

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. Королева»

**ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
«ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ»**

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве методических указаний к лабораторным работам*

Самара
Издательство СГАУ
2009

УДК СГАУ/621.7/9

Составители *В.Р. Каргин, Б.В. Каргин*

Рецензент: проф. И.П. Попов

Введение в специальность «обработка металлов давлением»: метод. указания к лабораторным работам / сост. *В.Р. Каргин, Б.В. Каргин*. – Самара: Изд-во СГАУ, 2009. – 28 с.

В методических указаниях изложена сущность наиболее распространенных операций обработки металлов давлением: протяжки, вытяжки, прокатки, прессования. Приведены основные схемы операций обработки металлов давлением, задачи практической работы и порядок ее выполнения.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 150106 – обработка металлов давлением при изучении дисциплины «введение в металлургию».

УДК СГАУ/621.7/9

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие сведения.....	4
Инструкция по технике безопасности при выполнении работ в лаборатории обработки металлов давлением.....	6
Лабораторная работа №1. Прокатка.....	7
Лабораторная работа №2. Прессование.....	11
Лабораторная работа №3. Протяжка.....	16
Лабораторная работа №4. Вытяжка.....	22

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Обработка металлов давлением - это технологический метод производства деталей и заготовок путем пластического деформирования. Деформирование осуществляется силовым воздействием инструмента на заготовку из металла, обладающего необходимой пластичностью. В результате пластической деформации при обработке давлением изменяются форма заготовки и внутреннее строение металла, а следовательно, и его свойства.

Силовое воздействие на заготовку производится с помощью молотов, гидравлических и механических прессов, прокатных станов, специализированных машин.

Во всех случаях прикладываемая к заготовке сила определяется сопротивлением металла деформированию. Пластичность и величина сопротивления деформированию характеризуют основные технологические свойства деформируемого металла.

Методы обработки металлов давлением применяют для получения самых разнообразных изделий, таких как: толстые плиты и тончайшая фольга; трубы газопроводов и проволока; детали массой несколько граммов и заготовки деталей машин массой до сотен тонн; металлическая посуда и корпусные детали самолетов и ракет. Очевидно, что при изготовлении столь разнообразных изделий используют разные заготовки и технологические операции обработки металлов давлением. На лабораторных работах студенты знакомятся с такими операциями, как кузнечная протяжка, прокатка, прессование и вытяжка листового металла.

Прокатка и прессование служат для изготовления изделий большой длины с различной формой поперечного сечения, называемой профилем.

Ковкой и объемной штамповкой получают заготовки машиностроительных деталей, называемые поковками. Листовая штамповка служит, как правило, для производства готовых деталей, не требующих последующей механической обработки по поверхности, их толщина незначительно отличается от толщины исходного листа.

Выполняя практическую работу, в которой рассматривается одна из операций, необходимо изучить ее отличительные особенности, возможности формоизменения заготовки, а также используемые инструмент и оборудование.

В отчете должны быть отражены схема проведения операции, формулы для определения количественной характеристики пластической деформации, основные этапы решения задачи, результаты и выводы по практической работе.

Перед началом работы необходимо ознакомиться с Инструкцией по технике безопасности.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ В ЛАБОРАТОРИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

1. Вводный инструктаж по технике безопасности проводится преподавателем перед выполнением лабораторных работ, о чем производится запись в журнале по технике безопасности за подписью студента и преподавателя, проводившего инструктаж.

2. Каждый студент должен следить за безопасностью выполнения порученной ему работы, своевременно принимать меры к устранению возникшей опасности в работе и ставить об этом в известность преподавателя или учебного мастера ведущего лабораторные занятия.

3. Прежде чем приступить к работе, внимательно ознакомьтесь с рабочим местом, заданием и получите инструктаж преподавателя по приемам безопасной работы.

4. Не загружайте рабочее место материалами, не относящимися к выполняемой работе.

5. Категорически запрещается производить на оборудовании действия, не предусмотренные порядком выполнения работы.

