанавливать на пресс только относительно легкие штампы. В остальных случаях следует применять тележки с гидروприводом или подъемный кран.

§ 2. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Послековки и штамповки поковки подвергают термической обработке, в результате которой изменяют структуру металла и улучшают механические и технологические характеристики металла, например обрабатываемость резанием. Термообработку поковок осуществляют на термическом участке кузнечного цеха, оснащенного газовыми или электрическими печами.

Основными операциями термической обработки стальных поковок являются отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

Отжиг заключается в нагреве поковки до температуры отжига, выдержке при этой температуре и медленном охлаждении вместе с печью. В результате образуется устойчивая структура металла, свободная от остаточных напряжений. Отжигают, главным образом, крупные поковки, требующие для нагрева значительного времени.

В зависимости от температуры нагрева различают полный, неполный, изотермический, диффузионный и другие виды отжига.

Нормализация отличается от отжига тем, что охлаждение ведут не с печью, а на воздухе, т. е. с большей скоростью. При нормализации в поковках устраняются внутренние напряжения, повышаются механические свойства металла. Нормализацию часто применяют как промежуточную операцию для подготовки поковок к последующей термообработке.

Закалка состоит в нагреве поковки до температуры закали, выдержке и ускоренном охлаждении поковок, как правило, в воде или масле. Углеродистые стали охлаждают в воде, легированные — в масле во избежание образования трещин. В результате закали улучшаются механические свойства, повышаются эксплуатационная надежность и долговечность изделий.

Отпуск заключается в нагреве закаленной стали до температуры не выше 650°, выдержке при этой температуре и последующем охлаждении. Отпуск проводят для снятия внутренних напряжений в закаленной стали и повышения ее вязкости.

В зависимости от требуемых свойств детали различают низкий, средний и высокий отпуск. Температура нагрева при низком отпуске — 150—250°С, при среднем — 350—450°С и высоким — 500—650°С.

Закалка стали с последующим высоким отпуском называется **улучшением** и является наиболее эффективным видом термообработки для конструкционных сталей. Улучшенная сталь по механическим свойствам значительно превосходит отожженную и нормализованную. Поэтому поковки клапанов, шатунов и других ответственных деталей, работающих в тяжелых условиях, как правило, подвергают улучшению.

В кузнечных цехах термической обработке обычно подвергают холодные поковки, охладившиеся до комнатной температуры. При этом остаточное тепло поковок теряется, что особенно ощутимо для крупных поковок. Все шире применяют прогрессивные процессы термообработки с использованием ковочного тепла. Поковку сразу после штамповки направляют в термическую печь или агрегат, установленные непосредственно на участкековки или штамповки. При этом существенно сокращаются затраты на нагрев при термической обработке и повышается производительность процесса.

Термическая обработка цветных сплавов отличается от обработки сталей режимами нагрева и охлаждения. Алюминиевые поковки подвергают закалке с последующим старением: естественным

с выдержкой до пяти суток и искусственным. Поковки из магниевых сплавов подвергают отжигу или закалке и искусственному старению, из титановых сплавов — отжигу или двойному отжигу.

§ 3. ОЧИСТКА ОТ ОКАЛИНЫ

После штамповки и термической обработки на поверхности поковок остается окалина. Очистка поковок от окалины необходима для повышения стойкости режущего инструмента при механической обработке, а также для выявления дефектов на поверхности поковок (волосовин, трещин и т. п.). Поковки от окалины очищают после обрезки облоя, пробивки отверстий, термообработки и замера твердости. Существует несколько способов удаления окалины, из которых большее распространение получили дробеметная очистка, галтовка и травление.

Дробеметную очистку осуществляют струей металлической дроби, выбрасываемой на поковку лопатками быстровращающегося колеса турбины. Скорость летящих дробинок достигает 60 м/с, диаметр — от 0,5 до 2,0 мм. Очистку проводят в специальных дробеметных барабанах, в которых поковки находятся на вращающейся бесконечной ленте.

При вращении ленты поковки переворачиваются, что создает хорошие условия для очистки (рис. 199, б). Применяют или литую дробь или нарезанную из стальной проволоки.

В ряде конструкций барабанов дробь выбрасывается на поковки струей сжатого воздуха. Такую очистку называют дробеструйной. Очистка дробью дает хорошие результаты и широко применяется в кузнечных цехах. Недостаток способа: значительный расход дроби, которая крошится и безвозвратно теряется (2,5—3,5 кг дроби на 1 т поковок).

Галтовка. Поковки загружают во вращающийся барабан вместе с металлическими звездочками, абразивным боем и т. п. При вращении барабана (рис. 199, а) поковки перекатываются, ударяются

друг о друга и о звездочки и очищаются от окалины. Производительность стандартного барабана — 2 т поковок в час. Галтовку применяют для сравнительно мелких поковок простой конфигурации (массой до 50 кг), чтобы избежать забоин на поверхности изделий. Недостатком способа является однообразный утомляющий шум при работе барабанов, а также невозможность очистки внутренних полостей.

Травление заключается в воздействии кислоты на металл. Для стальных поковок применяют 20%-ный раствор серной кислоты при 60—90°С, реже 15%-ный раствор соляной кислоты или их смесь. Серная кислота вступает во взаимодействие со сталью, отслаивая окалину в виде рыхлой пленки. Эта пленка растрескивается и осыпается с поковки. Действие соляной кислоты состоит в растворении окалины.

Травление проводят в ваннах с кислотоупорным покрытием. Травильный раствор подогревают до рабочей температуры при помощи змеевиков, изготовленных из свинцовой трубы. Поковки загружают в ванну в специальных корзинах из кислотоупорной стали, раствор непрерывно перемешивают.

Травление стальных поковок применяется редко. Это объясняется тем, что процесс дорогой (при травлении расходуется кислота и стравливаемый основной металл) и отличается неудовлетворительными санитарно-гигиеническими показателями.

Травление достаточно широко применяют при очистке поковок из алюминиевых, медных, магниевых и титановых сплавов.

§ 4. ПРАВКА

Правка необходима для устранения искривлений (коробления) поковок, которые превышают допуск на размеры и могут возникать в результате термической обработки, неравномерного охлаждения после штамповки, застревания поковки в ручье и последующего извлечения ее, при обрезке облоя и п.

Правку осуществляют в горячем или холодном состоянии. Горячую правку применяют для относительно простых поковок типа валиков и зубчатых колес, для поковок из высокоуглеродистых и высоколегированных сталей, холодная обработка которых могла бы привести к образованию трещин.

Горячую правку проводят после обрезки облоя в окончательном ручье ковочного штампа. Однако это уменьшает стойкость штамповочного ручья и производительность штамповки. Более рациональной является правка на обрезном прессе, проводимая совместно с обрезкой или последовательно после нее.

Для правки сложных поковок применяют специально выделенное оборудование (молот или пресс), устанавливаемое в одной линии со штамповочной машиной.

Горячая правка требует значительно меньшего усилия, чем

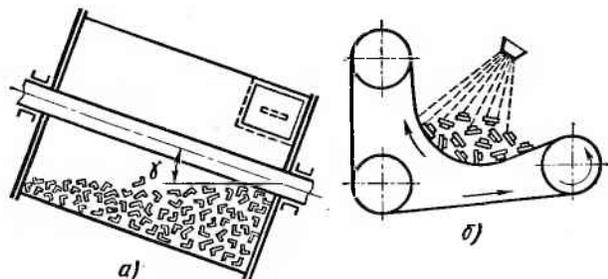


Рис. 199. Схема очистки поковок:

а — в галтовочном барабане, б — в дробеметном барабане

холодная. Применение горячей правки не всегда исключает необходимость применения холодной.

Холодную правку, являющуюся экономичным и высокопроизводительным способом обработки, применяют, как правило, после термической обработки и очистки поковок от окалины. Как правило, для правки используют фрикционные молоты с доской или фрикционные винтовые прессы, устанавливаемые в термическом отделении цеха.

