

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

ОБОРУДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОМД

Электронные методические указания
к практическим занятиям

Самара
2013

УДК 621.9.06 (075)

О-224

Автор-составитель: **Каргин Борис Владимирович**

Оборудование процессов ОМД [Электронный ресурс]: электрон. метод. указания к практич. занятиям / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); авт.-сост. Б.В. Каргин. – Электрон. текстовые и граф. дан. (0,99 Мбайт). - Самара, 2013.

Приведены основные понятия и определения технологического процесса изготовления кузнечно-штамповочного оборудования (КШО). Изложены данные о влиянии технологических параметров на качество мехобработки. На примере типовых деталей КШО и штампов рассмотрены современные методы и способы их изготовления.

Указания предназначены для студентов инженерно-технологического факультета, обучающихся по направлению подготовки 150400.62 «Металлургия», изучающих дисциплину «Оборудование процессов ОМД» в 8 семестре.

Подготовлено на кафедре обработки металлов давлением.

Оглавление

Введение.....	4
1. Расчет ручьев молотовых штампов.....	8
2. Задачи и упражнения по расчёту ручьёв	15
3. Штамповка на ГКМ.....	17

Введение

Штамповка – это формоизменение металла в штампах, форма которых приближается к форме готовой детали или точно ей соответствует. Различают холодную и горячую объемную штамповку. Последняя проводится при температуре заготовок выше температуры рекристаллизации обрабатываемого металла или сплава. Штамповка в отличие отковки позволяет металлу претерпевать деформацию по трем осям и получать фиксированные размеры в объеме.

К преимуществам штамповки относятся: небольшое число обжатиий, высокая производительность, малоотходность по сравнению с ковкой и обработкой резанием. Себестоимость штамповки в 2-3 раза ниже себестоимости изготовления детали резанием. Однако эти преимущества реализуются только в серийном специализированном производстве из-за большой стоимости штампов. В развитых промышленных странах горячей объемной штамповкой изготавливают по 1–1,5 млн т в год стальных поковок.

Около 80 % штампованных поковок производят на универсальных паровоздушных штамповочных молотах (ПВШМ), кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП) и горизонтально-ковочных машинах (ГКМ). Имеется тенденция к замене молотов прессами. Наиболее крупные изделия штампуют на гидравлических прессах усилием до 750 МН. Расширяется применение винтовых штамповочных пресс-молотов (ВШПМ) и горячештамповочных автоматов (ГША). Оборудование для серийной штамповки объединяют в гибкие производственные модули, оснащенные роботами-манипуляторами и управляемые ЭВМ.

Экономическая целесообразность объемной штамповки и выбора ее способов зависит от множества факторов, основными из которых являются следующие:

- тип производства (массовое, серийное);
- свойства и себестоимость металла или сплава;
- тип оборудования, на котором производится деформация металла.

В качестве инструмента применяется приспособление, имеющее две или большее число частей, при сопряжении которых образуется объемная полость по форме детали, которая называется штампом. Количество штампов, необходимых для производства различных деталей, соответствует количеству штампуемых поковок.

Штамп состоит из следующих основных частей:

- верхняя плита;
- нижняя плита;
- верхняя часть штампа (пуансон);
- нижняя часть штампа (матрица);
- направляющие колонки 5, входящие в направляющие втулки;
- хвостовик (запрессован в верхнюю плиту, вставляется в гнездо ползуна прессы и там крепится).

Холодная объемная штамповка (ХОШ) основана на использовании холодной пластической деформации. Все операции ХОШ разделены на 12 групп с индексами от А до Н, каждому из которых соответствует ряд с порядковым номером 1–12. Основными из них являются следующие:

- осадка;
- объемная формовка;
- плоскостная и объемная калибровка;
- холодное выдавливание;
- высадка;
- чеканка.

ХОШ имеет следующие преимущества:

- высокие механические свойства деталей из-за деформационного упрочнения;
- высокую точность размеров и качествоковки (8–9 класс);
- увеличение коэффициента использования металла (в среднем до 82–93 %);
- высокую производительность процесса и возможность механизации и автоматизации (в 5–10 раз производительность выше на кривошипных

прессах-автоматах по сравнению с современными автоматами для обработки резанием таких же деталей).

В качестве недостатка можно выделить высокие удельные нагрузки на инструмент и, как следствие, низкую стойкость штамповой оснастки. Типовой технологический процесс объемной штамповки состоит из резки проката на заготовки, их нагрева, собственно штамповки, обрезки облоя, правки, термообработки поковок, удаления окалины, холодной калибровки (чеканки) и контроля качества.

Общий технологический процесс формоизменения независимо от вида оборудования включает несколько этапов:

1. Подготовительные операции (фасонирование, осадка и др.).
2. Оформление поковки (штамповочные операции).
3. Вспомогательные операции (обрезка облоя, термообработка и др.)
4. Отделочные операции (обработка резанием, калибровка и др.)

По технологическому признаку выделяют следующие разновидности:

- штамповку на молотах;
- штамповку на кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП);
- штамповку на горизонтально–ковочных машинах (ГКМ).

На молотах осуществляется штамповка и в закрытых и в открытых штампах. Используются штамповочные молоты (для стальных поковок) массой падающих частей 15–25 т. В качестве достоинств этого вида штамповки можно выделить следующие:

- возможность осуществления энергоемких операций за счет высоких скоростей деформации и многократного обжатия в ручьях;
- универсальность и простоту эксплуатации;
- возможность деформации малопластичных сплавов.

А в качестве недостатков отмечаются следующие:

- низкая степень автоматизации и механизации;
- экологический вред и тяжелые условия труда;
- необходимость в больших фундаментах.

В качестве инструмента применяют молотовые штампы.

На штампе может быть расположена площадка для осадки (как правило, она выполнена в угловом элементе штампа), нож и различные ручки.

В молотовых штампах применяют следующие.

1. Штамповочные ручки:

– окончательный (чистовой), где производится получение окончательной поковки;

– предварительный (черновой), который, как правило, выполняется беззаусеничной канавки, служит для придания заготовке формы, близкой кокончателюму ручью, и применяется при штамповке стальных поковок.