6. Не допускайте попадания рук в рабочее пространство включенного оборудования.

7. Будьте внимательны при сборке и разборке инструмента и его транспортировке, чтобы не повредить руки и не уронить инструмент на ноги.

8. Во время выполнения работ не ходите по лаборатории без надобности, так как этим вы отвлекаете внимание ваших студентов и оставляете без надзора свое оборудование.

9. Не включайте оборудование и приборы без специального указания учебного мастера или преподавателя.

10. Помните, что кнопка «стоп» (для остановки оборудования) красного цвета.

11. После окончания работы приведите в порядок свое рабочее место.

ПРОКАТКА

Цель работы – изучение процесса получения металлоизделий прокаткой.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Пластическую деформацию, при которой заготовка из металла деформируется вращающимися валками, называют **прокаткой**. Заготовка (рис. 1.1) под действием сил трения T втягивается в зазор между валками, деформируется ими и приобретает заданную форму и размеры.

При прокатке сечение заготовки уменьшается, ширина и длина увеличиваются. Форма сечения получаемой продукции зависит от формы валков. Например, на гладких валках прокатывают листы, полосы и ленту. В так называемых калиброванных валках катают круг, квадрат, шестигранник, рельсы, уголки и т. п. Для производства труб, шаров, шестерен и других профилей используют специальные прокатные станы, в которых применяется более двух валков; форма валков может быть конической, винтообразной и др.

Деформация металла при прокатке количественно определяется следующими величинами:

обжатием

$$\varepsilon_n = \frac{H_0 - H_1}{H_0};$$

уширением

$$\varepsilon_n = \frac{B_1 - B_0}{B_0};$$

вытяжкой

$$\mu = \frac{F_0}{F_1} = \frac{L_1}{L_0},$$

где $H_0, B_0, L_0, F_0, H_i, B_i, L_i, F_i$ - соответственно высота, ширина, длина заготовки, площадь поперечного сечения до и после прокатки.

Металл деформируется между валками в зоне, которая называется очагом деформации.

Очевидно, что в валки будет втянута заготовка высотой H_0 (см. рис. 1), если последняя не превышает определенной максимальной величины.

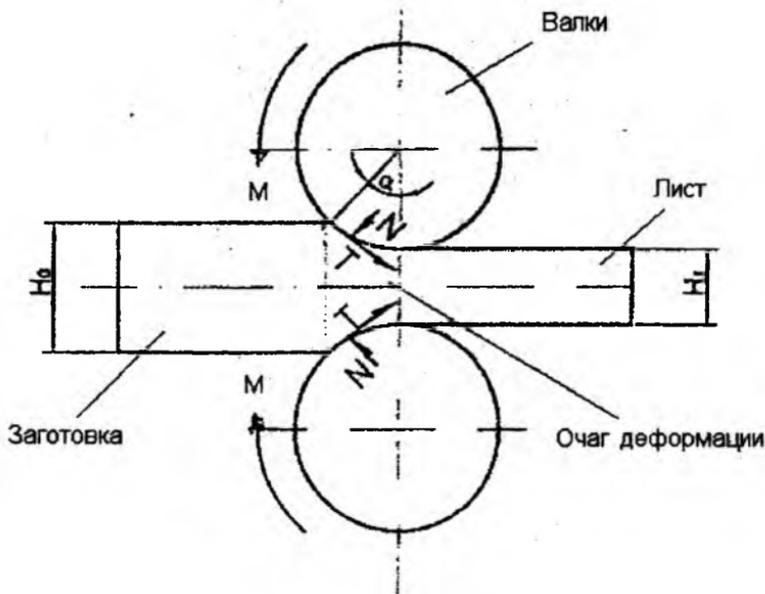


Рис. 1. Схема продольной прокатки

Установим условие захвата заготовки валками. На заготовку со стороны валков действуют сила нормального давления N и сила трения T . Вертикальные составляющие этих сил как бы обжимают заготовку по толщине, а горизонтальные - обеспечивают ее движение вдоль оси прокатки. Причем сила N отталкивает от валков, сила T втягивает заготовку. Если сила T больше силы N , произойдет захват. Условие захвата можно записать в виде

$$T \cos \alpha \geq N \sin \alpha$$

Силу трения T выразим через коэффициент трения f и силу нормального давления N : $T=fN$. Тогда $fN \cos \alpha \geq N \sin \alpha$,

или окончательно $f \geq \operatorname{tg} \alpha$.