Холодную правку в основном применяют для сложных по форме и мелких и средних по массе поковок, так как усилия деформации весьма большие. Для крупных поковок удлиненной формы применяют правильные прессы, чаще одноэтажные гидравлические, однако для особо крупных поковок используют также двух- и четырехколонные прессы усилием до 200 тс. Правку на правильных прессах проводят при помощи подкладок или призм, соблюдая меры предосторожности против возможности вылетания поковок или подкладок.

Штампы для правки в основном имеют один ручей, который при холодной правке выполняют по чертежу поковки, при горячей — по чертежу горячей поковки с несколько меньшей усадкой, так как поковка имеет пониженную температуру по сравнению с температурой штамповки.

Ручей правочного штампа в сравнении со штамповочным делают упрощенным и без облойной канавки. Отличие правочного ручья состоит в следующем (рис. 200, а):

горизонтальные размеры делают больше на величину зазора Δ , равного половине верхнего отклонения на размеры A , D , B ; наружные радиусы закругления принимают на 2 мм большими соответствующих радиусов в штамповочном ручье, т. е. $R = r + 2$ мм;

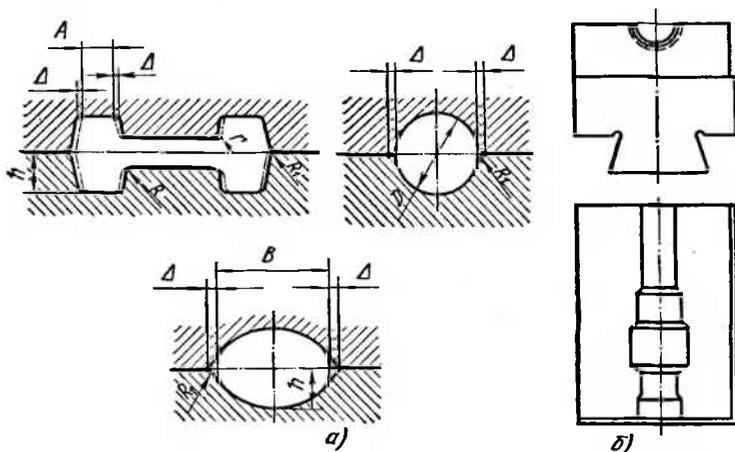


Рис. 200. Сечение в вертикальной плоскости (а) и вид в плане (б) правочного ручья молотового штампа

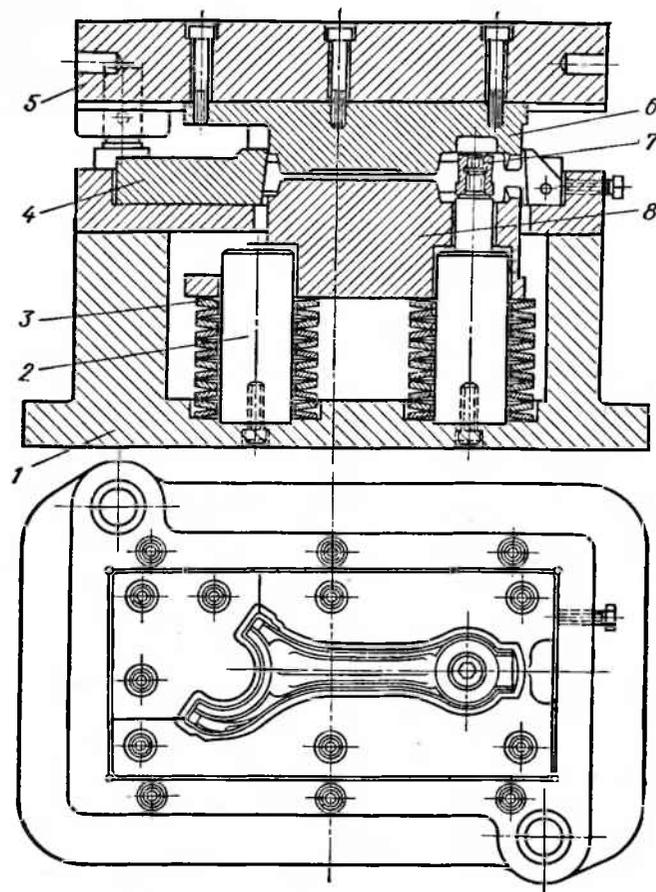


Рис. 201. Комбинированный штамп для обрезки облоя, пробивки отверстия и правки поковок шатуна

радиусы перехода стенки к плоскости разреза принимают $R_1 \approx \approx 0,05 h + 2$ мм; для круглых сечений $R_1 \approx 0,05 \frac{D}{2} + 2$ мм.

Контур правочного ручья в плане при возможности делают открытым с задней и передней сторон (рис. 200, б), что упрощает изготовление штампа. Иногда применяют двухручьевые штампы, в частности тогда, когда поковку нужно править в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. При двухручьевых штампах целесообразно править две поковки одновременно.

Комбинированный штамп для обрезки облоя, пробивки отверстия и правки поковки шатуна на обрезном прессе показан на рис. 201. Сборная обрезная матрица 4 и пробивной пуансон 7

неподвижно закреплены в нижнем башмаке 1 штампа. Подвижный вкладыш 8 опирается на два набора тарельчатых пружин 3, внутри которых установлены направляющие стойки 2.

В верхнем положении ползуна вкладыш поднят пружинами таким образом, что поковка укладывается на вкладыш, а не на матрицу. При ходе ползуна вниз верхняя рабочая вставка 6, закрепленная на башмаке 5, нажимает на поковку и продавливает ее сквозь обрезную матрицу и пробивной пуансон, в результате чего обрезается облой и пробивается отверстие в бобышке шатуна. При этом вкладыш 8 опускается вниз, сжимая пружины. Усилие сопротивления пружин возрастает до усилия правки, и поковка приобретает правильную форму.

При обратном ходе ползуна поковка перемещается вверх вместе с верхней рабочей вставкой 6 и вкладышем 8, так что форма поковки не искажается. Набор тарельчатых пружин является не только элементом конструкции штампа, но и предохраняет обрезной пресс от перегрузки при холодной правке.

§ 5. КАЛИБРОВКА

Калибровку применяют для повышения точности формы и размеров поковки и снижения шероховатости поверхности. В результате часто получают поверхности, не требующие дальнейшей механической обработки. Калибровка получила распространение главным образом в крупносерийном и массовом производстве.

Отличие калибровки от правки заключается в том, что при калибровке меняются размеры поковок, например высота головки, а при правке исправляются искажения поковки, например выпрямляют изогнутую ось при сохранении основных размеров поковки. Различают плоскостную и объемную калибровку.

Плоскостную калибровку (рис. 202, а) применяют для получения точных вертикальных размеров поковки на одном или нескольких участках поковки. При плоскостной калибровке металл свободно перемещается в горизонтальной плоскости.

Плоскостную калибровку проводят в холодном состоянии на кривошипно-коленных прессах, отличающихся значительной жесткостью. Перед калибровкой поковки термически обрабатывают и очищают от окалины.

