

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ**

**ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ**

**Изучение технологических приемов получения заготовок  
свободной ковкой металла**

Методические указания к выполнению  
лабораторно – практической работы по дисциплине  
«Материаловедение и технология конструкционных материалов»



НОВОСИБИРСК 2020

УДК 621.791(075.8)  
К935

*Кафедра надежности и ремонта машин*

Составители: *М.Е. Перфилов*, канд. техн. наук, доц.  
*Е.В. Агафонова*, ст. преп.  
*Т.В. Возженникова*, ст. преп.

*Рецензент канд. техн. наук, доц. П.И. Федюнин*

**Горячая обработка металлов:** Метод. указ. для лабораторно-практической работы /Новосиб. гос. аграр. ун-т Инж. ин-т; Сост.: М.Е. Перфилов, Е.В. Агафонова, Т.В. Возженникова. - Новосибирск, 2020. - 16 с.

В лабораторно-практической работе изучаются технологический процесс свободнойковки, применяемое оборудование, приспособления и инструмент, основные операции. В специализированной лаборатории студенты осваивают технологические приемы и получают практические навыки при изготовлении простых заготовок разных форм и марок сталей. Обосновываются методы назначения припусков и допусков при изготовлении заготовок под последующую механическую обработку.

Предназначены для студентов Инженерного института, обучающихся по направлениям подготовки Агроинженерия, Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, Технология транспортных процессов, Профессиональное обучение (по отраслям), Техносферная безопасность.

Утверждены и рекомендованы к изданию методической комиссией Инженерного института НГАУ (протокол № от 2020г.).

© Новосибирский государственный  
аграрный университет, 2020  
© Инженерный институт, 2020

## **Изучение технологических приемов получения заготовок свободной ковкой металла**

**Цель работы:** изучить технологический процесс изготовления заготовок – поковок свободной ковкой с нагревом в камерной печи или в индукторе установки ТВЧ, освоить технологические приемы и навыки при получении заготовок простых форм, назначать припуски и допуски для получаемых заготовок с учетом их последующей механической обработки.

### **Материальное обеспечение**

*Лабораторное оборудование, материалы и наглядные пособия:*

Установка ТВЧ (ЛНВ-Е0202), лабораторная камерная печь СНОЛ-1.6.2.5.1/11-М1 У4.2 3кВт с температурой нагрева до 1100°C, автоматический электронный потенциометр ЭПД 120, клещи кузнечные, молотки, гладилки, пробойники, наковальня, заготовки стальные разных диаметров и профиля, мерительный инструмент (штангенциркуль, линейка), различные исходные заготовки для получения поковок.

### **Основные термины и определения**

**Свободной ковкой** называют технологический процесс, при котором предварительно нагретый до необходимой температуры металл деформируется с помощью ударов кузнечного молота или нажатия пресса, или ручного инструмента.

**Перегрев** – это рост зерна металла сверх допустимого, что ведет к снижению механических свойств.

**Пережог** означает окисление границ зерен, такой металл разрушается при ковке за счет образования по границам зерен трещин.

**Осадка** – операция увеличения площади поперечного сечения заготовки за счет уменьшения высоты.

**Высадка** - осадка части заготовки.

**Протяжка** – увеличение длины заготовки за счет уменьшения толщины.

**Рубка** – разделение заготовки на части.

**Прошивка** – операция получения отверстия в заготовке. Различают глухую прошивку и сквозную.

**Раскатка** – увеличение диаметра кольцевой заготовки за счет уменьшения толщины кольца.

**Передача** – смещение одной части заготовки относительно другой.

**Молоты** – это машины ударного действия, а **прессы** – машины с медленным приложением нагрузки.

**Припуск Z** – это увеличение размеров детали для последующей механической обработки на металлорежущих станках с целью получения необходимой точности размеров и качества поверхности детали.

**Допуск Δ** – это допустимое отклонение от размера поковки, т. е. точность, с которой должна быть изготовлена поковка.

**Напуск** – дополнительный объем металла, добавляемый к поковке сверх припуска для упрощения её формы, что облегчает процессковки. Напуски удаляют последующей механической обработкой.