Захват заготовки валками произойдет, если коэффициент трения между деформируемым металлом и валками будет больше или равен тангенсу угла α , называемого углом захвата.

Коэффициент трения и режимы обжатия зависят от температуры металла, смазки, шероховатости поверхности валков, скорости прокатки и др.

Так, в случае горячей прокатки $f \approx 0,2 \dots 0,4$, в случае холодной прокатки $f \approx 0,1 \dots 0,2$, при холодной прокатке в полированных валках с эффективной смазкой $f \approx 0,04 \dots 0,08$.

Из геометрических соотношений элементов очага деформации легко найти угол захвата:

$$\alpha = \arccos \left(1 - \frac{\Delta H}{D} \right),$$

где $\Delta H = H_0 - H_1$ - обжатие; D - диаметр валка.

ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТ, МАТЕРИАЛЫ

1. Реверсивный прокатный стан «Кварто».
2. Измерительный инструмент – штангенциркуль, линейка.
3. Заготовка – алюминиевая пластина с размерами $H_0 \times B_0 \times h_0$.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Зарисуйте схему прокатки листов. Запишите формулы для определения деформаций и угла захвата.
2. Замерьте исходные размеры алюминиевой заготовки.

3. Выполните прокатку на заданную величину абсолютного обжатия по высоте $\Delta H = H_0 - H_i$.
4. Замерьте конечные размеры прокатанной заготовки.
5. Вычислите величины деформации и угла захвата.
6. Сформулируйте выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение прокатки.
2. Перечислите показатели деформации при прокатке
3. Сортамент металлоизделий, получаемый прокаткой.
4. В каком случае происходит лучший захват заготовки валками: при горячей или холодной прокатке?
5. В каком случае при одинаковой величине обжатия больше сила прокатки: при большем диаметре валков или меньшем?
6. Различаются ли скорости перемещения заготовки до и после валков?

Лабораторная работа №2 (2 часа)

ПРЕССОВАНИЕ

Цель работы – изучение процесса получения металлоизделий прессованием.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Одним из широко применяемых в обработке металлов давлением процессов пластического деформирования является **прессование**. При этой схеме деформирования (рис. 2) происходит вытеснение металла через отверстие заданного сечения в матрице вследствие сжатия заготовки в замкнутой полости - контейнере. Деформируемая заготовка находится под действием значительных сжимающих напряжений. Поэтому из всех процессов обработки металлов давлением прессование протекает при наиболее ярко выраженной схеме неравномерного всестороннего сжатия, обеспечивающей металлу высокую пластичность.

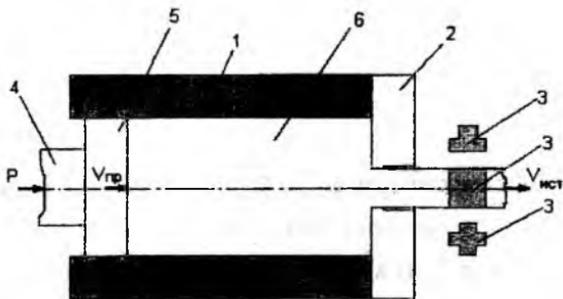


Рис. 2. Схема прессования: 1 — контейнер; 2 - матрица; 3 - прессуемый профиль; 4 – пресс-штампель, 5 – пресс-шайба, 6 – заготовка

Процесс прессования предназначен для получения длинномерных изделий с постоянным поперечным сечением, называемых профилями (сплошные и полые прутки, трубы и т. п.).