При калибровке вертикаль-

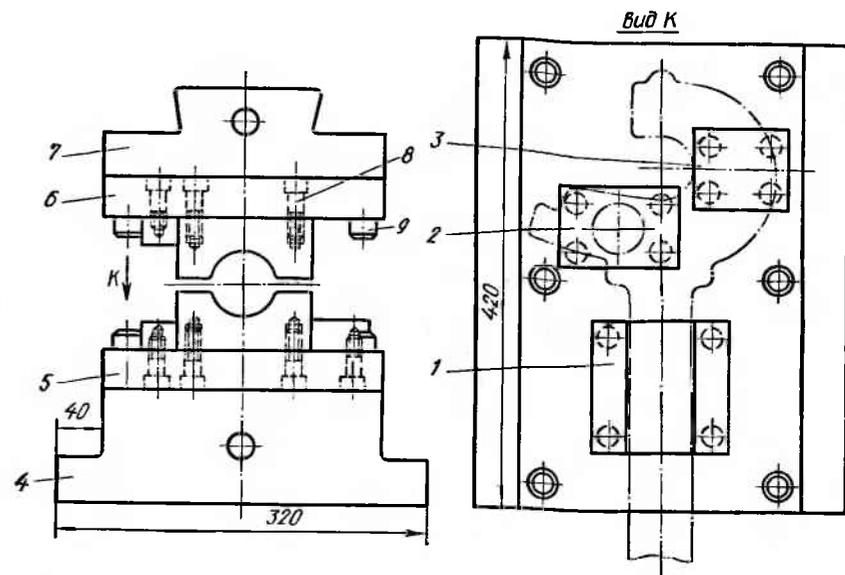


Рис. 203. Калибровочный штамп для поковки крюка

ные размеры поковки уменьшаются, поэтому предусматривают припуск на калибровку. Точность поковок после калибровки повышается, т. е. допуски на размеры между калиброванными поверхностями ужесточаются.

Объемную калибровку (рис. 202, б) применяют для получения более точной формы поковок с ужесточением размеров не только в вертикальной, но и горизонтальной плоскостях. Объемная калибровка может сопровождаться незначительным вытеканием металла в облой. Точность при объемной калибровке несколько ниже, чем при плоскостной. Поэтому иногда применяют последовательно оба вида калибровки: сначала объемную, затем плоскостную.

Объемную калибровку проводят как в холодном, так и в горячем состоянии. Холодную объемную калибровку, как и плоскостную, осуществляют на кривошипно-коленных прессах, горячую — на штамповочных молотах, винтовых и кривошипных прессах. Допуски на вертикальные размеры поковок, подвергаемые горячей калибровке, увеличивают на 50% по сравнению с допусками, устанавливаемыми для холодной калибровки.

Горячую калибровку проводят при температуре более низкой, чем температура окончания штамповки. Например, для стальных поковок температура нагрева составляет 700—850°С, для алюминиевых 300—400°С, для магниевых 230—250°С.

Калибровочный штамп для поковки крюка показан на рис. 203. Рабочими элементами штампа являются калибровочные плитки

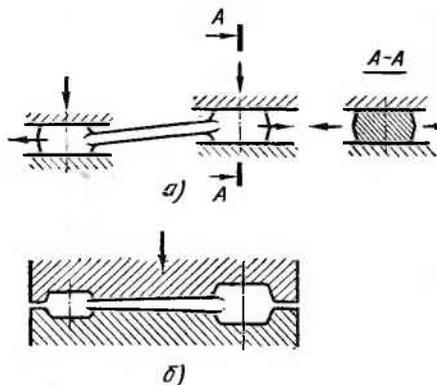


Рис. 202. Схемы калибровки: а — плоскостной, б — объемной

1, 2 и 3, которые винтами 8 крепятся к переходникам 5 и 6. Последние закрепляются на нижней 4 и верхней 7 плитах болтами 9.

Ручьи штампов для горячей объемной калибровки выполняются так же, как и в штампах для штамповки с корректировкой усадки, учитывающей понижение температуры нагрева поковок. Канавка для облоя — упрощенной формы без магазина.

Контрольные вопросы

1. Какая деталь обрезного штампа имеет режущие кромки при обрезке облоя, при пробивке отверстия?
2. В чем состоит отличие последовательного штампа для обрезки-пробивки от комбинированного?
3. От чего зависит зазор между матрицей и пуансоном при обрезке или пробивке, если и матрица и пуансон имеют режущие кромки?
4. Что такое улучшение поковок?
5. Назовите недостатки травления для очистки поверхности поковок.
6. В каких случаях применяют горячую правку, в каких холодную?
7. В чем заключается разница между плоскостной и объемной калибровкой?

Глава XII ВИДЫ БРАКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОКОВОК

Готовая поковка может быть передана на дальнейшую обработку в механический цех только после контроля ее качества; точности геометрической формы и размеров, выявления возможных поверхностных и внутренних дефектов, структуры и механических свойств металла.

Основным документом, по которому проверяют качество поковки, является чертеж поковки (инспекционный чертеж), в котором кроме формы и размеров, а также допусков на размеры приводятся технические требования (условия) на изготовление поковки.

§ 1. ВИДЫ БРАКА ПОКОВОК, МЕТОДЫ ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ

Основными видами брака поковок являются брак по исходному материалу и брак, возникающий при отрезке заготовок, при нагреве, при ковке и штамповке, при обрезке облоя и пробивке отверстий, при термической обработке, при очистке от окалины.

Брак по исходному материалу. Исходный материал (слитки, прокат) может иметь различные дефекты, которые при штамповке переходят в поковки. Для предупреждения брака по исходному материалу внимательно контролируют поступающий на завод и в цех металл.

Перепутывание марки стали может произойти в результате неправильного хранения металла на складе, невнимательности при отрезке заготовок или штамповке. Брак по несоответствию марки материала обнаруживается при испытании на твердость, пробой на искру, стилоскопом.

Брак, возникающий при отрезке заготовок. Дефекты торцов заготовок, отрезаемых на ножницах, приведены на рис. 6. Брак возникает при неправильном зазоре между ножами, недостаточном прижиме прутка в процессе отрезки, при холодной отрезке крупных профилей и малопластичных металлов. Несоответствие длины заготовок чертежным размерам вызывается

неправильной установкой упоров, недостаточным контролем за работой упоров, которые могут разлаживаться в процессе работы.

Для устранения брака применяют ножницы, обеспечивающие надежный прижим штанги при резке, строго соблюдают режимы подогрева металла перед резкой, следят за правильной установкой упоров. Качество отрезанных заготовок во многом зависит от организации труда и культуры производства в заготовительном отделении кузнечного цеха.

Брак, возникающий при нагреве. Для устранения брака тщательно выполняют режимы нагрева заготовок, постоянно проверяют правильность работы приборов, контролирующих температуру в нагревательных устройствах. Стремятся к уменьшению окисления металла при нагреве, так как образующаяся окалина при штамповке вдавливаются в тело поковки, снижает стойкость штампов и затрудняет течение металла.

Технологический процесс штамповки по возможности должен включать малоокислительный и безокислительный нагрев, нагрев в электропечах и индукторах. При использовании пламенного нагрева удаляют окалину до поступления заготовки в штамповочный ручей.

Несвоевременная загрузка заготовки в индуктор или пропуск хотя бы одного толкающего хода приводит к передержке и перегреву заготовки, что связано с опасностью образования внутренних трещин при штамповке. Несогласованность производительности печи и штамповочной машины может вызывать избыток заготовок у молота или пресса, привести к охлаждению заготовок и снижению пластичности металла.

Брак, возникающий при штамповке. Зажимы (складки) появляются при резких ударах молота при протяжке и подкатке. Образование зажима в ковальной поковке при протяжке показано на рис. 111, а. Аналогично возникает зажим при подготовке фасонной заготовки в протяжном ручье молотового штампа. Схема образования зажима при подкатке показана на рис. 204, а.

Зажимы часто образуются при несоответствии фигуры предварительного ручья окончательному. Если в предварительном ручье переход от сечения к сечению не скруглен достаточным радиусом, то при штамповке в окончательном ручье возникает зажим (рис. 204, б).

Причиной образования зажима может являться также небрежная укладка заготовки в ручей. На рис. 204, в показано появление наплыва металла при смещении заготовки, а на рис. 204, г — при недостаточной ширине заготовительного ручья. При последующей штамповке такой наплыв приводит к образованию зажима.

При штамповке на КГШП зажимы образуются при получении поковки с перемычками под последующую пробивку, а также при штамповке выдавливанием. На рис. 204, д показано образование зажима от «прострела» металла, вытекающего из перемычки навстречу основной массе поковки, а на рис. 204, е — аналогич-

ного зажима, характерного для штамповки спаренных поковок.