### Общие сведения

Ковку называют **свободной**, потому что заготовка свободно деформируется в горизонтальном направлении под действием вертикальных ударов молота. Это хорошо видно на примере операции протяжки. Ковку подразделяют на ручную и машинную. Ручная ковка (рис. 1) применяется для изготовления мелких поковок, главным образом, в ремонтных мастерских. При ручной ковке удары наносятся кувалдой (тяжелый молоток весом порядка десяти кг).

Исходным материалом дляковки деталей служат слитки и различных прокат. Изделие, полученное ковкой, называется поковкой.

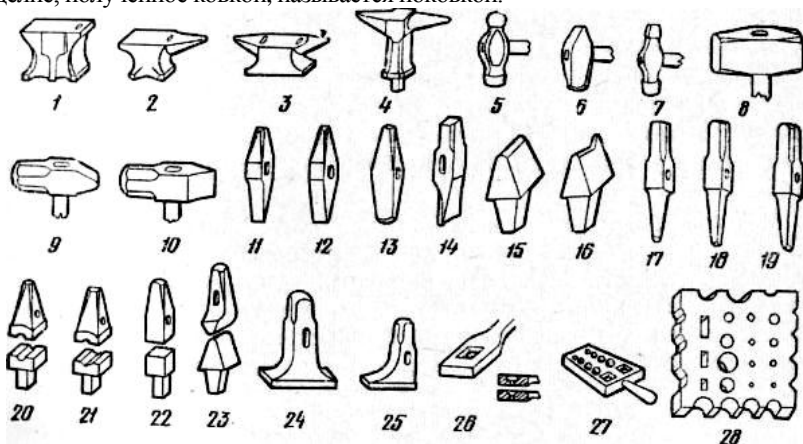


Рисунок 1. Основной технологический инструмент для ручнойковки:  
наковальни: 1 — безрогая, 2 — однорогая, 3 — двурогая, 4 — шперак; молотки: 5 — с шарообразным задком, 6 — с поперечным заостренным задком, 7 — с продольным тупым задком; кувалды: 8 — тупоносая, 9 — остроносая с поперечным носком (задком), 10 — остроносая с продольным носком; зубила: 11 — для горячей рубки, 12 — для холодной рубки, 13 — полукруглое, 14 — фасонное; подсеки: 15 — с прямым лезвием, 16 — с фасонным лезвием; пробойники (бородки): 17 — круглый, 18 — квадратный, 19 — прямоугольный; обжимки: 20 — для круглого профиля, 21 — для квадратного профиля; подбойки: 22 — плоские, 23 — полукруглые; гладилки: 24 — плоская с острыми кромками, 25 — специальная; 26 — простая, 27 — специальная многорядная; 28 — кузнечная форма

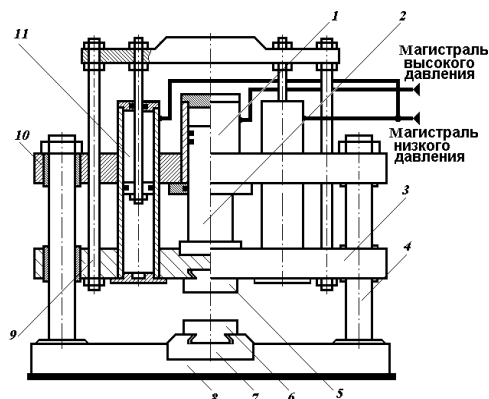


Рисунок 2. Ковочный гидравлический пресс: 1 – рабочий цилиндр; 2 – главный плунжер; 3 – подвижная поперечина; 4 – колонна; 5 – верхний боек; 6 – нижний боек; 7 – плита; 8 – нижняя неподвижная поперечина; 9 – тяга; 10 – верхняя неподвижная поперечина; 11 – цилиндр обратного хода.

