

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР  
КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО  
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени С. П. КОРОЛЕВА

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫТЯЖКИ  
ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА ЖЕСТКИМ  
ШТАМПУЮЩИМ ИНСТРУМЕНТОМ**

Лабораторная работа № 6

КУЙБЫШЕВ 1978

Министерство высшего и среднего специального образования  
РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫТЯЖКИ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА  
ЖЕСТКИМ ШТАМПУЮЩИМ ИНСТРУМЕНТОМ

Лабораторная работа № 6

Куйбышев 1978

УДК 621.96/98 (075.8)

Составитель П.Я. Пытьев

Под редакцией доц. Ф.И. Китаева

Утверждена редакционно-издательским  
советом института 6.10.77 г.

---

---

Вытяжкой называют процесс образования из плоской листовой заготовки полой, открытой с одной стороны, детали. В зависимости от формы и размера детали вытяжка может осуществляться за одну или несколько операций. При второй и последующих операциях заготовкой служит полый полуфабрикат, который переформовывается в деталь меньших поперечных размеров, но большей высоты. Вытяжку производят в вытяжных штампах на эксцентриковых, кривошипных и гидравлических прессах, а также на листоштамповочных молотах.

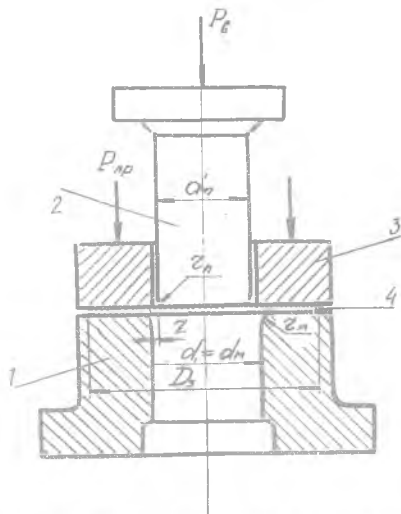
В самолетостроении вытяжкой изготовляют большое количество различных деталей типа днищ баков и кислородных баллонов, законцовок крыльев, киля, стабилизатора, корпусов приборов и др. Характерной деталью, на примере которой выполняется настоящая лабораторная работа, является цилиндрический стакан, получаемый вытяжкой из круглой листовой заготовки.

Жесткий штампуемый инструмент первой операции вытяжки (рис.1) состоит из пуансона 2, матрицы 1 и прижимного кольца 3. Пуансон под действием ползуна пресса оказывает давление на среднюю часть заготовки 4 и вытягивает ее в матрицу, образуя боковые стенки вытягиваемого стакана. Периметр заготовки при этом постепенно уменьшается до тех пор, пока ее диаметр станет равен диаметру матрицы.

Кольцевая часть заготовки, лежащая на матрице, может потерять устойчивость, вследствие чего на ней образуются волнообразные складки, которые могут привести штампуемый материал к разрушению. Чтобы этого не произошло применяют складкодержатель 3, который прижимает заготовку к полости матрицы, предотвращая складкообразование.

Схема жесткого штампуемого инструмента для второй и после-

дующих операций вытяжки показана на рис. 2 .



Р и с. 1. Конструктивная схема жесткого штампуемого инструмента (штампа) для первой операции вытяжки

опасной: при неблагоприятном сочетании параметров вытяжки в ней может произойти разрушение материала (отрыв дна). Наружный диаметр стакана при первой и последующих операциях вытяжки равен диаметру проймы матрицы.

Степень деформации материала при вытяжке характеризуется коэффициентом вытяжки  $m$ . Для первой операции вытяжки

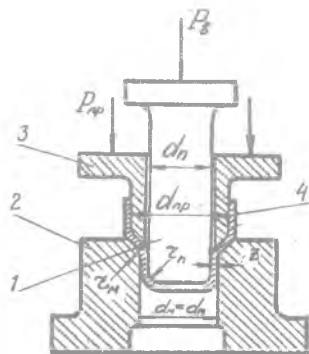
$$m_1 = \frac{d_1}{D_3} \quad (1)$$

Для второй операции

$$m_2 = \frac{d_2}{d_1} \quad (2)$$

Жесткий штампуемый инструмент состоит из пуансона 1, матрицы 2 и прижима 3.