При выдавливании образование зажимов наиболее часто связано со «сколом» металла (рис. 204, ж) и образованием утяжины (рис. 204, з). «Скол» образуется при большом трении между металлом и инструментом (плохой смазке), когда металл разбувает в углах матрицы так называемые застойные зоны. Утяжка возникает при значительной разнице в скоростях течения внутренних и наружных участков заготовки.

Зажимы являются очень опасным дефектом. Необнаруженный зажим приводит к авариям при эксплуатации деталей. Для предупреждения зажимов соблюдают режимы штамповки, указанные в технологической карте, правильно рассчитывают переходы штамповки. При выдавливании уделяют особое внимание смазке инструмента.

Вмятины являются следами заштампованной и в дальнейшем удаленной окалины. Вмятины от окалины могут иметь глубину до 3 мм. Вмятины в виде забоин образуются при удалении горячей поковки, застрявшей в штампе, и при переброске поковок. Для предупреждения появления вмятин предусматривают меры по предупреждению образования или удалению окалины, что особенно важно при штамповке на КГШП, а также проявляют осторожность при укладке в тару и перемещении поковок.

Недоштамповка характеризуется увеличением всех размеров поковки против чертежных в направлении движения ползуна пресса. Недоштамповка является результатом применения заготовок с избыточной массой, штамповки на оборудовании недостаточной мощности, недогрева металла и т. п.

Лом-бой — брак, образующийся при неправильной укладке заготовки в штамповочный ручей или поковки в обрезной ручей.

Брак при штамповке может также возникнуть при перекосе или чрезмерном смещении штампов, неправильной установке

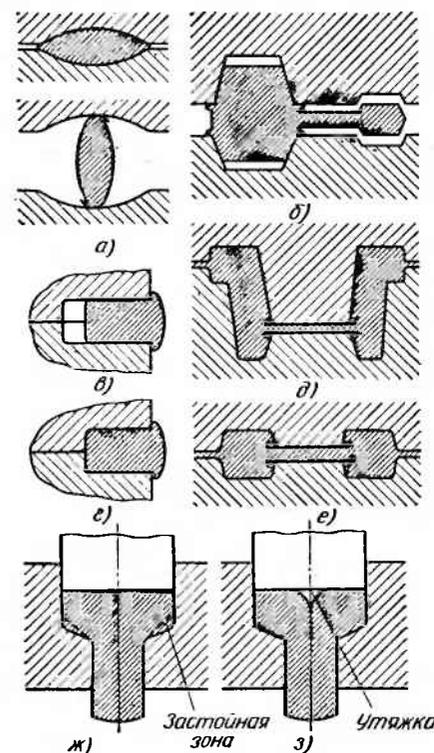


Рис. 204. Виды (а — з) брака штампованных поковок

инструмента или неисправности оборудования, незаполнении ручья штампа и др.

Брак, возникающий при обрезке облоя. При горячей обрезке поковка может подвергаться смятию, если пуансон не подогнан по матрице, а усилие обрезки достаточно велико. Большое количество дефектов связано с небрежным изготовлением и наладкой штампа, а также с неравномерным износом основного и обрезного штампов. При смещении поковки относительно матрицы на одной стороне поковки может оставаться чрезмерно большой остаток от облоя, другая часть поковки срезается. Допустимый остаток от облоя устанавливается ГОСТ 7505—74. При увеличении зазора между матрицей и пуансоном металл затягивается в зазор.

Для предупреждения дефектов тщательно изготовляют и устанавливают обрезные штампы, добиваясь одинакового зазора по всему контуру поковки, правильно назначают зазор, подгоняют форму пуансона по форме поковки. Поковку с искаженной формой подвергают правке.

Брак, возникающий при термической обработке. Наиболее опасным браком при термической обработке поковок являются закалочные трещины — тонкие и глубоко проникающие в тело поковки. В поковках после термической обработки может наблюдаться пониженная или повышенная твердость, а также пестрота твердости, представляющая значительный разброс показателей твердости в различных точках поковки. Нередко после термической обработки поковка трудно обрабатывается резанием.

Для предупреждения указанных дефектов строго выдерживают заданные режимы термической обработки и охлаждения поковок.

Брак, возникающий при очистке поковок от окалины. К браку по очистке относится неполная очистка, при которой на поверхности поковки сохраняется окалина, перетравленность — рыхлость поверхности поковки, забоины, возникающие при очистке тяжелых поковок в галтовочных барабанах.

Для предупреждения брака применяют очистное оборудование, указанное в технических условиях, соблюдают режимы травления (состав травильного раствора и время травления). Плохая очистка поковок от окалины скрывает поверхностные дефекты металла и может служить причиной пропуска дефектных поковок в механический цех.

Брак поковок может быть исправимым и неисправимым. Риски, волосовины, закаты и зажимы удаляют заточкой или вырубкой так же, как и на исходном материале (см. гл. II). Незначительное незаполнение ручья, вмятины, небольшое смещение по разьему штампов исправляют перештамповкой поково., искажения формы — правкой, перегрев — нормализацией.

Торцовые, закалочные и другие трещины, расслоения, пережог металла, значительное незаполнение полости ручья из-за маломерности заготовки, лом-бой являются неисправимым браком.

В кузнечных цехах применяют три вида технического контроля: контроль исходного металла, межоперационный контроль заготовок и окончательный контроль поковок. Контроль исходного материала и межоперационный контроль предназначены для своевременного предупреждения брака. Задача окончательного контроля состоит в том, чтобы не допустить выхода из кузнечного цеха недоброкачественных поковок.

Контроль поковок в кузнечных цехах проводится контролерами ОТК. Начальник ОТК кузнечного цеха находится в подчинении у начальника ОТК завода и отвечает за качество выдаваемой цехом продукции, своевременное предупреждение массового брака на основных операциях и за своевременную приемку представленных на контроль поковок. Начальник ОТК осуществляет руководство участками контроля через подчиненных ему мастеров или старших контролеров, возглавляющих отдельные участки. Контроль штампованных поковок проводят на всех этапах изготовления.

Наружный осмотр поковок невооруженным глазом или при помощи лупы применяют для выявления поверхностных дефектов. Контроль геометрических размеров поковок проводят, применяя универсальный и специальный контрольно-измерительный инструмент. Для обнаружения особо мелких дефектов поверхности пользуются магнитными и люминесцентными методами контроля. Внутренние дефекты контролируют ультразвуком или при помощи рентгеновских установок.

Магнитный метод контроля заключается в намагничивании поковки в специальном устройстве (дефектоскопе), после чего ее покрывают магнитным порошком окиси железа или поливают жидкостью, содержащей этот порошок. Притягиваясь к поковке, опилки показывают наличие трещин, раковин и т. п., распределяясь на поверхности в соответствии с формой дефекта.

Люминесцентный контроль основан на способности минеральных масел, проникающих в трещины на поковке, излучать свет под воздействием ультрафиолетовых лучей. Перед проверкой поковки погружают в раствор минерального масла в керосине, промывают, просушивают и опыляют порошком окиси магния (магнезией).

Подготовленные таким образом поковки просматривают в затемненной кабине под лучами ртутной кварцевой лампы. Если на поверхности поковки имеются трещины, они светятся ярко-белым светом на фоне темно-фиолетовой поковки.

Ультразвуковой контроль основан на способности ультразвуковых колебаний отражаться от дефекта внутри металла. Отраженный ультразвуковой луч преобразуется в электрический ток, который усиливается и поступает на экран осциллографа. При выявлении дефекта горизонтальная линия на экране осциллографа дает пик.

В основе рентгеновского метода лежит способность рентгеновского излучения проникать через металл и поглощаться им в раз-

личной степени в зависимости от плотности металла. Если на пути рентгеновского излучения находится трещина, то в этом месте лучи поглощаются меньше, что фиксируется на фотографической пленке.