2. Заготовительные ручки:

– формовочный ручей, который служит для придания заготовке формы, соответствующей форме поковки в полости ручья (для получения контура поковки в плане);

– гибочный ручей, который придает поковке определенный угол изгиба;

– пережимной ручей, который необходим для уширения заготовки поперек ее оси;

– подкатный ручей, который предназначен для увеличения одних поперечных размеров заготовки за счет других вследствие перемещения металла вдоль оси заготовки.

1. Расчет ручьев молотовых штампов

1. Пережимной ручей

Ширина пережимного ручья (рис.34)

$$B = \frac{F_{заг}}{h_1} + (10 \div 20) \text{ мм},$$

где $F_{заг}$ - площадь поперечного сечения исходной заготовки; h_1 - минимальная высота полости ручья; $h_1 = (0,6 \div 0,75) d_{\text{мин}}$, где $d_{\text{мин}}$ - минимальный диаметр расчетной заготовки. Максимальная высота профиля пережимного ручья на участке набора металла, мм:

$$h_2 = (1,05 \div 1,1) d_{\text{max}}.$$

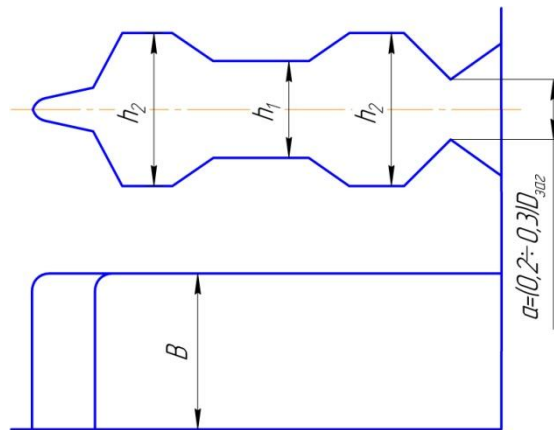


Рисунок 1.1 – Пережимной ручей

2. Подкатной ручей (рисунок 1.2).

Максимальная высота профиля подкатного ручья, мм:

$$H_0 = 0,9 \sqrt{F_{н.з \text{ max}}} = 0,9 \sqrt{S_{\text{max}}},$$

где $F_{н.з \text{ max}}$ - максимальная площадь сечения поковки с учетом заусенца, мм^2 ;

S_{max} - максимальная площадь поперечного сечения расчетной заготовки, мм^2 .

Высота профиля подкатного ручья в произвольном сечении, мм,

$$h = (0,7 \div 0,8) d_s,$$

где d_s - диаметр соответствующего сечения расчетной заготовки, мм.

Меньшее значение коэффициента следует принимать при толщине исходной заготовки $A_{заз} > 60$ мм. На утолщенных местах стержней (где d_s приближается к $d_{сп}$) $h = (0,9 \div 1) d_s$, в местах набора $h \approx d_s$. Если набираемая головка находится рядом с клещевиной $h \approx 1,05 d_s$.

Внешний радиус скругления, мм:

$$R_1 = (1,5 \div 3) K + 5,$$

где K - соответствующая разность высот, мм.

Внутренний радиус скругления, мм:

$$R_{вн} = 5 \div 10.$$

Радиус скругления язычка зева, мм:

$$R = 0,1 D_{заз} + 6,$$

где $D_{заз}$ - диаметр исходной заготовки, мм.

Величина зева клещевой части подкатного ручья, мм:

$$n = 0,2 D_{заз} + 6.$$

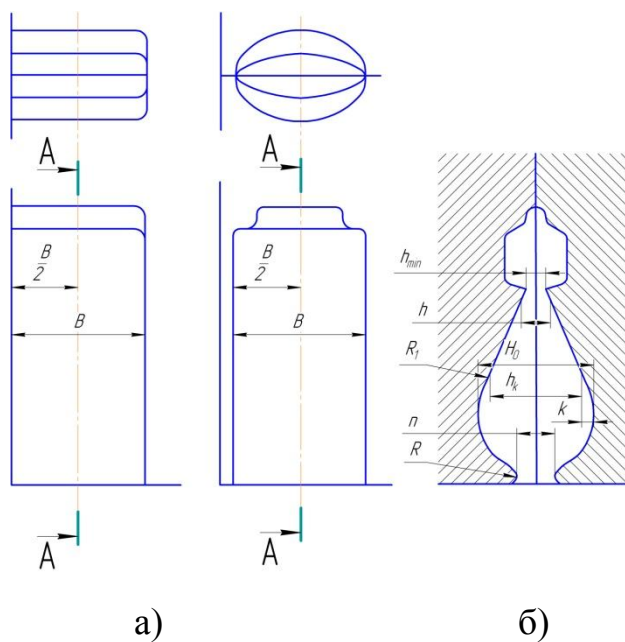


Рисунок 1.2. – Подкатные ручки: а – открытый, б – закрытый

Ширина открытого подкатного ручья, мм:

б) для заготовки, не подвергавшейся предварительной протяжке
(подкатка заготовки из сортового металла)

$$B = \frac{F_{заг}}{h_{\min}} + 10 ,$$

где h_{\min} - минимальная высота ручья, мм ;

б) для предварительно протянутой заготовки

$$B = \frac{F_{заг}}{h_k} + 10 ,$$

где h_k - высота подкатного ручья в месте перехода стержня в головку, мм.

Ширина закрытого подкатного ручья, мм:

а) для заготовки, не подвергавшейся предварительной протяжке,

$$B = 1,15 \frac{F_{заг}}{h_{\min}} ;$$

б) для заготовки, предварительно протянутой,

$$B = 1,15 \frac{F_{заг}}{h_k} .$$

3. Протяжной ручей (рисунок 1.3).

При расположении протяжного ручья под углом к оси штампа этот угол применяется равным $\alpha = 12 ; 15$ или 18° . У прямых ручьев $\alpha = 0^\circ$. Просвет при протяжке без последующей подкатки, мм:

$$a' = (0,8 \div 0,9) \sqrt{S_{\min}} = (0,7 \div 0,8) d_{\min} ,$$

где S_{\min} и d_{\min} - соответственно минимальные площадь и диаметр расчетной заготовки.