Механическую ковку производят на ковочных молотах и прессах. Молоты используют для изготовления изделий средних размеров, прессы – для изготовления крупных изделий. Все типы молотов и прессы имеют подвижные (баба и верхний боек) и неподвижные (шабот и нижний боек) части. При всех операциях свободной ковки обработка ведется последовательными ударами молотов. Наибольшее распространение получили паровоздушные, пневматические, механические молоты и гидравлические прессы.

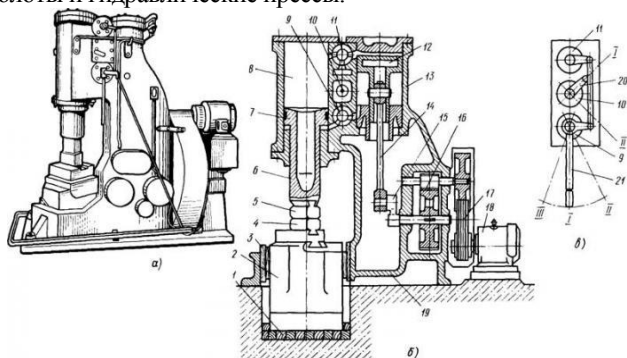


Рисунок 3. Пневматический ковочный молот: а - общий вид, б устройство, в - кинематическая схема; 1 - брусья, 2 - шабот, 3 - клинья, 4, 5 – нижний и верхний бойки, 6 - шток, 7, 12 - поршни, 8, 13 - рабочий и компрессорный цилиндры, 9 ... 11 - краны управления, 14 - шатун, 15 - кривошипный вал, 16 - редуктор, 17 - ременная передача, 18 - электродвигатель, 19 - станина, 20, 21 рукоятки управления

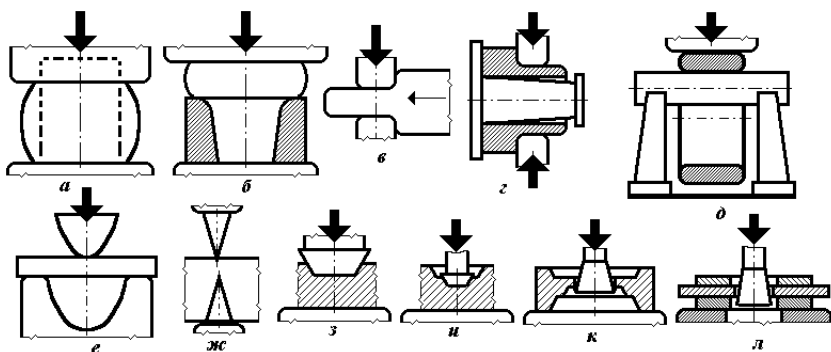


Рисунок 4. Основные операцииковки: а – осадка; б – высадка; в – протяжка; г – протяжка с оправкой; д – раскатка на оправке; е – гибка; жс – отрубка; з – прошивка неглубоких полостей; и – прошивка глубоких полостей; к – прошивка сквозных полостей; л – высадка с подкладкой; стрелками указаны направления действия силыковки.

Основные операцииковки показаны на рисунке 3. К основным операциямковки относятся: Осадка – уменьшение высоты заготовки при увеличении ее диаметра (рис. 4, а). Осадку применяют для получения поковок типа «диск»; как предварительную операцию перед прошивкой; при изготовлении пустотелых заготовок; для уничтожения литой дендритной структуры, измельчения зерна. Осадкой не рекомендуется деформировать заготовки при отношении высоты к диаметру более 2,5. Разновидностью осадки является высадка (рис. 4, б). Высадка – осадка металла на части длины заготовки. Протяжка – удлинение заготовки или ее части (разгонка) за счет уменьшения ее площади поперечного сечения (рис. 4, в). Протяжку производят последовательными ударами плоского или вырезного бойка по отдельным участкам заготовки, с подачей последней вдоль оси протяжки и переворотом (при необходимости) на 90°. При каждом ударе уменьшается высота, одновременно увеличиваются ширина и длина заготовки. При перевороте заготовки, последующие удары устраняют уширение заготовки.