Рассмотрим более подробно прессование металла, схема которого приведена на рис.2. Заготовку, нагретую до заданной температуры, помещают в контейнер 1. В торцевой части контейнера установлена матрица 2, с отверстием требуемой формы, которая формирует контур прессуемого профиля 3. С противоположного конца в контейнер входит пресс-штемпель 4. На торце пресс-штемпеля для предохранения его от термических воздействий и уменьшения трения о контейнер помещают пресс-шайбу 5, диаметр которой немного больше, чем у пресс-штемпеля. Усилие пресса P через пресс-штемпель и пресс-шайбу передается к заготовке 6, заставляя металл вытекать через отверстие в матрице, образуя требуемый профиль. Такое прессование называется **прямым**. Этим способом можно изготавливать не только сплошные профили, но и полые.

Общую деформацию при прессовании обычно характеризуют вытяжкой λ , которую определяют как отношение площадей поперечного сечения контейнера F_k к отверстию в матрице F_M :

$$\lambda = \frac{F_k}{F_M}$$

Поскольку объем деформируемой заготовки не изменяется, вытяжку можно определять как отношение длины полученного пресс-изделия L к длине выдавленной из контейнера части заготовки. Степень деформации при прессовании определяется из выражения:

$$\varepsilon = \frac{F_k - F_M}{F_k} \cdot 100\%.$$

Скорости истечения металла $V_{ист}$ через отверстие в матрице и скорость перемещения пресс-шайбы $V_{пр}$ связаны соответственно:

$$V_{ист} = V_{пр} \lambda.$$

Важная технологическая особенность прессования состоит в том, что заготовки из металла подвергаются всестороннему неравномерному сжатию, что обеспечивает деформируемому металлу наиболее высокую пластичность. Поэтому при прессовании можно получать очень большие деформации за один ход пресса. Так, коэффициент вытяжки λ может быть до 100 и выше. Поэтому требуемый профиль (даже очень сложной геометрической формы) изготавливают за одну операцию, что выгодно отличает прессование от прокатки, при которой профили даже более простой формы получают за несколько операций.

Схема трехосного неравномерного сжатия, обеспечивающая высокую пластичность прессуемым сплавам, вместе с тем вызывает повышение силы, необходимой для деформирования металла, что приводит к значительно более высокому давлению на инструмент, чем в других видах обработки металлов давлением. Поэтому инструмент для прессования работает в исключительно тяжелых условиях, способствующих быстрому его износу и снижению его стойкости.

В процессе прессования весь объем металла не может быть полностью выдавлен из контейнера. Когда высота заготовки, остающейся в контейнере, становится меньше некоторого допустимого значения, резко увеличивается усилие прессования. Поэтому в конце операции в контейнере остается часть металла, называемая пресс-остатком, которая отрезается от полученного профиля. В пресс-остатке заключена основная часть потерь металла при прессовании, и, следовательно, размеры пресс-остатка определяют коэффициент использования метал-

$$\eta = 1 - \frac{V_{\text{отх}}}{V} \cdot 100\%,$$

где V - объем заготовки,

$V_{\text{отх}}$ - отходы на пресс-остаток.

Обычно в качестве исходной заготовки для прессования используют слитки круглого поперечного сечения. Объем исходной заготовки определяется размерами прессуемого изделия с учетом пресс-остатка.

ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТ, МАТЕРИАЛЫ

1. Вертикальный гидравлический пресс ПСУ 250.
2. Измерительный инструмент – штангенциркуль, линейка.
3. Заготовка – цилиндрический слиток из свинца.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Зарисуйте схему прессования профилей. Запишите формулу для расчета вытяжки, степени деформации, скорости истечения, коэффициента использования металла.
2. Измерьте исходные размеры цилиндрической заготовки.
3. Выполните прессование квадратного профиля с записью диаграммы «усилие – ход» пресс-штемпеля и скорости прессования $V_{пр}$.
4. Замерьте конечные размеры квадратного профиля.
5. Вычислите величины деформации λ, ε , скорости истечения и коэффициент использования металла.
6. Зарисуйте диаграмму «усилие – ход пресс-штемпеля».
7. Сформулируйте выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите инструменты при прессовании.
2. Как рассчитать вытяжку?
3. Почему на диаграмме «усилие – ход пресс-штемпеля» усилие в начале достигает максимального значения, а затем плавно уменьшается?
4. Чем объясняется возможность получения больших степеней формоизменения при прессовании?