Магнитный, люминесцентный, рентгеновский и получающий все большее применение метод просвечивания гамма-излучением являются неразрушающими методами контроля.

Контроль структуры металла, химический анализ стали и механические испытания проводят в металлографической лаборатории кузнечного цеха или в ЦЗЛ завода. Качество термообработки поковок определяют проверкой на твердость. Вырезанные из поковок образцы подвергают растяжению и испытанию на удар, в результате чего определяют предел прочности, относительное сужение и удлинение, а также ударную вязкость.

В современном крупносерийном и массовом производстве темп штамповки настолько высок, что проводить полный контроль каждой поковки практически невозможно. Поэтому в кузнечных цехах объемной штамповки все шире применяют так называемый статистический метод контроля поковок, представляющий собой систематическое изучение качества поковок, результаты которого обрабатываются методами математической статистики.

Статистический контроль осуществляют в ходе производственного процесса путем малых контрольных проб через различные промежутки времени и путем выборочной приемки продукции.

Статистический анализ продукции позволяет отличить случайные причины брака от закономерных, выявить главные причины брака поковок. Преимуществом статистического метода контроля является возможность контролировать большие количества поковок по результатам измерения небольших партий, отобранных с учетом определенных правил.

§ 3. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Для контроля геометрии поковок применяют универсальный и специальный контрольно-измерительный инструмент.

Универсальный измерительный инструмент предназначен для измерения самых разнообразных по форме и размерам поковок. К универсальному инструменту относятся линейки метрические, складной метр, рулетка, штангенциркуль, штангенвысотомер, призмь установочные и поверочные, угольники, угломеры, радиусомеры, щупы, кронциркули и др.

Специальный инструмент предназначен для контроля одинаковых поковок, изготавливаемых большими партиями. К специальному измерительному инструменту относятся шаблоны, скобы и различные контрольные приспособления.

Линейки метрические применяют для контроля длины заготовок и габаритных размеров поковок. В зависимости от размеров поковки пользуются линейками длиной 250, 500 и 1000 мм.

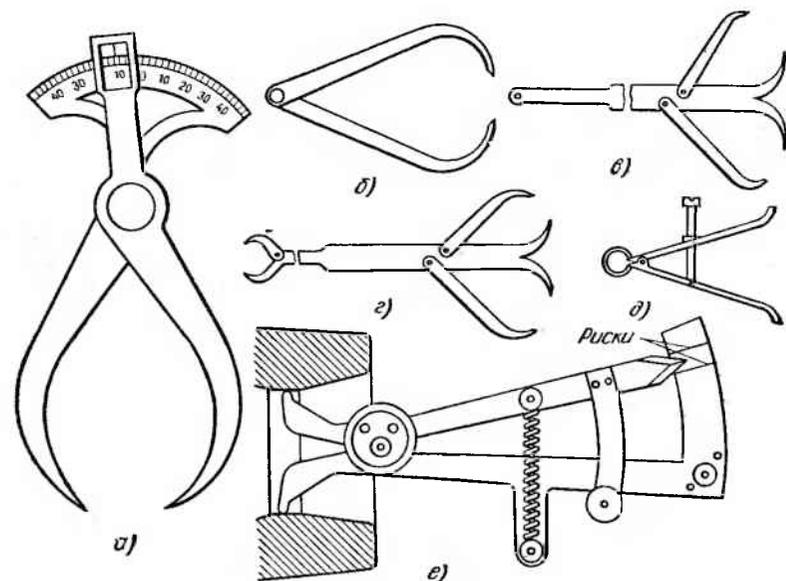


Рис. 205. Инструменты для контроля геометрии поковок: а — кронциркуль с секторной шкалой, б, в, е — кузнечные кронциркули, д — кузнечный нутромер, е — предельный нутромер

Погрешность измерения линейкой соответствует цене деления и равна 1,0 мм. Такую же погрешность имеют рулетка, позволяющая замерять размеры до 2000 мм, и складной метр.

При изготовлении крупных поковок ковкой применяют длинные стальные линейки с ценой деления немногим более 5 мм (на величину усадки 1,0—1,5%). Такую линейку называют мерой и устанавливают в горизонтальном положении в стороне от молота или пресса.

При ковке очень крупных поковок пользуются также длинными линейками, изготовленными из уголкового профиля 20×20 мм, на котором при помощи меры наносят метки или риски. Такие линейки отличаются достаточной жесткостью и не теряют прочности при соприкосновении с горячим металлом.

Кронциркуль с секторной шкалой (рис. 205, а) в основном применяют для замеров толщины стенок в поковках. Максимальный размер измеряемого элемента — 120 мм, погрешность — 0,5—1,0 мм. Для более точных измерений (до 0,1 мм) применяют кронциркули с индикаторами.

При ковке поковок пользуются кузнечными кронциркулями без измерительной шкалы. Кузнец заранее устанавливает раствор ножек кронциркуля и в процессековки проверяет им размер горячей поковки.

Различают одинарный (рис. 205, б), двойной (рис. 205, в), тройной (рис. 205, г) кронциркули, предназначенные соответственно

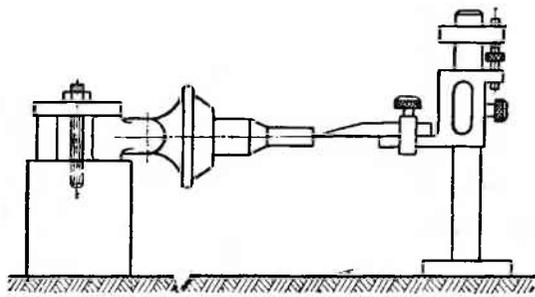


Рис. 206. Разметка поковки поворотного кулака на плите

для 100%-ного контроля больших партий поковок. Нутромер настраивают на определенный размер, предельные отклонения которого определяются двумя рисками. Если стрелка нутромера при измерении устанавливается в зоне между рисками, поковка годная.

Для проверки углов и контроля перпендикулярности плоскостей в поковках применяют углольники. Контролируемые углы — 30, 45, 60 и 90°. Остальные значения углов контролируют угломерами с погрешностью измерения 1°. При ковке крупных поковок, требующих разворота отдельных участков поковки, например коленчатых валов, применяют специальные кузнечные угломеры (эклиметры). Перед разворотом колена вала прибор прикрепляют к холодной шейке вала. При развороте вала угломер также поворачивается, а стрелка, постоянно находящаяся в вертикальном положении под действием груза, показывает угол разворота.

Для контроля величины наружных и внутренних закруглений в поковках применяют радиусомеры — наборы пластинок с эталонными закруглениями. Размеры измеряемых радиусов от 0,5 до 15 мм через каждые 0,5 мм.

Наиболее распространенным и универсальным инструментом для измерения штампованных поковок является штангенциркуль с размерами 0—150 и 0—300 мм и с погрешностью измерения 0,1 мм.

Для всесторонних измерений производят разметку поковок на разметочной плите (рис. 206), применяя поперечные призмы, струбцины и штангенвысотомеры (штангенрейсмасы). Разметка обычным рейсмасом не дает удовлетворительных результатов из-за значительной погрешности (0,5—1,0 мм) и частого нарушения положения рейсмаса. Штангенвысотомер дает отсчет с погрешностью 0,1 мм.

Шаблоны являются специальным контрольным инструментом и подразделяются на прутковые, профильные и контурные.

Прутковые шаблоны (рис. 207, а) применяют для измерения общей длины заготовки или поковки. Профильными шаблонами (рис. 207, б) контролируют размеры между усту-

для контроля одного, двух или трех различных размеров поковки.

Для замеров диаметров отверстий пользуются нутромерами (рис. 205, д). Необходимый раствор ножек устанавливают при помощи винта. Обычный нутромер имеет измерительную шкалу.