При протяжке цилиндрических заготовок плоскими бойками, в центре удара появляются значительные растягивающие напряжения и возможно появление трещин. При протяжке заготовок вырезными бойками, силы, направленные с четырех сторон, способствуют более равномерному течению металла, что устраняет возможность появления осевых трещин. Протяжка с оправкой (рис. 4, г) – увеличение длины пустотелой заготовки за счет уменьшения толщины стенок. Протяжку выполняют в вырезных бойках с установкой заготовки на коническую оправку. Раскатка на оправке (рис. 4, д) – одновременное увеличение наружного и внутреннего диаметров заготовки за счет уменьшения толщины ее стенок. Гибка (рис. 4, е) – придание заготовки изогнутой формы по заданному контуру. При гибке необходимо

учитывать: пружинение заготовки; искажение ее поперечного сечения (утяжка); возможность образования складок по внутреннему радиусу. Отрубка (рис. 4, ж) – отделение части заготовки по не замкнутому контуру.

Отрубку производят топорами различной формы. Скручивание – поворот части заготовки вокруг ее оси. Прошивка – получение полостей в заготовке. Неглубокие полости получают за один проход (рис. 4, з), глубокие полости получают за два и более прохода (рис. 4, и), сквозные полости получают за несколько проходов с переворотом заготовки (рис. 4, к). В тонких заготовках, сквозные отверстия получают высадкой с подкладкой (рис. 4, л). Небольшие партии заготовок со сложной конфигурацией куют в подкладных штампах. Подкладной штамп состоит из одной или двух частей, в которых выполнена полость, соответствующая конфигурации поковки.

Разработка технологического процессаковки включает составление чертежа поковки, расчет размеров и массы заготовки, выбор основных, вспомогательных и отделочных операций с указанием основного и вспомогательного инструмента, выбор машинного оборудования, определение режимов нагрева и охлаждения поковок. При проектировании поковки необходимо учитывать следующие технологические требования: Простейшие геометрические поверхности (цилиндр, плоскость). Желательной избегать конических и клиновых поверхностей, т.к. появляющаяся осевая сила может вырвать заготовку и травмировать оператора. Пересечения «цилиндр - цилиндр» желательно заменять пересечением «цилиндр - плоскость», практически невозможно отковать ребристые поверхности и местные выступы. Высоколегированные стали склонны к упрочнению, поэтому их куят на прессах.

При составлении чертежа поковки сначала вычерчивают тонкими линиями габаритные формы детали. Размеры и формы поковки отличаются на значения припуска (технологического припуска) и напуска (конструктивного припуска). Технологический припуск - увеличение размера поковки сверх номинального размера детали для последующей обработки резанием. Значения технологических припусков устанавливают такими, чтобы после обработки резанием обеспечить удаление дефектов металлургического происхождения, получать заданные размеры детали с необходимой точностью и шероховатостью поверхности.

Чем выше уровень технологииковки, тем меньше технологический припуск. Напуск или конструктивный припуск - дополнительный объем металла, добавляемый к объему детали, для упрощения формы поковки, необходимый для осуществления процессаковки. Напуски удаляют последующей обработкой резанием. Чем больше напуски, тем менее технологична конструкция детали, т.е. конструктор не учел особенностей способа получения заготовки детали, который он сам же задает. Толстыми линиями вычерчивают контур поковки по номинальным размерам.

Реальный технологический процесс изготовления поковок представляет собой последовательное осуществление нескольких операций, которые включают: резку исходной заготовки в требуемый размер, нагрев материала до требуемой температуры, формообразующую операцию, очистку заготовок от окалины, контроль поковки. Точность и производительность резки определяется способом резки. На практике обычно применяют нагрев в пламенной печи, как способ, не требующий дополнительных затрат. Основная операция включает переходы: установку – снятие заготовки, формоизменяющую операцию (осадку, вытяжку, прошивку и т.д.). Очистку поковок от окалины осуществляют в галтовочных барабанах, обдувкой стальной дробью, травлением в водных растворах серной или соляной кислоты. При контроле поковок выявляют внешние и внутренние дефекты, проверяют соответствие геометрическим и функциональным техническим условиям.