5. Как при прессовании перейти с одного профиля на другой?
6. Что выгодно отличает прессование от прокатки?
7. Из чего складывается объем заготовки для прессования?

ПРОТЯЖКА

Цель работы – изучение получения заготовок протяжкой.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Протяжка - технологическая операция, которая применяется для увеличения длины заготовки за счет уменьшения ее поперечного сечения. Протяжка является одной из основных операций свободной ковки и широко используется как заготовительная операция перед объемной штамповкой на молотах. Деформирующим инструментом для этой операции являются бойки (плоские, вырезные, выпуклые и комбинированные).

Протяжку осуществляют последовательными единичными обжатиями с подачей заготовки вдоль ее оси на величину l_0 после каждого обжатия (рис 3а) После первого прохода заготовку кантуют на 90° и выполняют второй проход.

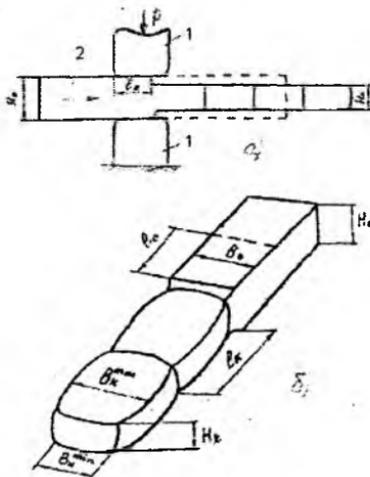


Рис.3. Схема протяжки. 1- бойки, 2 – заготовка

После каждого прохода заготовка приобретает сложную конфигурацию за счет бочкообразования по высоте и длине заготовки (рис. 3б).

За каждое нажатие прессы или удар молота (рис. 3а) происходит уменьшение высоты заготовки на величину $\Delta H = H_0 - H_k$, называемую обжатием. Отношение обжатия к первоначальной высоте заготовки называют относительным обжатием.

$$\varepsilon_n = \frac{\Delta H}{H_0}.$$

В процессе протяжки заготовка удлиняется, а также получает некоторое уширение. Отношение приращения длины участка заготовки $\Delta l = l_k - l_0$ к длине ее l_0 до протяжки называют относительным удлинением, а отношение приращения ширины участка заготовки $\Delta B = B_k - B_0$ к первоначальной ширине B_0 - относительным уширением.

$$\varepsilon_l = \frac{\Delta l}{l_0}, \quad \varepsilon_B = \frac{\Delta B}{B_0}.$$

Геометрический очаг деформации каждого обжатия представляет собой объем $V_0 = H_0 B_0 l_0$, который после обжатия остается неизменным по величине и равен $V_k = H_k B_k l_k$. Величины H_k и l_k могут быть измерены непосредственно на заготовке. Величина B_k вследствие неравномерного уширения заготовки вдоль очага деформации может быть рассчитана как средняя: $B_{cp} = V_k / L_k H_k$.

Наибольшей главной деформацией каждого обжатия является высотная ε_n , которая по абсолютной величине больше, чем величины деформаций в направлении протяжки ε_l , уширения ε_B . Последовательные обжатия приводят к суммированию деформаций только вдоль

оси заготовки, поэтому в конце процесса эта деформация во много раз превышает деформации по двум другим осям.

Для получения поволоков круглого сечения применяют протяжку вырезными бойками (рис. 4). В этом случае течение металла в стороны сдерживается стенками бойков, что дает возможность протягивать более интенсивно.