Последний перед вытяжкой входит внутрь полуфабриката 4, прижимает его деформируемую зону к рабочей кромке матрицы и предохраняет стенки детали от складкообразования. При вытяжке материал заготовки, находящийся между прижимом и матрицей, утолщается, а в зоне перехода от дна к стенкам детали претерпевает утонение. Эта зона является



Р и с. 2. Конструктивная схема жесткого штампуемого инструмента (штампа) для второй и последующих операций вытяжки

Для последующих операций

$$m_n = \frac{d_n}{d_{n-1}}, \quad (3)$$

где  $D_3$  - диаметр плоской заготовки;  
 $d_1$  - диаметр детали, полученной после первой вытяжки;  
 $d_n$  - диаметр детали, полученной после  $n$ -ой вытяжки.

Чем меньше абсолютное значение  $m$ , тем большую деформацию претерпевает материал. Коэффициенты  $m$ , при которых вытяжка происходит с наиболее полным использованием пластических свойств материала, но без его разрушения, являются предельно допустимыми (оптимальными).

Предельно допустимые коэффициенты  $m$  находят экспериментальным путем в зависимости от механических свойств штампуемого материала, толщины заготовки  $S$ , радиусов закругления вытяжных кромок матрицы  $r_M$  и пуансона  $r_n$ .

Пользуясь предельно допустимыми коэффициентами вытяжки (приводятся в справочниках) и формулами (1), (2) и (3), можно рассчитать количество операций, необходимых для вытяжки детали и ее пооперационные размеры.

Значительное влияние на процесс вытяжки оказывают радиусы закругления рабочих кромок матрицы и пуансона. С их увеличением снижаются напряжения в штампуемом материале и усилие вытяжки, уменьшается утонение стенок деталей и коэффициент вытяжки, но вместе с тем появляется опасность складкообразования, снижается качество поверхности стенок.

Влияют на процесс вытяжки также зазоры между матрицей и пуансоном. С увеличением зазоров снижаются напряжения в штампуемом материале и его утонение, но появляется опасность затягивания в зазор образовавшихся при вытяжке складок, что ухудшает качество деталей.

В связи с этим при расчетах параметров вытяжки определение оптимальных радиусов и зазоров является одной из основных задач.

Существенное значение при разработке технологических процессов вытяжки имеет также определение размеров плоской заготовки, расчет усилий вытяжки  $P_f$  и прижима  $P_{пр}$ .

Ц е л ь р а б о т ы: изучение процесса вытяжки деталей из

листовых материалов и влияния на него различных факторов; приобретение навыков по расчету основных параметров вытяжки, которые выполняются при разработке технологических процессов штамповки деталей.

В соответствии с этим лабораторная работа делится на две самостоятельные части: теоретическую (расчетную) и экспериментальную. При выполнении первой части работы определяются расчетным путем параметры вытяжки детали типа цилиндрического стакана. Вторая часть предусматривает экспериментальное определение предельного коэффициента вытяжки при заданных конкретных условиях, исследование влияния радиусов закругления рабочих кромок матрицы и зазора между матрицей и пуансоном на утонение стенок и качество поверхности детали.

### З А Д А Н И Е

1. Рассчитать параметры вытяжки цилиндрической детали из плоской заготовки. Размеры детали взять из табл. I (варианты задания выдаются преподавателем). При выполнении этой части лабораторной работы необходимо: выполнить образмеренный эскиз детали с указанием припуска на обрезку; рассчитать диаметр заготовки; найти необходимое количество операций вытяжки и рассчитать пооперационные размеры (диаметры) детали; вычертить совмещенный пооперационный эскиз детали с простановкой диаметров; определить оптимальную величину зазора между матрицей и пуансоном для всех операций вытяжки; определить оптимальные размеры радиусов закругления рабочих кромок матриц и пуансонов; выяснить необходимость в складкодержателе (прижиме) для первой операции вытяжки; выполнить эскиз рабочих частей штампа первой операции (пуансона, матрицы и прижима) с простановкой основных размеров; определить усилие вытяжки для всех операций, а для первой операции, кроме того, — усилие прижима и общее усилие прессы.