Предельный нутромер (рис. 205, е) предназначен

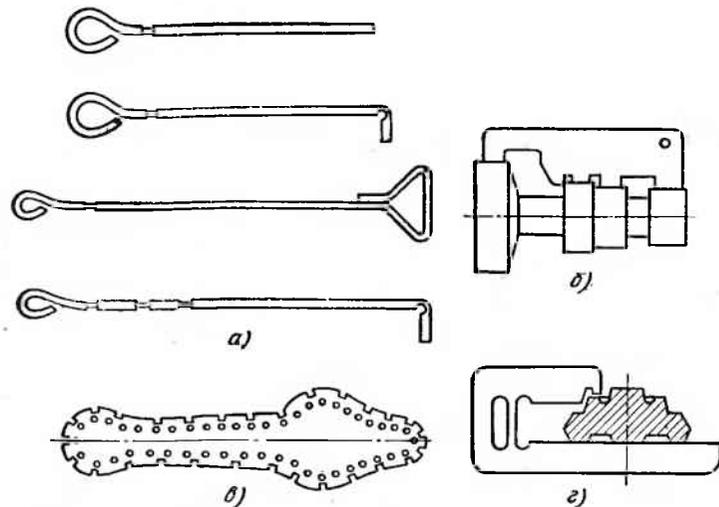


Рис. 207. Шаблоны (а, б, в) и скоба (г) для контроля геометрии поковок

пами и расположением уступов в осевом направлении. Допускаемые размеры поковок определяются положением и размерами вырезов на шаблонах.

Контурные шаблоны служат для проверки основных габаритов и внешнего контура поковок сложной формы. На рис. 207, в показан контурный шаблон, предназначенный для проверки припусков по контуру поковки крупного шатуна. Отверстия по контуру шаблона служат для разметки поковки при помощи кернов.

Предельные скобы — специальный инструмент для контроля толщины поковок (рис. 207, г). Скобы применяют при 100%-ной проверке поковок или при замере толщины горячих поковок в процессековки.

Лучшими средствами для быстрого измерения поковок являются контрольные приспособления. По технологическому назначению они разделяются на наладочные и приемочные.

Наладочные приспособления предназначены для выборочного контроля поковок при установке штампов и периодической проверки в процессе штамповки. Контроль сложных поковок в наладочных приспособлениях занимает 3—5 мин, т. е. в 50—100 раз быстрее, чем на универсальном разметочном приспособлении.

Приемочные контрольные приспособления предназначены для 100%-ной проверки готовых поковок. Приемочные приспособления фиксируют только годность поковок (попадание размеров в поле допуска), не давая численных замеров. Пропускная способность приемочных приспособлений составляет 300—1500 поковок в час и ускоряет контроль по сравнению с контролем универсальными средствами в 50—300 раз. Погрешность при контроле значительно ниже (0,1—0,2 мм).

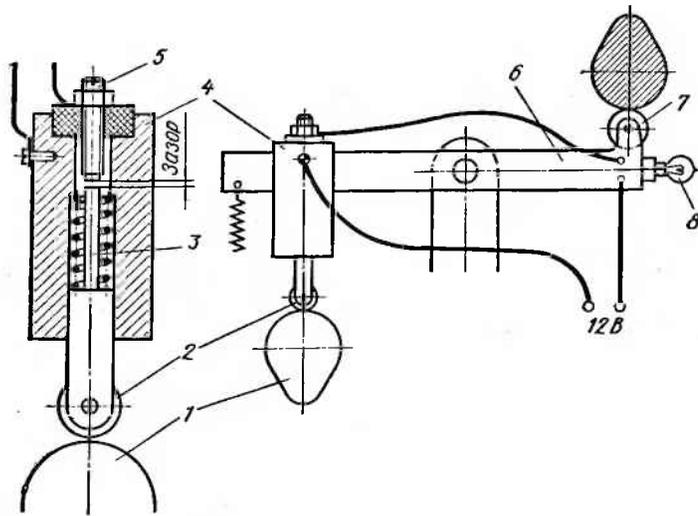


Рис. 208. Схема контрольного приспособления для измерения припуска по эксцентрику поковки вала

Схема контрольного приспособления для измерения припуска по эксцентрику поковки вала показана на рис. 208. Приспособление имеет рычаг 6, на одном конце которого имеется ролик 7, обкатываемый по поковке, а на другом — электроконтактный датчик 4 с роликом 2, опирающимся на поверхность эталона 1 (годной поковки).

Регулировочный винт 5 установлен таким образом, что при контроле годной поковки с достаточной величиной припуска между торцом стержня винта и штифтом 3 имеется зазор. Если припуск на эксцентрике поковки меньше допустимого, то ролик 7 поднимается вверх, а корпус датчика 4 — вниз. При этом зазор «выбирается», замыкается электрическая цепь и загорается сигнальная лампочка 8.

§ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ

Твердость поковок определяют специальными приборами, которые по способу приложения нагрузки делятся на статические и динамические. Из статических методов наиболее широко применяют испытания по Бринеллю и Роквеллу, из динамических — по методу Польшди.

Определение твердости по Бринеллю заключается во вдавлении в испытываемый металл стального закаленного шарика диаметром 2,5; 5 и 10 мм под действием определенной нагрузки. После выдержки и снятия нагрузки на поверхности поковки остается

сферический отпечаток диаметром d , который измеряют специальной лупой (или мерной сеткой).

Твердость по Бринеллю выражается формулой

$$HB = \frac{P}{F},$$

где HB — число твердости по Бринеллю, кгс/мм²; P — нагрузка, кгс; F — площадь сферической поверхности отпечатка, мм².

Чем мягче металл, тем больше диаметр отпечатка и площадь F и меньше число твердости.

В зависимости от твердости и толщины металла установлены стандартные условия, по которым выбирают диаметр D шарика и нагрузку P . Число твердости находят по таблицам, в которых диаметру отпечатка d соответствует определенное значение HB .

Метод Бринелля применяют для определения твердости при $HB < 450$ единиц, так как при более высокой твердости материала шарик деформируется.

Для металлов с высокой твердостью применяют испытание по Роквеллу, заключающееся во вдавлении в металл алмазного конуса с углом при вершине 120° или стального закаленного шарика диаметром 1,587 мм. Сначала дают предварительную нагрузку ($P_0 = 10$ кгс), после чего поворотом обода индикатора устанавливают нулевое положение измерительной шкалы. Затем прикладывают основную нагрузку ($P = 60, 100, 150$ кгс) и выдерживают металл под нагрузкой в течение 5—8 с. Разность глубин отпечатка при основной и предварительной нагрузке характеризует твердость металла.

Число твердости по Роквеллу HR , определяют по показанию индикатора, имеющего 100 делений и две шкалы — черную и красную. По черной шкале отсчитываются показания испытания алмазным конусом при нагрузках 60 кгс (HRA) и 150 кгс (HRC), по красной — показания испытания стальным шариком при нагрузке 100 кгс (HRB).

Для ориентировочного определения твердости металлов пользуются прибором Польшди, работающим от удара молотком. После удара сравнивают отпечатки, полученные одновременно на испытываемом образце и эталоне с известной твердостью.

Контрольные вопросы

1. На каких стадиях технологического процесса может возникнуть брак поковки?
2. Перечислите виды брака, возникающего при штамповке.
3. Назовите основные виды технического контроля поковок в кузнечном цехе.
4. Какие методы неразрушающего контроля качества поковок применяют в кузнечных цехах?
5. В чем состоит преимущество статистического контроля поковок?
6. Перечислите универсальный контрольный инструмент, применяемый для контроля геометрии поковок.
7. Что такое шаблоны и для чего они применяются?
8. Какие методы определения твердости металла вы знаете?

Глава XIII

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

§ 1. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

На территории машиностроительного предприятия возможны интенсивное движение транспорта, погрузочно-разгрузочные, строительные и ремонтные работы. Для предупреждения травматизма рабочих и служащих на территории завода предусмотрены специальные ограждения опасных мест, звуковая и световая сигнализация, предупредительные надписи.