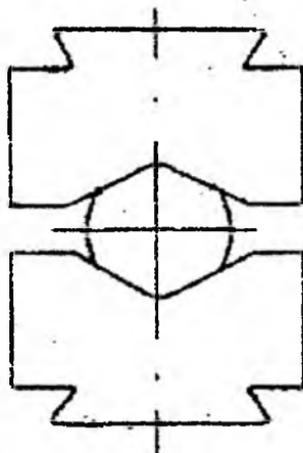


Рис. 4. Схема протяжки в вырезных бойках

Протяжка является основной операцией при ковке гладких, ступенчатых и коленчатых валов, шатунов и т.п.

Отношение площади поперечного сечения заготовки F_0 к площади поперечного сечения протянутой заготовки F_1 называется *уковом*. Увеличение укова способствует проработке структуры металла и улучшению механических характеристик детали.

Протяжку плоскими бойками выполняют двумя способами. По первому способу часть заготовки сначала протягивают с одной стороны, затем кантуют на 90° и протягивают с другой стороны (рис.5). После этого подают заготовку и протягивают следующий участок и т. д. Та-

ким образом, протяжку ведут с двух сторон заготовки. Этот способ широко распространен при ковке крупных заготовок и слитков.

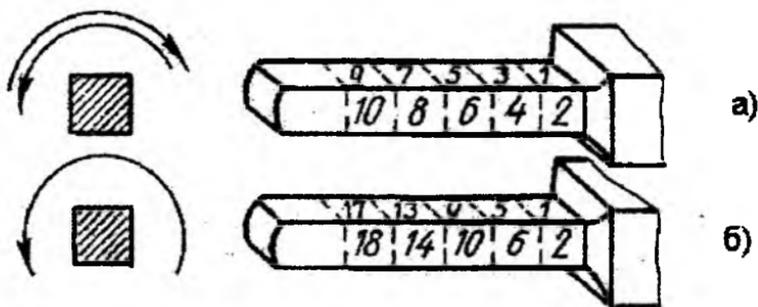


Рис.5. Способы протяжки

По второму способу (рис. 5б) 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.

ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТ, МАТЕРИАЛЫ

1. Кривошипный пресс К-30
2. Измерительный инструмент – штангенциркуль, линейка.
3. Свинцовая заготовка квадратного сечения.
4. Керн.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Зарисуйте схему протяжки. Запишите формулы для определения относительных деформаций.

- С помощью рисок отложить по длине заготовки подачи l_0 , равные 10мм, 15мм, 20мм. Разметку провести по двум граням заготовки с помощью линейки и керна.
- Установить на прессе конечную высоту заготовки H_k .
- Замерьте штангенциркулем исходные размеры участков заготовки с точностью $\pm 0,1$ мм и занесите их в таблицу 1.

Таблица 1

Исходные данные и результаты экспериментов

Номер опыта	Исходные данные			Результаты экспериментов					
	l_0	B_0	H_0	H_k	l_k	B_k	ε_H	ε_B	ε_l
	мм	мм	мм	мм	мм	мм			
1									
2									
3									

- Выполните протяжку при $l_0=10.15$ и 20 мм.
- Замерьте конечные размеры заготовки H_k и l_k и рассчитайте среднюю ширину заготовки в пределах каждого опыта

$$B_k = \frac{H_0 B_0 l_0}{H_k l_k}$$

- Рассчитайте значения относительных деформаций. Результаты расчетов занесите в табл. 1.
- По результатам экспериментов построить графики изменения относительных деформаций по ширине и длине в зависимости от подачи.
- Сформулируйте выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Дайте определение процесса протяжки.
- Перечислите показатели деформации при протяжке.
- В каких случаях при протяжке применяют вырезные бойки?

4. Что является основной причиной бочкообразования участков заготовки при протяжке?
5. Почему стремятся увеличивать степень укова?
6. Перечислите способы протяжки.
7. Какое оборудование применяют при протяжке?