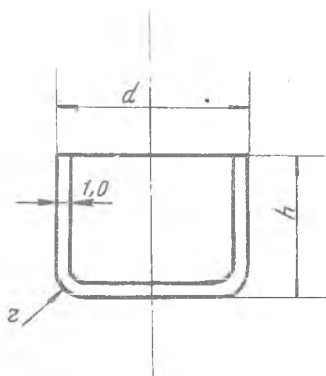
2. Исследовать процесс вытяжки цилиндрической детали диаметром 40 мм из материала АМцАМ, для чего :

ознакомиться с установкой (прессом, штампом) и техникой безопасности при выполнении штамповочных работ;

совместно с лаборантом выполнить предусмотренные программой (порядком выполнения работы) эксперименты;

определить предельно-допустимый коэффициент вытяжки;  
 выяснить влияние на качество детали радиуса закругления вытяжного ребра матрицы;  
 выяснить влияние на качество детали величины зазора между матрицей и пуансоном.

Т а б л и ц а I



$h$	$d$	$z$	Материал	Класс точности
27	41	6	Сталь 10	4
26	47	7	С30ХГСА	5
27	37	4	Л68	7
30	47	7	АМЦМ	8
32	44	6	АМГАМ	9
24	34	4	Д16АМ	7
26	37	5	Сталь 08	4
32	39	3	Сталь 10	4
29	48	6	Д16АМ	5
51	55	5	Л62	9
36	56	4	АМЦАМ	8
41	67	7	АМГАМ	7
41	60	5	Д16АМ	5
49	51	3	АМГАМ	4

3. Оформить отчет по лабораторной работе.
4. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

I. Определение размеров заготовки. Размер заготовок при вытяжке без утонения стенок достаточно точно можно определить из условия равенства поверхностей заготовки и готовой детали с учетом припуска на обрезку.



Для цилиндрических деталей диаметр заготовки рассчитывается по формуле

$$D_3 = \sqrt{d^2 + 4d(h + \Delta h) - 1,72zd - 0,56z^2}, \quad (4)$$

где  $d$  - диаметр детали (наружный), мм;

$h$  - высота детали, мм;

$z$  - радиус сопряжения стенки с дном (наружный), мм;

$\Delta h$  - припуск на обрезку, мм.

Припуск на обрезку рассчитывается по формуле

$$\Delta h = (0,75 + 0,4 \frac{h}{d})(1 + 0,02h), \text{ мм} \quad (5)$$

Найденный по формуле (4) диаметр округляется с точностью до 0,5 мм в сторону увеличения.

2. Расчет количества операций вытяжки и пооперационных размеров деталей. Операционные размеры детали при вытяжке находят по формулам:

$$d_1 = m_1 D_3; \quad (6)$$

$$d_2 = m_2 d_1; \quad (7)$$

$$d_n = m_n d_{n-1}. \quad (8)$$

Если в результате расчета получим  $d \geq d_1$ , ( $d$  - заданный диаметр детали по чертежу), то вытяжка детали будет осуществляться в одну операцию;

при  $d_1 > d \geq d_2$  - в две операции;

$d_2 > d \geq d_3$  - в три операции;

$d_{n-1} > d \geq d_n$  - в  $n$  операций.

Диаметр последней вытяжки должен быть равен диаметру заданной детали. По результатам расчета вычерчивается совмещенный эскиз операционной вытяжки (рис.3).

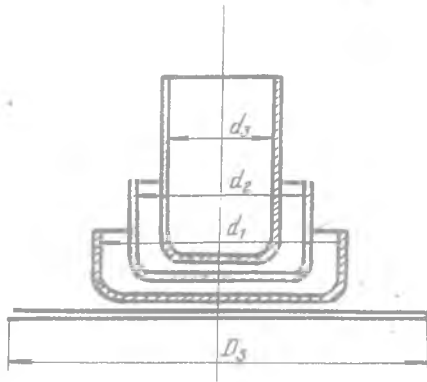
Для расчета пооперационных диаметров детали по формулам (6), (7) и (8) пользуются экспериментальными коэффициентами вытяжки  $m_1, m_2 \dots m_n$ , найденными в зависимости от марки штампуемого материала, его толщины и диаметра заготовки при оптимальных размерах радиусов закругления рабочих кромок штампа и зазоров между пуансоном и матрицей. Коэффициенты вытяжки приведены в табл.2.