Среди преимуществковки следует отметить: возможность изготовления поковок различного веса, формы и размеров; отсутствие дорогостоящей оснастки; использование относительно простого и универсального инструмента.

К недостаткам метода относятся: сравнительно низкая производительность труда, невысокая точность получаемых поковок, большие припуски на последующую механическую обработку, приводящие к потерям металла в стружку.

Припуски на обработку, допуски на ковку, а также некоторые напуски, условия образования уступов, выемок, фланцев, буртов стандартизованы. Назначение припусков и допусков на поковки различной формы и размеров приведены в таблицах 1, 2, 2а, размеры исходного проката в таблице 3.

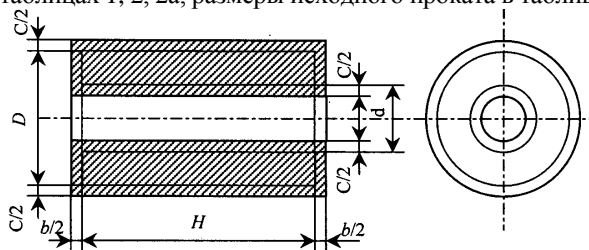


Рисунок 5. Припуски и допуски на поковки колец

Таблица 1 – Припуски и допуски на поковки колец (при  $H \leq D$  и  $d \leq 0,5D$ )

Высота детали, $H$ , мм	Диаметр детали, $D$ , мм	Припуск $a$ , $b$ , $c$ и отклонения, мм					
		на высоту $H$	на диаметр $D$	на диаметр $d$ при разности $D-d$			
				до 50	51...130	131...250	251...400
До 50	60...250	$8 \pm \frac{2}{3}$	$11 \pm 3$	$14 \pm 3$	$15 \pm 3$	----	----
	251...360	$9 \pm \frac{2}{3}$	$14 \pm 3$	$17 \pm 5$	$18 \pm 5$	$19 \pm 5$	----
	361...500	$10 \pm 3$	$16 \pm 7$	$19 \pm 7$	$20 \pm 7$	$21 \pm 7$	----



	501...800	12±5	19±9	22±9	23±9	24±9	27±9
51...80	60...250	9± <sup>2</sup> <sub>3</sub>	12±3	15±3	16±3	----	----
	251...360	11±3	16±5	19±5	20±5	21±5	----
	361...500	12±4	18±7	21±7	22±7	23±7	----
	501...600	14±5	21±9	24±9	26±9	26±9	27±8
81...120	61...250	11±4	14±4	17±4	18±4	----	----
	251...360	13±5	17±5	20±5	21±5	22±5	----
	361...800	14±5	19±7	22±7	23±7	24±7	----

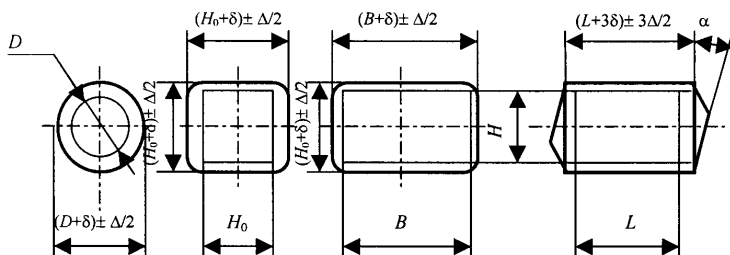


Рисунок 6. Припуски и допуски на поковки различных сечений, изготавливаемые на прессах

Таблица 2 – Припуски и допуски на поковки различных сечений, изготавливаемые на прессах

Длина детали, $L$ , мм	Припуски $\delta$ и наибольшие отклонения $\pm \Delta/2$ при размерах $D, H_0, B$ , мм										
	201...224	225...250	251...280	281...315	316...355	356...400	401...450	451...500	501...560	561...630	631...710
До 1000	16±6	17±6	18±6	19±7	20±7	21±7	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9
1001...1250	17±6	18±6	19±7	20±7	21±7	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9
1251...1600	18±6	19±7	20±7	21±7	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10
1601...2000	19±7	20±7	21±7	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10	29±10
2001...2500	20±7	21±7	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10	29±10	30±10
2501...3150	21±7	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10	29±10	30±10	31±10
3151...4000	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10	29±10	30±10	31±11	32±11