Просвет при протяжке с последующей подкаткой, мм,

$$a' = (0,8 \div 0,9) \sqrt{\frac{V_c}{l_c}} ,$$

где V_c и l_c - объем и длина протянутого участка заготовки (стержня) по эпюре сечений.

Длина протяжного порога, мм:

$$C = (1,3 \div 1,5) D_{\text{заг}} ,$$

где $D_{\text{заг}}$ - диаметр или сторона квадрата исходной заготовки, мм.

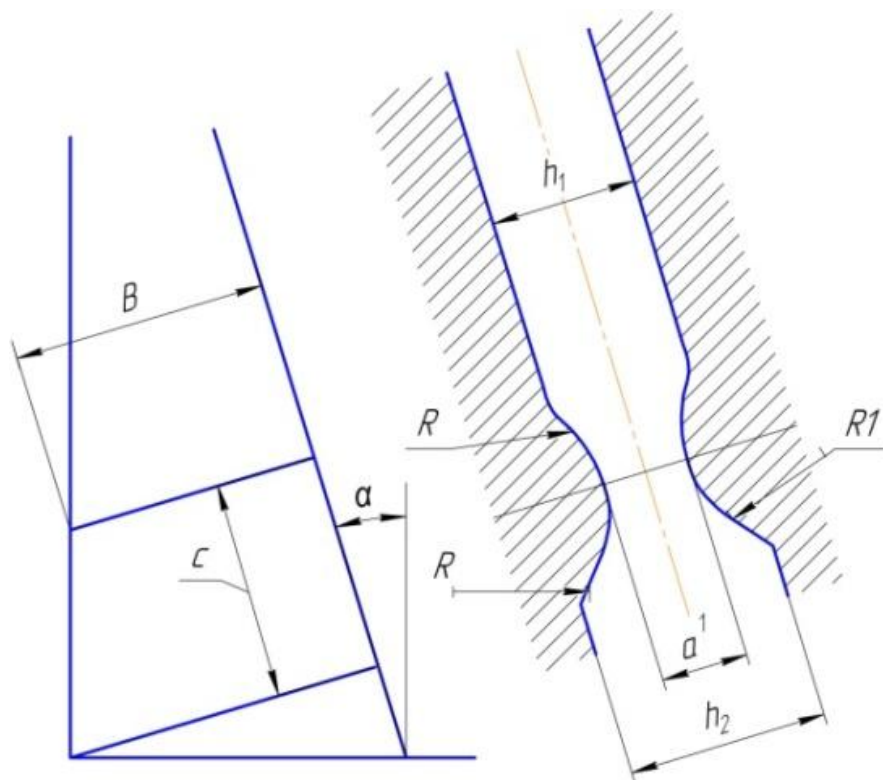


Рисунок 1.3 – Протяжной ручей открытого типа, расположенный под углом α к оси штампа

Меньшие значения коэффициента рекомендуется принимать при $l_c > 500$ мм, а большие - при $l_c < 200$ мм.

Ширина протяжного порога, мм

$$B = (1,25 \div 1,5) D_{\text{заг}} + (10 \div 20) ,$$

где большие значения коэффициента следует брать при $D_{\text{заг}} < 40$ мм, а меньшие- при $D_{\text{заг}} > 80$ мм.

Радиусы скругления, мм : кромок $R=0,25 C$, рабочей части порога $R_1=2,5 C$.

Глубина протяжного ручья, мм : а) при протяжке конца заготовки $h_1 = 2a'$; б) при остановлении на конце головки (длиной l_2 и толщиной h_2): $h_1 = 1,2h_2$, но $\geq 2a'$.

Глубина протяжного ручья спереди, мм

$$h_2 = D_{заг} + 12 \text{ .}$$

Наименьшая ширина площадки для оттяжки части заготовки, мм,

$$B_{min} = 1,4A_{заг} + 10 \text{ ,}$$

где $A_{заг}$ - сторона квадрата исходной заготовки, мм.

Длина площадки для оттяжки заготовки, мм:

$\alpha_{пл} = l_{от} + 10$, где $l_{от}$ – длина оттянутой части заготовки

4. Гибочный ручей (рисунок 1.4).