Большие значения приведенных коэффициентов вытяжки (в столбцах справа) соответствуют относительной толщине материала

$$\frac{s}{D_2} 100 = 0,1; \quad \text{меньшие значения ( в столбцах слева) } - \frac{s}{D_3} 100 = 20.$$

Коэффициенты вытяжки для промежуточных значений относительной толщины определяют способом интерполирования. Так, например, для стали 08 при относительной толщине материала  $\frac{s}{D_2} 100 = 1,0$ , коэффициент вытяжки для первой операции определится из соотношения

$$\frac{0,60-0,47}{2,0-0,1} = \frac{m_1 - 0,47}{2,0 - 1,0},$$



откуда

$$m_1 = \frac{(0,60-0,47)(2,0-1,0)}{2,0-0,1} + 0,47 = 0,54.$$

Р и с.3. Совмещенный эскиз операций вытяжки

Т а б л и ц а 2

Материал	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$m_5$
Сталь 08	0,47-0,60	0,74-0,80	0,76-0,82	0,78-0,85	0,80-0,87
Сталь 10 и 20	0,53-0,67	0,77-0,84	0,80-0,86	0,82-0,88	0,84-0,90
Сталь 30ХГСА	0,65-0,80	0,90-0,97	0,93-0,98	0,94-0,99	0,95-0,99
Латунь Л68; Л62	0,44-0,51	0,63-0,67	0,65-0,68	0,66-0,69	0,68-0,71
Алюм. сплав АМЦМ	0,46-0,58	0,70-0,77	0,73-0,79	0,74-0,80	0,76-0,82
Алюм. сплав АМГАМ	0,47-0,59	0,72-0,79	0,75-0,81	0,76-0,83	0,78-0,84
Дюралюмин. Д16АМ	0,62-0,78	0,89-0,96	0,92-0,97	0,93-0,98	0,95-0,99

В том случае, если для вытяжки заданной детали потребуется больше пяти операций, значения коэффициента вытяжки для шестой и последующих операций будут равными  $m_5$

Диаметры, найденные по формулам (6), (7) и (8), округляются в сторону увеличения с точностью до 0,5 мм.

3. Расчет зазоров и определение размеров рабочих частей матрицы и пуансона. Оптимальную величину одностороннего зазора  $Z$  ( см. рис.1 и 2) находят в зависимости от толщины штампуемого материала и необходимой точности штампуемых деталей по формуле  $Z = S + K_z (S+1)$ , мм. (9)

Коэффициент  $K_z$  зависит от класса точности штампуемой детали ( с повышением точности детали он уменьшается) и порядкового номера операции вытяжки. Его значения приведены в табл.3.

Т а б л и ц а 3

Операция	Классы точности деталей		
	4 и 5	7 и 8	9
Первая вытяжка	0,070	0,105	0,135
Промежуточная вытяжка	0,140	0,175	0,210
Последняя вытяжка	0	0,120	0,150

Величины зазоров, найденные по формуле (9), округляются в сторону увеличения с точностью до десятых долей мм.

Диаметр матрицы штампа для первой операции вытяжки берут равным диаметру первой вытяжки  $d_1$ . Диаметр пуансона находят по формуле

$$d_n = d_m - 2Z. \quad (10)$$

4. Расчет радиусов закругления рабочих кромок матрицы и пуансона. Оптимальную величину радиуса закругления рабочих кромок матрицы  $r_m$  ( см. рис.1 и 2) определяют в зависимости от коэффициента вытяжки  $m$  и относительной толщины заготовки  $\frac{S}{D_3} \cdot 100$  по формуле

$$r_m = 15S \left(1 - 30 \frac{S}{D_3}\right), \text{ мм.} \quad (11)$$

Радиус закругления рабочей кромки пуансона  $r_n$  при первой операции вытяжки ( см. рис.1) определяют, исходя из следующих соображений:

$$\begin{aligned} \text{при } \frac{S}{D_3} 100 > 0,5 & \quad z_n = z_m; \\ \text{при } \frac{S}{D_3} 100 = 0,5 \div 0,2 & \quad z_n = 1,52 z_m; \\ \text{при } \frac{S}{D_3} 100 < 0,2 & \quad z_n = 2,2 z_m. \end{aligned}$$