Таблица 2а

Разность диаметров, мм	Дополнительный припуск на диаметр, мм
До 56	2
57...80	3
81...112	4
113...140	5
141...181	7
181...224	8
225...250	9

251...280	10
281...315	12
316...355	13
356...400	14
401...425	15
426...450	16
451...475	17
476...500	18
501...530	19
531...560	20
561...600	22
601...630	23
631...670	24
671...710	25
711...750	27

*Примечание.* Таблица для деталей, у которых  $L > 1,2D$  или  $L > 1,5H_0$  и  $B > 1,5 H_0$

Таблица 3 – Диаметр проката (сталь горячекатанная круглая)

5	11	17	24	34	48	65	95	130	190
6	12	18	25	36	50	70	100	140	200
7	13	19	26	38	53	75	105	150	210
8	14	20	28	40	56	80	110	160	220
9	15	21	30	42	60	85	120	170	240
10	16	22	32	45	63	90	125	180	250

Горячую обработку металлов давлением проводят в определённом температурном интервале. Рекомендуемые интервалы температурковки и штамповки некоторых углеродистых и легированных сталей приведены в таблице 4.

Верхняя граница находится выше зоны пережога, а для ряда сплавов и сталей ниже зоны перегрева. Зона пережога соответствует температурам, при которых начинается оплавление и окисление по границам зерен, приводящее к полной потере металлом пластичности и прочности. Ниже температуры пережога находится температура перегрева, характеризующаяся резким ростом размеров зерен. Механические свойства изделия, полученного обработкой давлением из перегретой заготовки, оказываются низкими.

Нижняя граница устанавливается несколько выше температур фазовых превращений или определяется по результатам обработки комплекса испытаний пластичности металла и его сопротивления деформированию.

Для стали 45 (материал вала) рекомендуемый интервалковки определяется по таблице 4 – 1200...800 °С.

Распределение объема работ по выносам заготовок из печи при ковке

должно быть таким, чтобы в каждом выносе ковка укладывалась по времени в заданный температурный интервал. Нижнюю границу температурного интервалаковки (температура окончанияковки) на последнем выносе необходимо строго соблюдать, чтобы избежать получения поковки с крупнозернистой структурой металла и пониженными механическими свойствами. Наиболее рациональное чередование ковочных операций и подогревов устанавливают по операционным расчётам охлаждения заготовок во времяковки.

Для оценки времени охлаждения можно воспользоваться формулой

$$t = 0,1 + 1,65D, \quad (1)$$

где  $t$  – продолжительность остывания поковки в интервале температур 1200...800 °С, ч;  $D$  – диаметр поковки, м.

Для характеристики нагрева металла необходимо указать температуру, скорость и продолжительность нагрева. Температура нагрева определяется верхней границей температурного интервалаковки. Для приближенного расчета продолжительности нагрева холодных слитков и катаных или кованых заготовок диаметром 100...300 мм можно воспользоваться формулой Н.И. Доброхотова:

$$t_n = \alpha D_0 \sqrt{D_0}, \quad (2)$$

где  $t_n$  – общая продолжительность нагрева, включая выдержку, ч;  $D_0$  – диаметр заготовки, м;  $\alpha$  – коэффициент: для углеродистой стали – 10, для легированной – 20.

Для катаных заготовок меньшего диаметра ( $D_0 < 100$  мм) можно рекомендовать формулу

$$t_n = 2,5 \cdot 10^{-3} D_0. \quad (3)$$

Формулы (1) и (2) соответствуют нагреву стальных заготовок до 1200° в печи с температурой 1300...1350 °С. Режим охлаждения поковок нормализован. Поковки из углеродистой стали диаметром до 300 мм охлаждают на воздухе одиночно и в штабелях, а при больших диаметрах – в ящиках с песком или окалиной и в закрытых колодцах. Поковки из легированных сталей диаметром свыше 50 мм охлаждают в ящиках с песком или окалиной и в закрытых колодцах, а диаметром более 150 мм – вместе с печью.