В местах пересечения дорог устанавливают шлагбаумы, перекрывающие движение пешеходов перед проходящими локомотивами, железнодорожными составами, автотранспортом. Кроме шлагбаумов, переходы оборудуют звонками, сиренами и световыми сигналами, предупреждающими пешехода о приближающейся опасности. На крупных предприятиях управление движением автотранспорта осуществляют посты ОРУДа.

Траншеи, люки и т. п. огораживают барьерами с табличками «Проход закрыт» и красными фонарями, зажигаемыми в ночное время. Территория завода в ночное время должна быть освещена.

Безопасность работы во многом зависит от знания рабочими правил техники безопасности и строгого их выполнения. Поэтому каждый вновь поступивший на предприятие независимо от того, в каком цехе он будет работать, в обязательном порядке проходит вводный инструктаж по технике безопасности.

Инструктаж проводит инженер по технике безопасности. Он знакомит рабочего с основными мероприятиями по технике безопасности и охране труда, особенностями производства и правилами поведения на территории и в цехах предприятия. Рабочий обязан также знать правила оказания первой помощи при несчастных случаях.

Ниже перечислены общие правила поведения на территории предприятия.

1. Запрещается переходить железнодорожные пути и автомагистрали, если переезд закрыт шлагбаумом или подан сигнал о приближении транспорта. Категорически запрещается подлезать под стоящий железнодорожный состав, заходить за пределы ограждений, переходить места, обозначенные предупредительными знаками.

2. При нахождении на площадках, где производятся погрузочно-разгрузочные работы, проявляют особую осторожность. Ни в коем случае нельзя проходить или стоять под грузом.

3. Нельзя без разрешения заходить в помещения и службы с надписью «Вход посторонним воспрещен» (электрические и компрессорные станции, специальные лаборатории и т. д.). Запрещается бесцельное хождение по цехам предприятия.

4. При нахождении на территории завода в ночное время пользуются освещенными путями, избегают затемненных мест.

5. Во избежание пожара на территории предприятия, как правило, запрещается курить. Для курения отведены специальные площадки и помещения.

6. При прохождении мимо электросварочных постов или мест сварки нельзя смотреть на электрическую дугу незащищенными глазами. На расстоянии до 20 м электрическая дуга может вызвать травму глаз.

§ 2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ЦЕХАХ

Одним из основных условий безопасной работы в цехах является содержание станков, машин и механизмов, а также рабочих мест в таком состоянии, которое исключало бы возможность травматизма.

Быстро движущиеся и вращающиеся детали машины (станка, пресса) грозят опасностью захвата концов одежды или волос рабочего. Поэтому ременные, цепные или зубчатые передачи оборудования должны иметь ограждения. Выступающие части вращающихся звеньев (шпонки, головки болтов, кулачки) ограждают или утапливают в тело вращающегося узла на определенную глубину или заподлицо. Работать без указанных ограждений запрещается.

При работе на металлорежущих станках тщательно устанавливают и закрепляют деталь на станке, а также строго следят за исправностью зажимных приспособлений.

Рабочее место содержат в чистоте и порядке. Площади вокруг машины, проходы и проезды не должны загромождаться посторонними предметами. Границы проездов, проходов, рабочих мест и складских площадок обозначают хорошо видимыми знаками белой несмываемой краской.

Необходимым условием безопасности в цехах является усвоение и выполнение правил техники безопасности самими рабочими. При поступлении в цех рабочий получает основной инструктаж, обычно проводимый мастером. Мастер знакомит рабочего с особенностями труда в цехе, обучает технике безопасности непосредственно на рабочем месте. Запись о проведении инструктажа оформляется в специальном журнале с указанием даты и подписями проводившего и получившего инструктаж.

Для предотвращения несчастных случаев от захвата движущимися частями машины или инструментом строго следят за выполнением правил ношения одежды. Одежда и обшлага рукавов должны быть застегнуты на все пуговицы. Длинные волосы должны быть подобраны под головной убор, концы косынок и платков — заправлены под воротник.

При нахождении в цехе рабочий должен быть внимательным к подаваемым сигналам (например, водителя автокара или крановщика), защищать глаза в зоне проведения электросварочных работ. Особую осторожность соблюдают вблизи конвейеров, транспортных путей, силовых установок и электрических линий, подъемных кранов.

В кузнечных цехах при нагреве и горячей обработке металла выделяется значительное количество тепла, повышающего температуру воздуха. При ковке и штамповке на молотах отлетают куски горячей окалины, при сгорании графито-масляной смазки появляется дым и копоть.

Для отвода продуктов сгорания от нагревательных печей устанавливают систему дымовых труб, зонты для сбора газов и вывода их в атмосферу. Вытяжная система особенно необходима при нагреве металла в расплавах солей.

В кузнечных цехах предусматривают местную вентиляцию от кузнечно-штамповочного оборудования, обеспечивающую очистку воздуха от масляного аэрозоля и частиц окалины. При расположении оборудования учитывают возможность установки ограждений, защищающих рабочих от отлетающей окалины, применения средств механизации и автоматизации, улучшающих условия труда.

Очистное оборудование — галтовочные барабаны, дробеметные устройства, травильные ванны, создающие при работе шум и загрязненность, располагают в изолированных помещениях.

Для предотвращения несчастных случаев при установке штампов широко применяют средства малой механизации (передвижные тележки с гидравлическими подъемниками, мостовые краны и др.).

При несчастном случае (ожоге, повреждении кожного покрова, ушибе и др.) пострадавшему немедленно оказывают первую помощь. Для этого в каждом цехе имеется небольшая аптечка с необходимым набором медикаментов и перевязочных средств. На заводе и в больших цехах имеются медпункты с дежурным врачом, на крупных заводах — поликлиника.

При несчастном случае пострадавший или ближайший свидетель должен известить об этом мастера, руководителя работ или начальника участка, которые обязаны организовать пострадавшему первую помощь и направить его в медпункт.

О несчастном случае начальник участка срочно сообщает руководителю предприятия и в заводской комитет профсоюза, после чего в течение 24 ч совместно с общественным инспектором по охране труда и инженером по технике безопасности расследует несчастный случай, о чем составляется акт расследования.

Поражение электрическим током возможно от прикосновения к оголенным проводам, клеммам контактов электроаппаратуры, металлическим частям оборудования, находящимся под током (в результате повреждения изоляции проводов, загрязнении или увлажнении токоведущих частей).

В целях обеспечения безопасности токоведущие части оборудования должны иметь ограждения, надежно защищающие от случайного контакта с деталями, находящимися под опасным для жизни напряжением. Ограждение должно быть заблокировано таким образом, чтобы при снятии его происходило автоматическое обесточивание опасного места. Металлические части машин, подъемно-транспортных устройств и т. п., которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции, должны иметь заземление.

При ремонте оборудования электропитание отключают. На пусковых устройствах вывешивают плакат «Не включать — работают люди». Отключение электрооборудования и подключение к сети после ремонта производится электромонтером с разрешения администрации.

При работе ручным электроинструментом (электродрелями, машинками для обработки шарошками и шлифовальными кругами, электрическими паяльниками и др.) следят, чтобы были исправны токоведущие части. Инструмент должен быть надежно заземлен. Провод заземления должен иметь отличительную расцветку или обозначение, а контакт включения вилки в розетку штепселя — обеспечивать опережающее включение «на землю».

Для ручного электроинструмента, а также переносной электролампы используют напряжение 36 В. При необходимости работать при большем напряжении электроинструмент выдают только специально обученным рабочим.

При работах внутри металлических резервуаров, емкостей, станин, в сырых местах категорически запрещается применение электроинструмента при напряжении свыше 36 В и электроосвещения при напряжении свыше 12 В. При отсутствии таких электроламп применяют аккумуляторные фонари.

В сухих помещениях при работе электроинструментами пользуются резиновыми перчатками или стоят на резиновых ковриках. В сырых помещениях, кроме этого, надевают галоши. Во избежание оголения и обрыва провода электрический ручной инструмент держат за корпус. В этих же целях нельзя допускать образования петель и скручивания провода.