Для промежуточных операций вытяжки значение  $z_n$  рекомендуется рассчитывать по формуле

$$z_n = \frac{d_n}{2} \left( \frac{1}{m_n} - 1,0 \right). \quad (12)$$

5. Определение в складкодержателе (прижиге) для первой операции вытяжки. Потеря устойчивости фланца плоской заготовки при вытяжке зависит от предельного коэффициента вытяжки ( $m_{пред}$ ), относительной толщины заготовки ( $\frac{S}{D_3}$ ) и геометрических параметров вытяжной матрицы. При определенных значениях этих показателей возможна вытяжка без прижима. Для цилиндрических деталей такая возможность обуславливается соотношением

$$\frac{S}{D_3} 100 \geq 4,5 (1 - m). \quad (13)$$

В том случае, если

$$\frac{S}{D_3} 100 < 4,5 (1 - m_1), \quad (14)$$

вытяжку необходимо производить с прижимом заготовки.

6. Расчет усилия вытяжки и усилия прижима. Усилие вытяжки определяют по инженерным формулам, исходя из того предположения, что допустимые напряжения в опасном сечении должны быть меньше разрушающих.

Для цилиндрических деталей усилие для первой операции вытяжки рекомендуется рассчитывать по формуле

$$P_1 = \pi d_1 S \sigma_B K_1. \quad (15)$$

Для второй и последующих операций по формуле

$$P_n = \pi d_n S \sigma_B K_2. \quad (16)$$

Коэффициенты  $K_1$  и  $K_2$  зависят от относительной толщины штампуемого материала и коэффициента вытяжки. Их ориентировочные значения приведены в табл.4.

Т а б л и ц а 4

Относительная толщина материала $\frac{S}{D_3} \cdot 100$	$K_1$	$K_2$
5,0	0,75-0,28	0,85-0,15
2,0	0,90-0,35	1,00-0,20
1,2	1,00-0,37	1,10-0,25
0,8	1,10-0,40	1,20-0,27
0,5	1,20-0,45	1,30-0,30
0,2	1,30-0,50	1,40-0,33
0,1	1,40-0,60	1,5 -0,40

Большие значения  $K_1$  ( в столбце слева) соответствуют коэффициенту вытяжки  $m_1 = 0,5$ , меньшие ( в столбцах справа)  $-m_1 = 0,75$ . Большие значения коэффициентов  $K_2$  соответствуют коэффициенту вытяжки  $m_2 = 0,7$ , меньшие  $-m_2 = 0,9$ . Для промежуточных значений  $m_1$  и  $m_2$  коэффициенты  $K_1$  и  $K_2$  определяют способом интерполирования. Значения  $\sigma_B$  для некоторых листовых материалов приведены в табл.5.

Т а б л и ц а 5

Марка металла или сплава	$\sigma_B$	кгс/мм <sup>2</sup>
сталь 08		33
сталь 10		34
сталь 30ХГСА		70
латунь Л62; Л68		30
алюмин. сплав АМЦМ		12
алюмин. сплав АМГАМ		20
дюралюмин. Д16АМ		22

Усилие прижима определяется по формуле

$$Q = Fq, \text{ кгс}, \quad (I7)$$

где  $F$  - площадь заготовки, находящаяся под прижимом, мм<sup>2</sup>;

$q$  - давление прижима, кгс/мм<sup>2</sup>.

Для цилиндрических деталей при первой вытяжке

$$F = \frac{\pi}{4} [D_3^2 - (d_1 + 2e_m)^2]. \quad (18)$$

Расчет усилия прижима для второй и последующих операций в настоящей лабораторной работе не производится. Значения давлений прижима для некоторых материалов приведены в табл.6.