Таблица 4 – Температурные интервалыковки некоторых углеродистых и легированных сталей

Марка стали	Рекомендуемые интервалы температурковки, °С
Ст0, Ст1, Ст2, Ст3	1280...750
Ст4, Ст5, Ст6	1200...800
10, 15	1280...750
20, 25, 30, 35	1250...800
40, 45, 50	1200...800
55, 60	1190...800

65, 70	1180...800
15Г, 20Г, 25Г, 30Г	1230...800
40Г, 45Г, 50Г	1200...800
60Г, 65Г	1180...800
15Х, 15ХА, 20Х	1200...800
30Х, 38ХА	1180...820
18ХГТ	1180...800
40ХГ	1180...830
9ХС	1120...820

Если поковка изготавливается из слитка, то минимальная площадь его поперечного сечения  $S_0$  определяется по площади поперечного сечения поковки  $S_k$ , помноженной на величину уковки  $y$ :

$$S_0 = S_k \times y. \quad (4)$$

Достаточной уковкой, обеспечивающей переход литой дендритной структуры в волокнистую по всему сечению, для слитков из углеродистой и среднелегированной стали считается  $y = 2,5...3$ , а для легированной стали  $y = 5...8$ . Оптимальную уковку рассчитывают для наиболее ответственной части детали.

Определив массу и площадь поперечного сечения заготовки, выбирают требуемый слиток по таблице 3. Если поковка изготавливается вытяжкой (протяжкой) из сортового проката, то площадь поперечного сечения заготовки рассчитывают по площади наибольшего поперечного сечения поковки по формуле (4).

Величину уковки при ковке на молотах принимают  $y = 1,3...1,5$ . Если поковка изготавливается осадкой, то отношение высоты заготовки к размеру её сечения должно составлять 1,25...2,5.

*Поковки и кузнечные слитки изготавливают из сталей марок:*

- углеродистые конструкционные 20, 35, 40, 45, 50, 60;
- коррозионностойкие и нержавеющие 20Х13, 30Х13, 40Х13, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т;
- легированные конструкционные 20Х, 40Х, 40ХН, 50ХН, 38ХГН, 35ХМ, 30ХГС, 35ХГСА, 40ХМФА, 38ХГМ, 25ХГТ, 20Х2НЧА, 25Х1МФ, 40ХН2МА, 38ХН3МФА, 38Х2Н2МА, 34ХН1М, 34ХН1МА, 34ХН3М, 34ХН3МА, 34ХНМ, 10ХН3А;
- легированные инструментальные 5ХНМ, ХВГ, 55ХН2Ф, 4Х5МФС;
- легированные термоустойчивые 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 24ХМ1Ф, 25Х1МФ, 38ХМ, 15ХМ, 15Х5М;
- легированные пружинные и для сварочных работ 09Г2С, 17ГС, 10Г2, 65Г;
- легированные для валков (горяче- и холоднокатанных) 50, 75ХМ, 75ХМФ, 60ХСМФ, 60ХН, 90ХФ, 9Х2МФ, 9ХС.

## Выбор оборудования

Необходимая масса падающих частей молота или номинальное усилие прессы ориентировочно могут быть определены по массе или сечению заготовок (см. таблицы 5 и 6). Выбранный вид оборудования может быть подтверждён расчетом, исходя из каждой технологической операции.