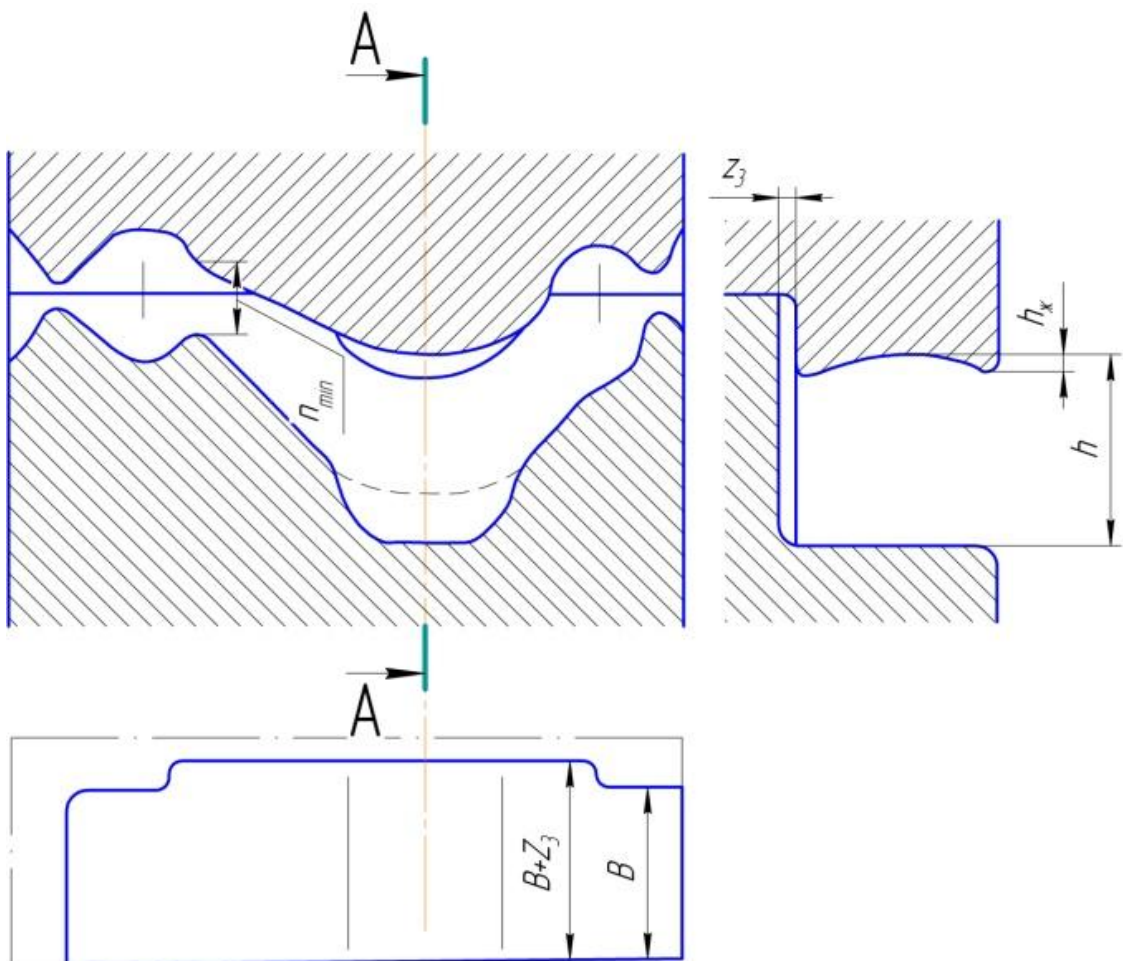


Рисунок 1.4. – Гибочный ручей

Минимальная высота гибочного ручья, мм:

$$h_{\min} \geq \sqrt{\frac{F_{\text{заг}}}{3}}.$$

Ширина гибочного ручья, мм:

$$B = \frac{F_{\text{заг}}}{h} + (10 \div 20).$$

Глубина желоба, мм:

$$h_{\text{ж}} = (0,1 \div 0,2)h.$$

Зазор между боковой поверхностью одной части штампа и выступом гибочного ручья на другой части штампа $z_3 = 4 \div 10$ мм.

5. Отрубной ручей (рисунок 1.5).

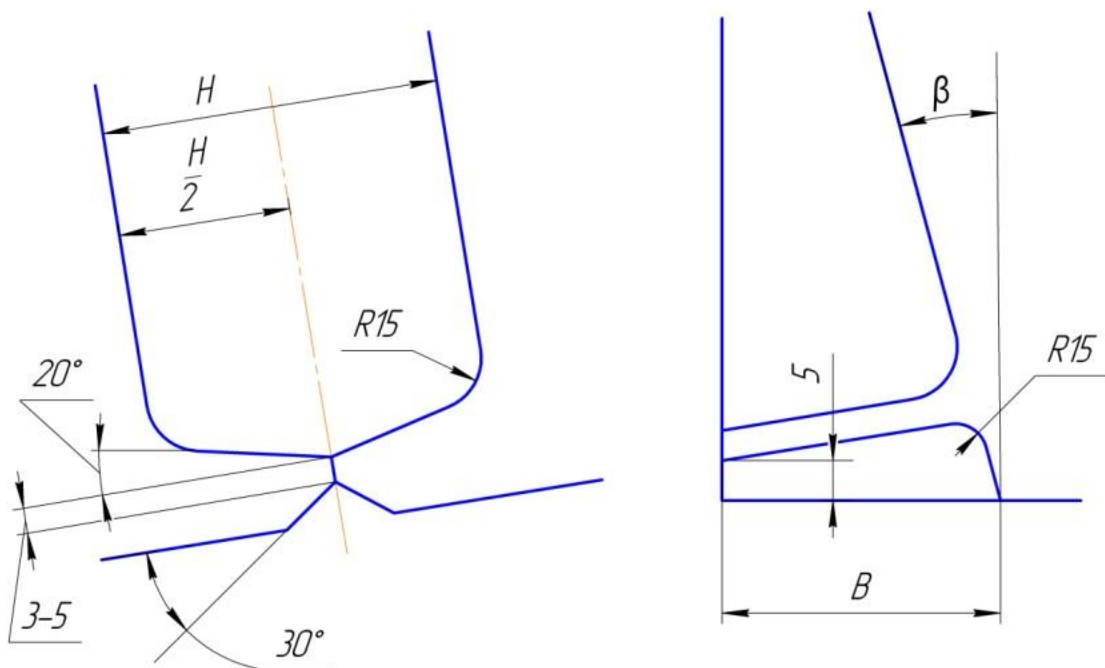


Рисунок 1.5 – Отрубной ручей

Угол расположения отрубного ручья относительно боковой стенки штампа $\beta = 15 \div 30^\circ$.

При двух заготовительных ручьях размеры заднего отрубного ручья, мм:
ширина

$$B = D_{\text{заг}} + (20 \div 25);$$

ВЫСОТА

$$H = D_{заг} + 20,$$

где $D_{заг}$ - диаметр или сторона квадрата исходной заготовки, мм.

При одном заготовительном ручье размеры переднего отрубного ручья, мм:

ширина

$$B_1 = f + (25 \div 30),$$

высота

$$H_1 = 2b_2 + 20,$$

где $b_2 = b_{пок} + b_3 + b_1$, здесь $b_{пок}$ и f - размеры штампованной поковки; b_3 и b_1

6. Предварительный ручей.

Радиус скругления кромки фигуры предварительного ручья при выходе на поверхность разъема, мм:

$$R_1 = R + c_d,$$

где R - радиус скругления в том же месте окончательного ручья, мм; c_d - дополнительная величина, определяемая в зависимости от глубины полости ручья:

Глубина, мм	<10	10-25	25-50	>50
c_d	2	3	4	5

Радиус перехода в предварительном ручье, если ручей имеет выступы или ребра высотой более ширины ручья, мм,

$$R_3 = 1,2R_2 + 3,$$

где R_2 - соответствующий радиус перехода в окончательном ручье, мм.