Т а б л и ц а 6

Марка металла или сплава	$q$ кгс/мм <sup>2</sup>
сталь 08	0,23
сталь 10	0,28
сталь 30ХГСА	0,47
латунь Л62, Л68	0,18
алюмин. сплав АМЦМ	0,10
алюмин. сплав АМГАМ	0,15
дюралюмин. Д16АМ	0,20

Полное усилие для первой операции вытяжки при штамповке на прессах простого действия определяется по формуле:

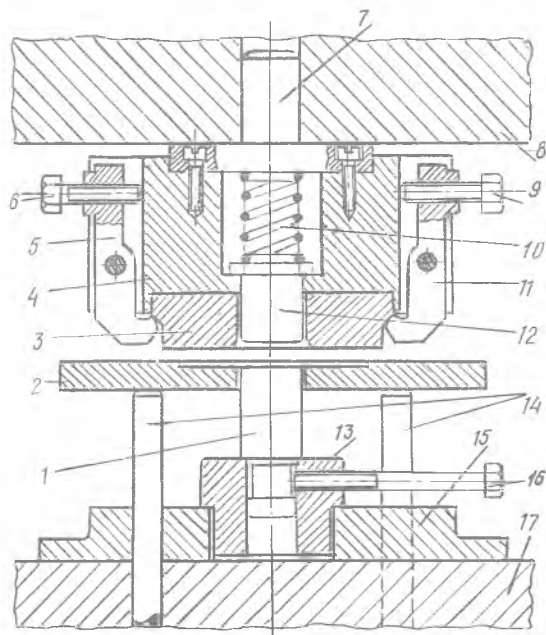
$$P_{полн} = P_1 + Q. \quad (19)$$

#### ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА И ПРИБОРЫ

Лабораторная установка, на которой производится исследование влияния величины радиусов закругления рабочих кромок матрицы и зазора между матрицей и пуансоном на качество штампуемой детали и, толщину ее стенок и предельного коэффициента вытяжки, состоит из эксцентрикового прессы К-30 (максимальное усилие 30 тс.) и установленного на нем экспериментального вытяжного штампа.

Экспериментальный вытяжной штамп (рис.4) состоит из быстроменных пуансона 1, матрицы 3 и прижимного кольца 2, которые монтируются в универсальной крепежной блоке. Матрица 3 устанавли-

ливаются в гнездо корпуса 4 блока и закрепляются кулачками 5 и II при помощи болтов 6 и 8. Выталкиватель 12 приводится в



Р и с.4. Экспериментальный вытяжной штамп

действие пружины 10. Корпус с установленной в нем матрицей закрепляется на ползуне 8 пресса при помощи хвостовика 7.

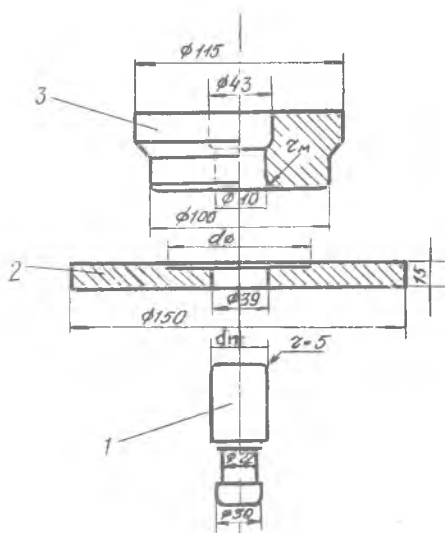
Пуансон 1 устанавливается во втулке 13, закрепленной на резьбе в нижней плите 15 блока. Крепление пуансона осуществляется болтом 16. Нижняя часть штампа устанавливается и закрепляется на столе 17 пресса при помощи крепежных планок и болтов. Давление прижима от резинового буфера, смонтированного в столе пресса, через штифты 14 передается на прижимное кольцо 2 штампа. Нижняя гайка демпферного устройства изменяя предварительное сжатие резиновых колец, регулирует усилие прижима.

Конструкция и размеры быстросменных пуансона, матрицы и прижимного кольца приведены на рис. 5, табл. 7.

Замер толщины заготовки и стенок деталей производится при помощи специального приспособления с индикаторными часами.