ВЫТЯЖКА

Цель работы – изучение процесса получения полых деталей вытяжкой листового металла.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Вытяжка превращает плоскую листовую заготовку в полое пространственное изделие при уменьшении периметра вытягиваемой заготовки. Эта операция совершается в штампе, показанном на рисунке ба.

Заготовку 4 укладывают на плоскость матрицы 5, пуансоном 1 надавливают на центральную часть заготовки и смещают ее в отверстие матрицы. Центральная часть заготовки тянет за собой периферийную плоскую часть — фланец заготовки. Смещаемая в отверстие матрицы часть заготовки образует стенки вытягиваемой оболочки.

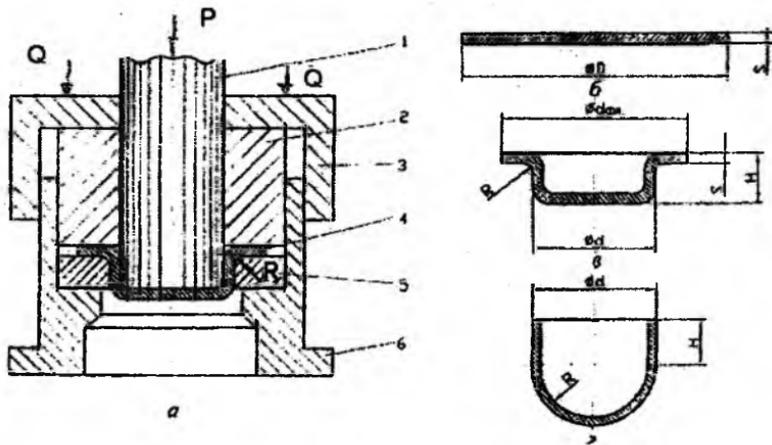


Рис.6. Схема вытяжки стаканчика -

a - штамп для вытяжки: 1 - пуансон; 2 - прижим; 3 - прижимная гайка- 4 - заготовка; 5 - матрица; 6 - корпус штампа; *б* - исходная заготовка; *в* - первый переход; *г* - второй переход

В плоском фланце действуют растягивающие напряжения в радиальном направлении (втягивающие заготовку в отверстие матрицы) и сжимающие напряжения в перпендикулярном (тангенциальном) направлении (уменьшающие диаметральные размеры заготовки). Сжимающие напряжения могут вызвать потерю устойчивости фланца и образование на нем складок. Для предотвращения появления складок заготовку 4 прижимают к матрице 5 прижимом 2 силой Q , который в корпусе 6 лабораторного штампа удерживается гайкой 3. Давление, создаваемое силой Q , должно быть достаточно для исключения складкообразования (гофр), но не должно тормозить заготовку настолько, чтобы начались разрывы заготовки в местах изгибов. Большой радиус закругления R рабочей грани матрицы обеспечивает плавность превращения плоской заготовки в полую деталь.

Растягивающие напряжения, равные нулю на краю фланца и максимальные на входной кромке матрицы, повышаются с увеличением ширины фланца. Если значения максимальных растягивающих напряжений около пуансона превысят напряжения, вызывающие разрушение материала заготовки (т. е. его прочность), то заготовка у доньшка разрушится и вытяжка окажется невозможной. Из этого следует, что вытягивать можно заготовки с ограниченной шириной фланца.

Формоизменение при вытяжке количественно оценивают коэффициентом вытяжки $K = D/d$, где D — диаметр заготовки, d — диаметр отверстия матрицы (рис.6б). При фиксированном диаметре отверстия матрицы существует максимальный диаметр заготовки, из которой возможна вытяжка D_{max} . Соответственно отношение максимального диаметра заготовки к диаметру полости будет предельным, максимальным значением коэффициента вытяжки:

$$K_{max} = D_{max}/d.$$

Чем больше K_{max} , тем большей высоты оболочку можно получить за один переход вытяжки. Если нужная высота изделия превышает мак-

симальную, то за один переход вытянуть такое изделие нельзя; тогда применяют многопереходную вытяжку (рис.7). Заготовкой при многопереходной вытяжке служит стаканчик большего диаметра, полученный на предыдущем переходе.