Линейный размер между точками ручья штампа с учетом усадки металла, мм:

$$l = 1,015 l_0,$$

где l_0 - линейный размер между соответствующими точками холодной поковки, мм.

2. Задачи и упражнения по расчёту ручьёв

1. Определить наибольшую ширину пережимного ручья, если диаметр исходной заготовки 40 мм, а минимальная высота полости ручья 25 мм. Ответ 70,2 мм.

2. Найти максимальную высоту профиля пережимного ручья на участке набора металла, если площадь поперечного сечения поковки на этом участке 1800 мм^2 , а площадь сечения заусенца по обеим сторонам ее 260 мм^2 . Коэффициент при расчетной формуле принять минимальным. Ответ 54 мм.

3. Определить максимальную высоту профиля подкатного ручья, если максимальный диаметр исходной заготовки 60 мм. Ответ 47,8 мм.

4. Найти наибольшую высоту профиля подкатного ручья в произвольном сечении, если диаметр соответствующего сечения расчетной заготовки 35 мм. Ответ 28 мм.

5. Найти величину зева клещевой части подкатного ручья и радиус его скругления, если штампуемая заготовка имеет исходный диаметр 50 мм. Ответ $n=16$ мм, $R=11$ мм.

6. Рассчитать ширину открытого подкатного ручья для заготовки диаметром 60 мм, не подвергавшейся предварительной протяжке, если минимальная высота ручья 40 мм. Ответ 80.5 мм.

7. Определить минимальную высоту просвета профиля протяжного ручья при протяжке заготовки без последующей подкатки, если минимальный диаметр расчетной заготовки 30 мм. Ответ 21 мм.

8. Чему равна длина протяжного порога при протяжке поковки типа шатуна со стержнем длиной 300 мм, если поковку изготавливают из заготовки квадратного сечения со стороной квадрата 35 мм? Ответ 49 мм.

9. Определить ширину протяжного порога, если сторона квадрата протягиваемой заготовки 85 мм. Добавочный размер принять равным 15 мм.

Ответ 121.3 мм

10. Найти радиусы скруглений кромок и порога протяжного ручья, если длина порога 60 мм. Ответ $R=15\text{мм}$; $R_1=150\text{мм}$.

77. Определить глубину протяжного порога спереди, если диаметр протягиваемой заготовки равен 45 мм. Ответ 57 мм.

11. Рассчитать наименьшую ширину площадки для оттяжки части заготовки и длину площадки, если сторона квадратной исходной заготовки 60 мм, а длина оттянутой части заготовки 200 мм. Ответ $B_{\min}=94\text{мм}$, $l_{\text{пл}}=210\text{мм}$.

12. Чему равна средняя ширина гибочного ручья при минимальной его высоте, если гибке подвергается заготовка диаметром 30 мм? Ответ 61 мм.

13. Найти наибольшую глубину желоба гибочного ручья при минимальной его высоте, если площадь сечения изгибаемой заготовки 1200 мм^2 . Ответ 4 мм.

14. Определить наибольшую ширину и высоту заднего отрубного ручья, если штамповке подвергается заготовка квадратного сечения со стороной квадрата 60 мм при двух заготовительных ручьях. Ответ $B=85\text{мм}$, $H=80\text{мм}$.

15. Определить радиус скругления кромки фигуры предварительного ручья при выходе на поверхность разъема, если радиус скругления в том же месте окончательного ручья равен 2 мм. Глубина полости ручья в соответствующем сечении 40 мм. Ответ 6 мм.

16. Линейный размер между центрами головок шатуна при комнатной температуре равен 200 мм. Найти расстояние между соответствующими точками предварительного и окончательного ручьев штампа с учетом усадки металла. Ответ 203мм.

3. Штамповка на ГКМ

Припуски и допуски поковок, определяют по ГОСТ 7505-74 с учетом тех же факторов, что и при штамповке на молотах и прессах. Штамповочные уклоны на участках поковки, формуемых в полости пуансона, принимают: наружные 15° ; внутренние 30° . Для участков, формуемых в матрице, наружные уклоны не предусматривают, а внутренние уклоны принимают 1° .

Объем высаживаемой части прутка при штамповке с поперечным кольцевым заусенцем

$$V_B = (V_{пок} + V_3) \frac{100 + \delta_y}{100},$$

где $V_{пок}$ - объем поковки; V_3 - объем поперечного заусенца; δ_y - угар металла, %.

Длина высаживаемой части прутка, см,

$$L_6 = \frac{(V_{пок} + V_3)(100 + \delta_y)}{F_{заг} 100},$$

где $F_{заг}$ - площадь поперечного сечения прутка (заготовки).

Полная длина заготовки при штамповке поковки со стержнем

$$L_{заг} = L_B + L_c,$$

где L_c - длина стержня.

Объем поковки

$$V_{пок} = \frac{\pi D_{пок}^2}{4} L_{пок} + \frac{\pi D_{заг}^2}{4} L_c,$$

где $D_{пок}$ - диаметр поковки.

Объем поперечного заусенца

$$V_3 = \left[\frac{\pi (D_{пок} + 2b_3)^2}{4} - \frac{\pi D_{пок}^2}{4} \right] h_3,$$

где b_3 - ширина поперечного заусенца; h_3 - толщина заусенца.