Таблица 5 – Данные для выбора ковочных гидравлических прессов по массе слитка

Усилие прессы, МН	Масса слитка, т		Число рабочих нажимов бойка в 1 мин	Ширина бойка, мм
	средняя	наибольшая		
5	0,65	2	22	-----
8	2	5,5	18	220...260
12,5	5,5	12	14	280...330
20	14	28	10	360...420
32	33	58	8	450...520
50	62	98	6	550...700

Таблица 6 – Данные для выбора массы падающих частей ковочных молотов по массе и размерам поковок

Масса па- дающих частей, т	Масса поковок, кг			Наибольшее сечение заго- товки (сторо- на квадрата), мм	Число ударов бойка в 1 мин
	фасонных		для гладких валов наибольшая		
	средняя	наибольшая			
Пневматические молоты					
0,075	0,3	1,2	7,5	45	210
0,15	1,5	4	15	60	190
0,25	2,5	8	35	75	150
0,4	6	18	60	100	130
0,56	9	28	ПО	120	115
0,75	12	40	140	135	105
1	20	70	250	160	95
Паровоздушные молоты					
1	20	70	250	160	63
2	60	180	500	225	50
3,15	100	320	750	275	50
5	200	700	1500	350	40
8	350	1300	2500	400	31

### *Задание к лабораторно-практической работе:*

1. Определить виды выполненных учебным мастером операцийковки. Произвести необходимые измерения исходной и полученной заготовки, измерить высоту  $H$  и диаметр  $D$  заготовок, проставить размеры и занести в

таблицу 7. Выполнить эскизы полученных заготовок.

Таблица 7 – Результаты осадки заготовок

Обозначение размеров	Размер исходной заготовки	Размер поковки после осадки
$H$		
$D$		
$Y$		
$E_H$		

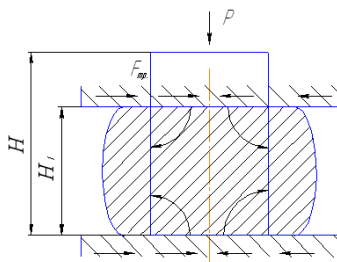


Рисунок 7. Эскиз поковки после осадки

Определить для поковки коэффициент уковки:

$$Y = H / H_1$$

и степень деформации  $E_H = \frac{H - H_1}{H} 100\%$ .

2. Назначить температурный интервал ковки, режимы нагрева заготовки и охлаждения поковки (определить время нагрева заготовки).

3. Составить схему (порядок) технологических операций ковки в их последовательности для каждой из обработанных заготовок-поковок.

### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Описание с эскизированием операций ковки при изготовлении в лаборатории заготовок различного типа и размеров.
3. Оборудование и материалы, используемые в работе.
4. Основные положения по технологии и оборудованию кузнечной ковки, определение припусков и допусков на поковки, описание порядка выбора оборудования в случае механизированного процесса ковки на молотах и прессах.

### Библиографический список

1. Материаловедение [Электронный ресурс]: Учебное пособие/Давыдова И. С., Максина Е. Л., 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 228 с. [ЭБС ИНФРА-М]
2. Материаловедение и технология металлов [Электронный ресурс]:

Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифулин. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 397 с. [ЭБС ИНФРА-М].

3. *Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 1.* [Электронный ресурс]: Учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 589 с. [ЭБС ИНФРА-М]

7. *Материаловедение и технология конструкционных материалов.* Под редакцией В.С. Чередниченко. М.: Омега – Л. 2006 – 752с.

10. *Дальский А.М.* технология конструкционных материалов./А.М. Дальский и др.-М.: Машиностроение; 2005. - 592с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Цель работы.....	3
Материальное обеспечение .....	3
Основные термины и определения.....	3
Общие сведения .....	4
Задание к лабораторно-практической работе.....	13
Библиографический список.....	14

Составители:

Перфилов Михаил Евгеньевич  
Агафонова Екатерина Васильевна  
Возженникова Татьяна Викторовна

## **ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ**

### **Изучение технологических приемов получения заготовок свободной ковкой металла**

Методические указания к выполнению  
лабораторно – практической работы по дисциплине  
«Материаловедение и технология конструкционных материалов»

Редактор  
Компьютерная верстка                      Е.В. Агафонова

Подписано в печать  
Формат 60х84. Объем усл. 1,05 уч.- изд. л.  
Бумага офсетная Изд. № 104 Заказ №\_\_\_ Тираж 100 экз.

---

Отпечатано в издательстве НГАУ  
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106.  
Тел. факс (383) 267-09-10. E-mail: [2134539@mail.ru](mailto:2134539@mail.ru)