Таблица 7

Пуансон дет.1 дн мм	Приж. кольцо дет.2 дн мм	Матрица дет.3 дн мм
34	61	2
38,3	71	6
-	76	15
-	86	-



Р и с.5. Конструкция и размеры сменных пуансонов, матриц и прижимных колец экспериментального вытяжного штампа.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

I. Экспериментальное определение предельного коэффициента вытяжки ( $m_{пред}$ ) производится на вытяжном штампе с матрицей диаметром 40 мм и пуансоном диаметром 38,3 мм. Односторонний зазор между матрицей и пуансоном

$$z = \frac{40 - 38,3}{2} = 0,85.$$

Радиус закругления матрицы  $z_{м} = 5$  мм.

Материал заготовок АМцМ л. 0,8 мм.

Изменение коэффициента вытяжки осуществляется за счет изменения диаметра заготовки, значения которого принимаются равными 60: 70: 75 и 85 мм.



Принимая указанные значения диаметров заготовок, для каждого из них получим соответствующий коэффициент вытяжки.

Наибольший диаметр заготовки, при котором вытяжка производится без разрушения детали (отрыв дна), соответствует предельному значению коэффициента вытяжки

$$m_{пред} = \frac{40}{D_3^{max}}$$

Полученный  $m_{пред}$  сравнивают с соответствующими данными табл.2.

2. Исследование влияния радиуса закругления рабочего ребра матрицы на качество детали. Это исследование выполняется в штампе с матрицей диаметром 40 мм и пуансоном диаметром 38,3 мм. Односторонний зазор между матрицей и пуансоном равен

$$z = \frac{40 - 38,3}{2} = 0,85 \text{ мм.}$$

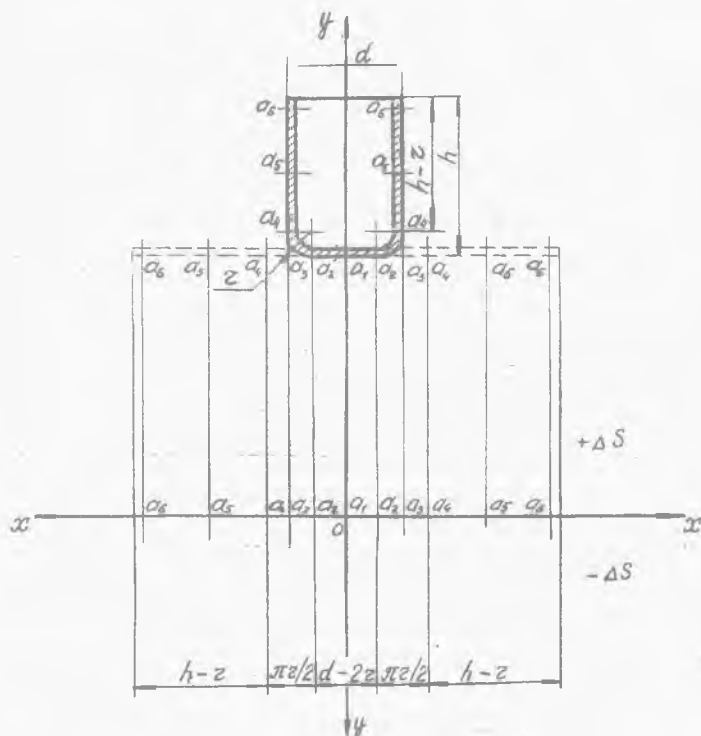
Вытяжка ведется в трех матрицах с радиусами рабочей кромки  $r_M$ , равными 15, 6 и 2 мм. Радиус закругления рабочей кромки пуансона  $r_n = 5$  мм.

Материал заготовок АМЦМ л.0,8 мм. В начале производят замер толщины исходной заготовки. Затем на каждой матрице вытягивается по одной детали. У полученных вытяжек замеряется толщина материала у боковых стенок, дна и радиусных переходов. Замер толщины боковых стенок производится в трех точках (рис.6): у края стакана (в точке  $a_6$ ), по середине высоты (в точке  $a_5$ ) и у радиуса перехода (в точке  $a_4$ ). Толщина дна замеряется в центре (в точке  $a_1$ ) и у радиуса перехода (в точке  $a_2$ ). Толщина стенки в радиусном переходе замеряется в средней его точке  $a_3$ . Все замеры выполняются с точностью 0,01 мм и записываются в отчете.