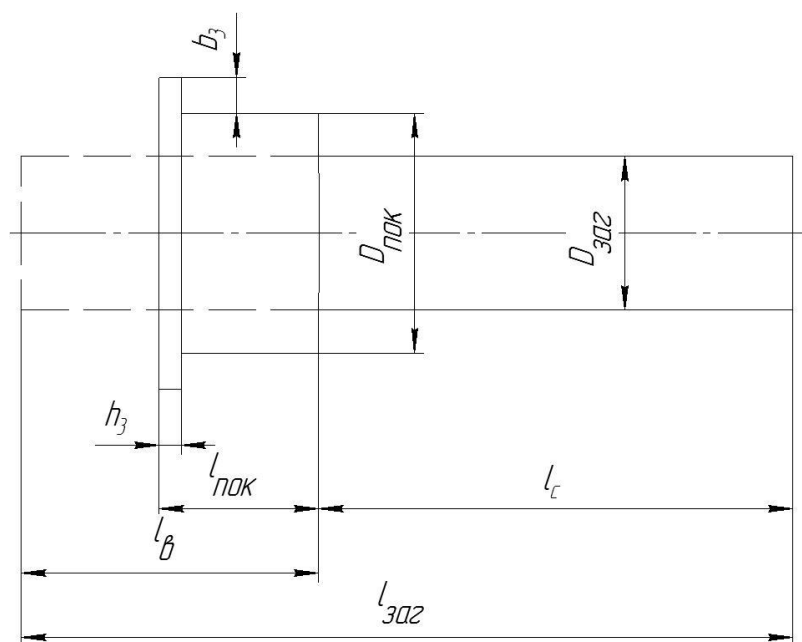


Рисунок 3.1 – Цилиндрическая поковка с высаженным утолщением и поперечным заусенцем

Таблица 3.1 - Размеры поперечного заусенца

$D_{пок}$, мм	b_3 , мм	h_3 , мм
<20	5	1
20-50	5-8	1,5
50-80	8-10	2,5
80-120	10-12	3
120-160	12-14	3,5

Объем заготовки

$$V_{заг} = (V_{пок} + V_c + V_3) \frac{100 + \delta}{100},$$

где v_c - объем стержня.

Форма ручьев, применяемых для набора металла, представлена на рис. 56.

1. Условие высадки выступающего конца заготовки за одну операцию (рис.30, а). Длина конца прутка L_B не должна превышать $2,5D_{заг}$.

2. Предельный диаметр матрицы D_m , мм, если $L_B \geq 2,5D_{заг}$:

при $m \leq D_{заг}$ $D_m \leq 1,5D_{заг}$;

при $m \leq 1,5D_{заг}$ $D_m \leq 1,25D_{заг}$,

где m - длина части заготовки, находящейся вне полости ручья штампа.

3. Предельный больший диаметр d_b конической полости пуансона, мм (рисунок 3.2, в), если $L_B > 2,5D_{заг}$:

при $m \leq 2D_{заг}$ $d_b \leq 1,5D_{заг}$ ($d_m = D_{заг}$);

при $m \leq 3D_{заг}$ $d_b \leq 1,25D_{заг}$ ($d_m = D_{заг}$);

при $m \leq D_{заг}$ $d_b \leq 1,5d_{cp}$

где d_{cp} - средний диаметр конической полости пуансона,

$$d_{cp} = \frac{d_b + d_m}{2}.$$

4. Если высаживаемая часть прутка L_B не выступает за пределы матрицы (рисунок 3.2, г), то диаметр утолщения D_y можно не ограничивать при условии, что длина утолщения $L_y \leq 3D_{заг}$.

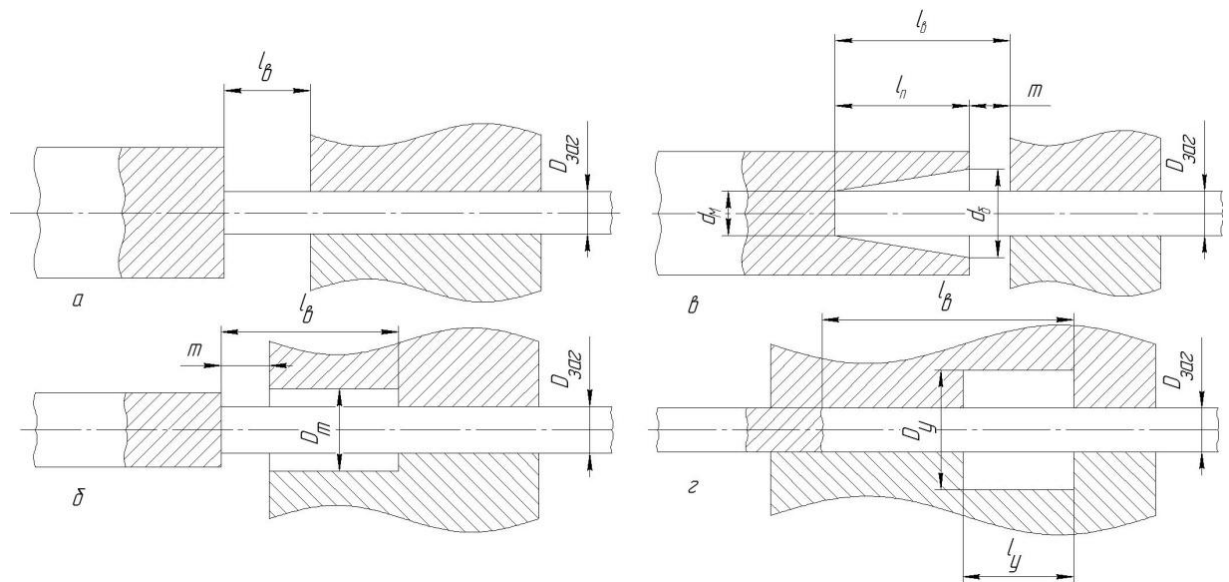


Рисунок 3.2 – Форма ручьев для набора металла и расположение заготовки в ручье: а – конец заготовки не зажат; б – в цилиндрической матрице; в – в коническом пуансоне; г – конец заготовки не выступает за пределы матрицы

Чередование наборных ручьев круглого и квадратного сечений (по А.Н. Брюханову и А.В. Ребельскому):

переход с круга на квадрат

$$\text{при } m = D_{заг} \quad A_{м} = 1,5 D_{заг} ;$$

$$\text{при } m = 1,5 D_{заг} \quad A_{м} = 1,25 D_{заг} ;$$

переход с квадрата на круг

$$\text{при } m = a_{заг} \quad D_{м} = 1,5 a_{заг} ;$$

$$\text{при } m = 1,5 a_{заг} \quad D_{м} = 1,2 a_{заг} ,$$

где $A_{м}$ - сторона квадратного сечения матрицы, мм; $a_{заг}$ - диагональ поперечного сечения заготовки, мм; $D_{м}$ - диаметр матрицы последующего ручья, мм.