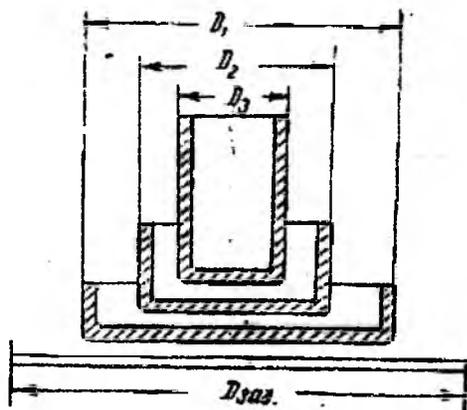


Рис. 7. Переходы вытяжки

Величина K_{max} зависит от многих факторов: соотношение диаметра заготовки и толщины листа, механических свойств материала, радиуса округления кромки матрицы и др.

За один проход при вытяжке можно получить стаканчик, имеющий диаметр только в 1,8 – 2,0 раза меньше, чем диаметр исходной заготовки; при большей деформации усилие вытяжки возрастает настолько, что металл разрушается (отрывается дно колпачка).

При вытяжке с утонением зазор меньше толщины листа. Коэффициент утонения подсчитывается как частное от деления толщины заготовки после вытяжки s на толщину исходной заготовки s_0 (рис.8).

$$k_{ум} = \frac{s}{s_0}$$

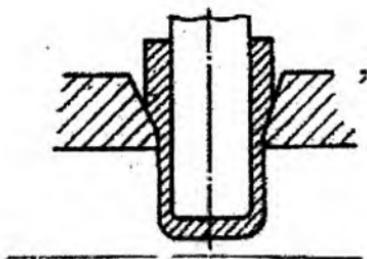


Рис. 8. Схема вытяжки с утонением

ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТ, МАТЕРИАЛЫ

1. Вертикальный гидравлический пресс ПСУ 250.
2. Измерительный инструмент – часовой индикатор, штангенциркуль.
3. Листовая, круглая заготовка из алюминиевого сплава.
4. Керн.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Зарисуйте схему вытяжки, обозначив рабочие части штампа и получаемую деталь – цилиндрическую оболочку. Запишите формулу для определения коэффициента вытяжки.
2. Замерьте штангенциркулем диаметр заготовки и матрицы, с помощью часового индикатора толщину заготовки. На заготовку нанести керном диаметральную линию, на которой с шагом 10 мм сделайте отметки.
3. Установите заготовку на лабораторный штамп и произведите вытяжку на гидравлическом прессе.
4. Разобрав штамп, извлеките вытянутую оболочку.
5. На вытянутой заготовке в отмеченных точках вдоль образующей замерить толщину часовым индикатором. Результаты, замеры предста-

вить в виде графика с координатами: ось «у» - толщина заготовки, ось «х» - номера отметок, в которых производились замеры.

6. Сделайте выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Влияет ли наличие прижима на максимальную степень вытяжки?
2. Какие меры (конструктивные и технологические) можно предпринять, если требуемая степень вытяжки при получении заданного изделия больше предельной?
3. Какая из двух цилиндрических оболочек равного объема, но разного диаметра будет технологичней для ее изготовления вытяжкой?
4. Как вычислить коэффициент вытяжки?
5. В чем сущность процесса вытяжки?
6. На каком участке заготовки возможно разрушение?
7. Когда применяют вытяжку с утонением?
8. Как изменяется толщина вытянутой оболочки вдоль образующей?

Учебное издание

**ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
«ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ»**

Методические указания

Редактор Ю.Н. Литвинова
Доверстка Ю.Н. Литвинова

Подписано в печать 18.01.09. Формат 60x84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,75.

Тираж 150 экз. Заказ 53. Арт. С-92/2009

Самарский государственный
аэрокосмический университет
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета
443086 Самара, Московское шоссе, 34.