При работе у электрических печей и устройств для нагрева заготовок применение резиновых ковриков обязательно.

Требования электробезопасности входят в инструктаж, проводимый с поступающими на предприятие и в цех. При перемене рабочего места или выдаче нового электроинструмента проводят

дополнительный подробный инструктаж, знакомящий рабочего с особенностями условий труда и правилами электробезопасности на новом месте.

§ 4. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Пожар на производстве может произойти от искр, вылетающих из горнов и нагревательных печей, нарушения правил складирования горячих поковок после штамповки или термообработки, вследствие неправильного хранения запасов топлива, загорания электропроводки и других причин.

Возникновение пожара может быть связано с воспламенением и самовозгоранием некоторых материалов. Например, титан горит на воздухе при температуре 1250°C , однако в виде стружки он воспламеняется при $700\text{--}800^{\circ}\text{C}$, а в виде пыли — при $330\text{--}600^{\circ}\text{C}$. В мелкораздробленном состоянии и покрытые маслом титан и сплавы титана способны к самовозгоранию, т. е. загораются без подвода теплоты. Причиной пожара могут быть самовозгорание пакли, пропитанной маслом и сложенной в кучу на открытом воздухе.

Особую осторожность проявляют при обработке магния, мелкая стружка которого легко воспламеняется от искр и трения. Температура загорания сухой магниевой стружки — $400\text{--}500^{\circ}\text{C}$, увлажненной — $360\text{--}370^{\circ}\text{C}$. Обработку магниевых сплавов ведут в специальных цехах или на отдельных участках, при этом пользование открытым огнем категорически запрещается.

Взрывоопасными являются пылевоздушные смеси алюминия, магния, титана. Минимальная взрывоопасная концентрация титановой пыли в воздухе — 45 г/м^3 , магния — 20 г/м^3 . Электропечи для нагрева алюминиевых, магниевых и титановых сплавов оборудуются принудительной циркуляцией воздуха и оснащаются терморегулятором для поддержания строго заданной температуры. Не разрешается нагревать указанные металлы в печах, где нагревались черные металлы, так как пыль алюминия, титана и магния образует взрывоопасную смесь с железной окалиной.

Для предупреждения загорания масла при термической обработке применяют масло с температурой вспышки не ниже 170°C . Нагрев масла в закалочных ваннах до температуры выше 85°C не допускается. Для сохранения температуры масла ниже допустимой объем масла в закалочном баке должен в 5—7 раз превышать объем загружаемых заготовок (деталей), а скорость погружения деталей в масло не должна быть менее 15 м/мин .

Взрыв возможен при неправильном режиме розжига газовых печей и работы на них.

С целью предупреждения пожаров на предприятиях и в цехах проводится пожарная профилактика, представляющая комплекс технических и организационных мероприятий. Пожарная профилактика в кузнечных цехах сводится к регулярной очистке тру-

бопроводов от сажи, поддержанию в исправном состоянии газопроводов и горелок, маслоохладительной системы в термическом отделении, электропроводки, обучению рабочих правилам пожарной безопасности и т. д.

Вытяжная вентиляция для удаления пыли и газов, образующихся в процессе производства, должна быть всегда в исправности.

Некоторые материалы требуют особых правил и способов тушения. Вода, пена, углекислота непригодны для тушения горящего алюминия, титана и магния, так как усиливают горение металлов. Для тушения применяют сухой молотый флюс, доломитовую пыль. При небольших очагах загорания допускается пользование сухим песком, графитовым порошком, магнезитом, асбестовой тканью.

Для тушения магния и титана применяют порошкообразную смесь на основе кальцинированной соды, подаваемую специальными огнетушителями.

При загорании масла немедленно плотно закрывают закалочный бак металлической крышкой, чтобы прекратить поступление воздуха в очаг горения. При загорании масла на ровной поверхности накрывают очаг металлическим листом, асбестовой тканью, засыпают песком или землей.

Керосин и бензин нельзя тушить водой, так как эти продукты легче воды и, всплывая на поверхность, будут продолжать гореть. Для их тушения используют плотную ткань, песок.

В горелках внутреннего смешения газовых печей при малой скорости истечения и определенной концентрации горючей газовой смеси может произойти возгорание ее в корпусе горелки. Нельзя подогревать смесь до температуры выше допустимой.

Для безопасной эксплуатации газопроводов в газовой сети должно сохраняться положительное давление, так как засасывание воздуха в сеть может привести к взрыву. Растопку, обслуживание и остановку печей осуществляют в порядке, установленном специальной инструкцией. Особую осторожность проявляют при хранении, перемещении (транспортировке) и эксплуатации баллонов с горючим газом.

При возникновении пожара в цехе сразу сообщают об этом мастеру или начальнику смены и вызывают пожарную команду. На крупных заводах имеются посты пожарной охраны предприятия. Для подачи сигнала о пожаре на пост пожарной охраны или в городскую пожарную охрану в цехах имеются специальные устройства-извещатели.

До прибытия пожарной охраны принимают меры к эвакуации людей и материальных ценностей и организуют самостоятельное тушение пожара с использованием средств противопожарных постов, имеющихся на каждом производственном участке. Эти посты должны быть укомплектованы ящиками с сухим песком, пенными и углекислотными огнетушителями, баграми, топорами, лопатами и др. После прибытия пожарной команды оказывают помощь пожарным подразделениям.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные правила прохождения по территории предприятия.
2. Какие части кузнечно-штамповочного оборудования представляют наибольшую опасность для человека?
3. Какие основные требования предъявляются к ограждению электроопасных частей оборудования?
4. В чем заключаются правила работы с переносным электроинструментом?
5. Что такое пожарная профилактика?
6. Каким инвентарем должен быть укомплектован противопожарный пост на производственном участке?
7. Расскажите о правилах тушения алюминиевых, магниевых и титановых сплавов.
8. Каков порядок действий при возникновении пожара в цехе?

Литература

Брюханов А. Н. Ковка и объемная штамповка. М., «Машиностроение», 1975.

Вишневецкий Я. С. Свободная ковка. М., «Высшая школа», 1972.

Владимиров В. М. Изготовление штампов, пресс-форм и приспособлений. М., «Высшая школа», 1974.

Элотников С. А. и др. Техника безопасности и промышленная санитария в кузнечно-прессовых цехах. М., «Машиностроение», 1974.

Ковка и объемная штамповка стали. Справочник в 2-х т. М., «Машиностроение», 1967.

Кузьминцев В. Н. Ремонт кузнечно-прессового оборудования. М., «Высшая школа», 1974.

Линц В. П., Максимов Л. Ю. Кузнечно-прессовое оборудование и его наладка. М., «Высшая школа», 1975.

Семенов Е. И. Ковка и объемная штамповка. М., «Высшая школа», 1972.

**Владимир Васильевич Бойцов
Игорь Дмитриевич Трофимов**

ГОРЯЧАЯ ШТАМПОВКА

Научный редактор В. А. Массен

Редактор А. М. Мокрецов. Художник переплета А. Р. Косолапов.

Художественный редактор В. И. Пономаренко. Технический редактор Л. А. Муравьева.

Корректор Р. К. Косинова

ИБ № 1284

Т-12962. Сдано в набор 31/III 1977 г. Подп. в печать 31/VIII 1977 г. Формат 60×90^{1/16}.
Бум. тип. № 3. Объем 19,0 печ. л. Усл. печ. л. 19,0. Уч.-изд. л. 20,74. Изд. № М-44.

Тираж 20 000 экз. Заказ 220. Цена 65 коп.

План выпуска литературы для профтехобразования издательства «Высшая школа» на 1978 г.
Позиция № 72.

Издательство «Высшая школа». Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14.

Типография изд-ва «Уральский рабочий», г. Свердловск, просп. Ленина, 49.

65 коп.



ГОРЯЧАЯ ШТАМПОВКА