Расчет конической высадки по методу Н.В. Гусева. Если конусная форма перехода нужна как средство набора металла, то соотношение $d_{\text{б}}$ и $d_{\text{м}}$ принимают исходя из максимального объема полости. При $d_{\text{м}} = 1,25 D_{\text{заг}}$ и $d_{\text{б}} = 1,5 D_{\text{заг}}$ объем конической полости глубиной $L_{\text{п}}$ составит

$$V_{\text{п}} = \frac{\pi L_{\text{п}}}{12} (d_{\text{б}}^2 + d_{\text{м}}^2 + d_{\text{б}} d_{\text{м}}) = 1,48 L_{\text{п}} D_{\text{заг}}^2 .$$

Полагая, что объем заготовки равен объему поковки, а последний является объемом конической полости пуансона, получим

$$\frac{\pi D_{\text{заг}}^2 L_{\text{заг}}}{4} = 1,48 L_{\text{п}} D_{\text{заг}}^2 ,$$

тогда $L_{\text{п}} = 0,53 L_{\text{заг}}$.

При указанных соотношениях размеров свободная длина прутка $L_{\text{своб}} \leq 2,5 D_{\text{заг}}$. Тогда $L_{\text{заг}} - L_{\text{п}} = 2,5 D_{\text{заг}}$ или $L_{\text{заг}} - 0,53 L_{\text{заг}} = 2,5 D_{\text{заг}}$, откуда $L_{\text{заг}} = 5,3 D_{\text{заг}}$. При этом $L_{\text{п}} = 2,8 D_{\text{заг}}$. Аналогичным расчетом при $d_{\text{б}} = 1,5 D_{\text{заг}}$ $d_{\text{м}} = 1,05 D$ и при $L_{\text{своб}} = 2,5 D_{\text{заг}}$ получим $L_{\text{заг}} = 6,4 D_{\text{заг}}$, откуда $L_{\text{п}} = 0,61 L_{\text{заг}}$.

Масса металла, приходящаяся на одну поковку, с учетом отхода на некрatность раскроя и зажим в матрице прутка

$$G = G_{\text{заг}} + \frac{l_0 G_{\text{пр}}}{n_{\text{пок}}} ,$$

где $G_{\text{заг}}$ - масса заготовки, l_0 - длина отхода от прутка; $G_{\text{пр}}$ - масса 1 м прутка;

$n_{\text{пок}}$ - число поковок, получающихся от прутка.

Число заготовок получающихся из прутка:

$$n_{\text{заг}} = \frac{L - l_0}{L_{\text{заг}}} ,$$

где L - длина прутка; l_0 - длина отхода по некрatности и зажиму прутка в матрице; $L_{\text{заг}}$ - длина заготовки.

Усилие высадки поковок

$$P_B = k \frac{\pi D_{II}^2}{4} \sigma_{Bt},$$

где k - коэффициент, зависящий от отношения размера наиболее тонкого элемента поковки s к диаметру заготовки $D_{заг}$, от толщины тонкого элемента поковки или от характера производимой операции, определяют по табл. 11; D_{II} - диаметр пуансона или полости матрицы; σ_{Bt} - предел прочности материала при температуре окончания штамповки.

Усилие сквозной прошивки

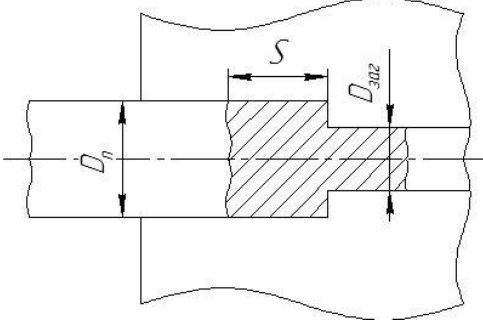
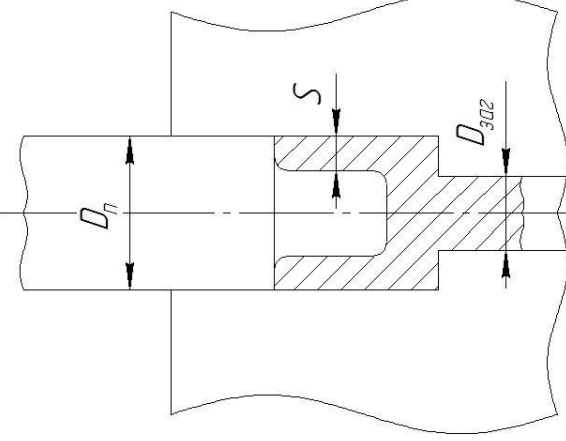
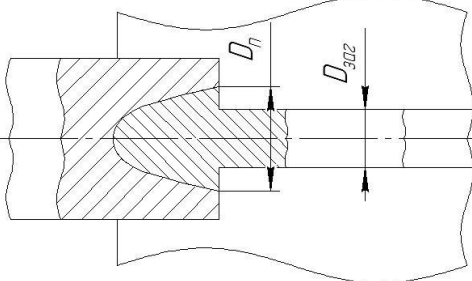
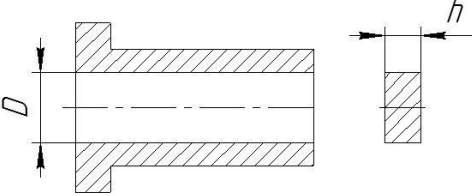
$$P_{II} = 0,8kUh \sigma_{Bt} = 0,8k\pi Dh \sigma_{Bt},$$

где k - коэффициент определяемый по табл. 11, $k=1,7$; U - периметр контура прошиваемого отверстия, мм; D - диаметр прошиваемого отверстия, мм; h - толщина прошиваемой части поковки, мм; σ_{Bt} - предел прочности материала при температуре прошивки.

После расчета усилия высадки следует выбрать по ГОСТ 7023-70 горизонтально-ковочную машину с ближайшим большим усилием.

Горизонтально-ковочные машины с вертикальным разъемом матриц согласно ГОСТ 7023-70 выпускают номинальным усилием 100, 160, 250, 400, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150 тс (0,98-31,1 МН).