По данным выполненных замеров подсчитывается относительное изменение толщины стенок детали в процентах и для каждой детали строится кривая на графике утонений. Для построения графика диаметрального сечения детали разворачивается по оси  $x$ ; ось  $y$ , на которой откладываются утонения в процентах, является осью симметрии детали (см. рис.6).

В соответствии с графиками утонения оценивается влияние радиуса закругления ребра матрицы на величину утонения материала заготовки при вытяжке, и находится опасное сечение

детали, соответствующее максимуму утонения.



Р и с. 6. Схема замеров толщины стенок детали.

Влияние величины радиуса матрицы на качество поверхности стенок деталей оценивается визуально.

3. Исследование влияния на процесс вытяжки величины зазора между матрицей и пуансоном. Исследование ведется в вытяжном штампе с матрицей диаметром 40 мм и пуансоном диаметром 34 мм. Зазор между матрицей и пуансоном

$$Z = \frac{40 - 34}{2} = 3 \text{ мм}.$$

Радиус вытяжного ребра матрицы  $Z_M = 6$  мм, пуансона  $Z_P = 5$  мм. Диаметр заготовки 70 мм. Материал АМЦМ. Относительное изменение величины зазора осуществляется применением заготовок из материала разной толщины: л. 3 мм, л. 1,5 мм и л. 0,8 мм. При этом зазор, выраженный в толщине материала  $S$ , будет составлять соответственно  $S, 2S$  и  $3,75S$ .

В отштампованных деталях замеряется толщина стенок в тех же точках, что и в предыдущем исследовании, и для каждой точки подсчитывается относительное утонение материала. Для опасного сечения строится график зависимости относительного утонения  $\Delta S$  от зазора  $Z$  ( $\Delta S = f(Z)$ ).

В соответствии с этим графиком дается оценка зависимости утонений в опасном сечении от величины зазора.

Влияние зазора на качество поверхности стенок детали оценивается визуально.

#### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Результаты расчетов по первой части лабораторной работы и результаты исследования по второй ее части с графиками и выводами заносятся в отчетный бланк установленного образца и подписываются студентом.
2. Образмеренный эскиз заданной детали, совмещенный пооперационный эскиз вытяжки с размерами пооперационных диаметров, эскиз рабочих частей вытяжного штампа для первой операции вытяжки с простановкой всех рассчитанных размеров (выполняются в отчетном бланке).
3. Ответы на контрольные вопросы (устный ответ).

## К о н т р о л ь н ы е      в о п р о с ы

1. Какое влияние оказывает на процесс штамповки коэффициент вытяжки  $M$  ? Какие факторы влияют на предельно допустимое значение коэффициента  $M$  ?
2. Какое влияние оказывает на процесс штамповки и качество деталей величина радиуса закругления рабочего ребра матрицы и пуансона?
3. Какое влияние оказывает на процесс штамповки и качество деталей величина зазора между матрицей и пуансоном?
4. Какие принципы положены в основу определения размеров заготовки при вытяжке?
5. Для чего применяется прижим заготовки при вытяжке? При каких условиях возможна вытяжка без прижима?
6. Как рассчитывается усилие вытяжки и усилие прижима?

## Л и т е р а т у р а

1. Г о р б у н о в М.Н. Технология заготовительно-штамповочных работ в производстве летательных аппаратов. М., "Машиностроение", 1970.
2. Р о м а н о в с к и й В.П. Справочник по холодной штамповке. Л., "Машиностроение", 1971.

Составитель Петр Яковлевич Пытьев

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫТЯЖКИ  
ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА  
ЖЕСТКИМ ШТАМПУЮЩИМ ИНСТРУМЕНТОМ

Лабораторная работа № 6

Редактор И.М.Чулкова  
Техн.редактор Н.М.Каленюк  
Корректор Л.М.Сёколова

Подписано в печать 26.07.78. Формат 60x84 I/I6.  
Бумага оберточная белая. Офсетная печать.  
Усл.п.л. I,I6. Тираж 1000экз. Заказ № 6184 Бесплатно

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт им. С.П.Королева,  
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151  
Областная типография им. В.П.Мяги,  
г. Куйбышев, ул. Венцека, 60.