Таблица 3.2 - Коэффициент k для определения усилий высадки и прошивки поковок

Условия высадки	Эскиз высадки или прошивки	$S / D_{\text{заг}}$	k
Высадка фланца плоским пуансоном.		0,4 0,8 1,2 1,6	5 3 1,7 1,2
Высадка тонкостенных полых деталей.		0,2 0,4 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6	8 6,5 5 4 3 2,5 2 1,9
Высадка в конусной полости пуансона.		-	4,0
Сквозная прошивка, сопровождающаяся срезом.		-	1,7

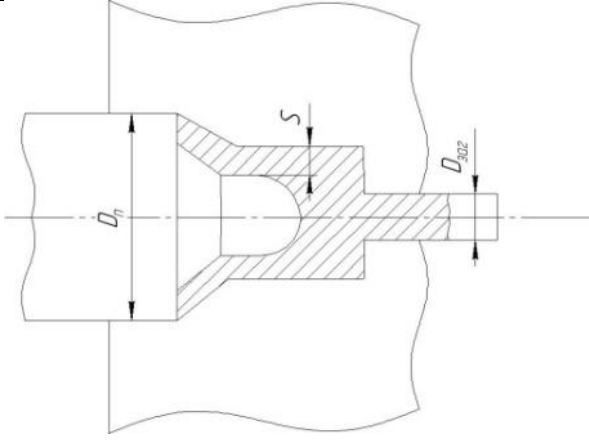
Прошивка, сопровождаящая раздачей материала в стороны.		<i>s</i>	<i>k</i>
		6	6,5
		8	5,5
		10	4,6
		12	4,1
		14	3,8
		16	3,5

Таблица 3.3 - Основные параметры и размеры горизонтально - ковочных машин с вертикальным разъемом матриц

Параметры и размеры	Номинальное усилие, развиваемое пуансоном, тс (МН)					
	1.0	1.60	2.50	4.00	6.30	8.00
Ход, мм:						
подвижной матрицы;	60	80	100	125	160	180
высадочного пуансона;	180	200	220	290	350	380
высадочного ползуна после закрытия матриц;	100	125	140	190	230	250
обратный, высадочного ползуна при	25	40	60	80	110	130

закрытых матрицах.						
Число ходов ползуна в минуту	95	75	60	50	40	35
Наибольшие размеры (длина× высота× ширина) матрицы, мм	220× 250× 100	280× 320 × 160	350× 380 × 140	450× 480 × 160	560× 590 × 200	590× 660 × 200

Параметры и размеры	Номинальное усилие, развиваемое пуансоном, тс (МН)					
	10.00 (0,98)	12.50 (1,57)	16.00 (2,45)	2.0 (3,92)	25.00 (6,17)	31.50 (7,83)
Ход, мм:						
подвижной матрицы	200	220	250	280	310	350
высадочного пуансона	420	460	510	570	630	700
высадочного ползуна после закрытия матриц	280	310	350	390	430	480
обратный, высадочного ползуна при закрытых	150	170	190	210	240	270

матрицах						
Число ходов ползуна в минуту	33	30	27	25	23	21
Наибольшие размеры (длина× высота× ширина) матрицы, мм	640× 740 × 240	700× 820 × 260	770× 920 × 290	850× 1030 × 320	930× 1150 × 350	1020× 1300 × 390

1. Поковка массой 3 кг высаживается из стального прутка диаметром 50 мм. Заусенец отсутствует, а угар металла 2%. Найти длину высаживаемой части прутка. Ответ 199 мм.

2. Объем поковки 2000 см^3 , а заусенца 20 см^3 . Найти объем высаживаемой части прутка, если угар металла 3%. Ответ 2081 см^3

3. Найти наибольшую массу предусматриваемого поперечного заусенца, если высаживаемая поковка имеет диаметр 100 мм. Ответ 99г.

4. Можно ли высадить за одну операцию незажатый конец заготовки, если течение металла в стороны не ограничено, длина незажатого конца заготовки 180 мм, а диаметр заготовки 50 мм? Ответ - высадить нельзя.

5. Поковка высаживается в цилиндрическом ручье матрицы из прутка диаметром 40 мм. Длина высаживаемой части прутка больше трех диаметров заготовки. Длина заготовки, находящейся вне полости ручья штампа, равна $\frac{3}{4}$ диаметра заготовки. Найти предельный диаметр ручья матрицы. Ответ 60 мм.

6. Поковка конической формы высаживается из прутка диаметром 60 мм. Длина его высаживаемой части более трех диаметров заготовки. Длина прутка, находящегося вне полости ручья штампа, равна 2,5 диаметрам

заготовки. Найти предельный размер большего диаметра конического ручья.
Ответ 75 мм.

7. Квадратная часть заготовки, диагональ которой равна 30 мм, высаживается на круг. Длина ее части, находящейся вне полости ручья штампа, равна диагонали поперечного сечения заготовки. Найти диаметр цилиндрического ручья. Ответ 45 мм.

8. Определить массу металла, требуемого на одну поковку с учетом отхода на некратность раскроя и зажим в матрице, если масса заготовки 2 кг, длина отхода прутка 250 мм, масса 1 м прутка равна 8 кг, а из прутка получается 7 поковок. Ответ 2.3 кг.

9. Сколько заготовок можно получить из прутка длиной 1 м, если длина заготовки 170 мм, а длина отхода 150 мм? Ответ 5 заготовок.

10. На круглой заготовке диаметром 50 мм высаживается плоским пуансоном фланец диаметром 90 мм, толщиной 20 мм. Найти усилие высадки, если предел прочности материала при температуре высадки 98 МПа. Ответ 3.12 МН.

11. Найти усилие высадки полой детали путем прошивки поковки с раздачей материала в стороны. Фланец поковки подготовлен в предыдущем ручье. Диаметр пуансона 100 мм, а толщина стенки полой детали 8 мм. Предел прочности материала при температуре высадки принять равным 98 МПа. Ответ 4.2 МН.

12. Для высадки поковки требуется горизонтально - ковочная машина усилием 1100 тс (10,8 МН). Пользуясь табл. 12, подобрать модель машины по номинальному ее усилию. Ответ 12,25 МН.