

Выбор и проектирование заготовок

Практика 10,11. Проектирование пресс-форм для прессования изделий из порошковых материалов.

Цель работы:

изучить метод проектирования и приобрести навыки расчета инструмента для прессования изделий из порошковых материалов.

Задание:

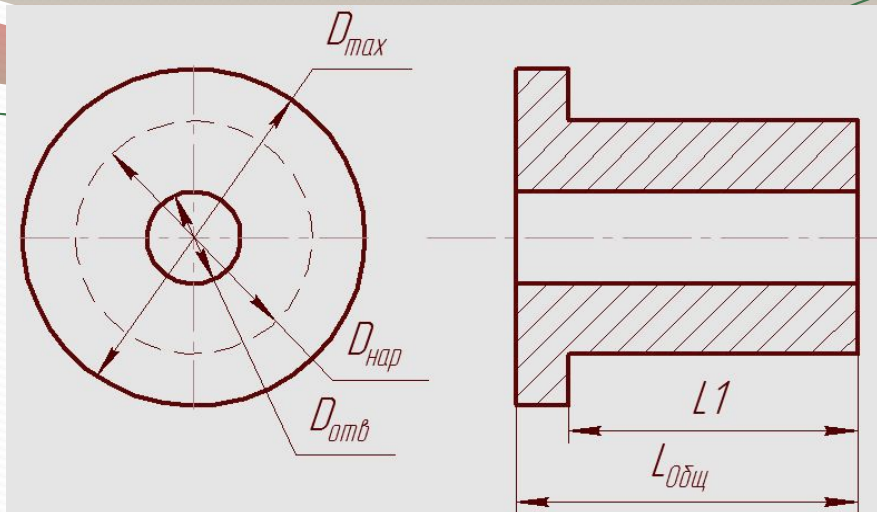
Рассчитать параметры элементов пресс-формы:

- Диаметр и высота рабочей полости матрицы
- Диаметр стержня
- Рассчитать матрицу на прочность при боковом воздействии
- Рассчитать пуансоны на прочность при сжатии
- Рассчитать параметры пресса
- Представить чертеж общего вида пресс-формы

Исходные данные для расчета пресс-форм

- - размеры готового изделия (высота h , поперечный размер D , размер отверстия d) и допуски Δ на них;
- - плотность готового изделия и ее пределы (нижний γ_1 , верхний γ_2);
- - упругие последствия по линейным размерам после прессования в % α_p или по абсолютной величине l_p ;
- - объемная усадка (или рост) по линейным размерам при спекании в процентах β или в абсолютной величине ε ;
- - увеличение (или уменьшение) площади поперечного сечения при спекании в процентах χ ;
- - припуск (положительный или отрицательный) на калибрование линейных размеров P_k ;
- - упругие последствия по линейным размерам после калибрования (или допрессовки) в процентах α_k или в абсолютных единицах l_k ;
- - увеличение (или уменьшение) площади поперечного сечения после калибрования (или допрессовки) в процентах u ;
- - прирост плотности при калибровании (или допрессовке) спеченного изделия в процентах τ ;
- - уменьшение веса изделия при спекании за счет выгорания смазок, восстановления окислов и пр. в % ξ .

Исходные данные



№ варианта	$D_{max}, мм$	$D_{нар}, мм$	$D_{отв}, мм$	$L_{общ}, мм$	$L1, мм$	Марка порошка
1	$60_{-0,12}$	$40_{-0,1}$	$20^{+0,18}$	$60_{-0,3}$	$50_{-0,25}$	ПЖ4М2
2	$55_{-0,12}$	$40_{-0,1}$	$20^{+0,18}$	$55_{-0,3}$	$45_{-0,25}$	ПМС - 1
3	$50_{-0,12}$	$30_{-0,084}$	$10^{+0,058}$	$50_{-0,25}$	$40_{-0,25}$	АПС-1
4	$45_{-0,1}$	$30_{-0,084}$	$8^{+0,058}$	$45_{-0,25}$	$35_{-0,25}$	ПЖ4М2
5	$40_{-0,1}$	$25_{-0,084}$	$7^{+0,058}$	$40_{-0,25}$	$30_{-0,21}$	ПМС - 1
6	$35_{-0,1}$	$25_{-0,084}$	$7^{+0,058}$	$35_{-0,25}$	$30_{-0,21}$	АПС-1
7	$36_{-0,1}$	$28_{-0,084}$	$10^{+0,058}$	$42_{-0,25}$	$35_{-0,25}$	ПЖ4М2
8	$65_{-0,15}$	$44_{-0,1}$	$22^{+0,12}$	$65_{-0,35}$	$45_{-0,25}$	ПМС - 1
9	$58_{-0,12}$	$40_{-0,1}$	$18^{+0,1}$	$55_{-0,3}$	$30_{-0,25}$	АПС-1
10	$46_{-0,1}$	$30_{-0,084}$	$16^{+0,09}$	$45_{-0,25}$	$35_{-0,25}$	ПЖ4М2
11	$55_{-0,12}$	$25_{-0,084}$	$12^{+0,12}$	$60_{-0,3}$	$40_{-0,25}$	ПЖ4М2

Исходные данные

Среднесерийное производство

Деталь прессуют, спекают и калибруют

Пористость $P=8...10\%$, умеренное нагружение при эксплуатации

Величина заходной части нижних пуансонов $10...15\text{ мм}$

Пресс-форма – одногнездовая

объемная усадка при спекании по линейным размерам $\beta = 2\%$;

уменьшение площади поперечного сечения при спекании в процентах $\chi = 2\%$;

действительные допуски пресс-формы $A_{ст} = -0,01\text{ мм}$, $A_{м} = +0,012\text{ мм}$;

припуск положительный на калибрование линейных размеров $+P_k$;

уменьшение веса изделия при спекании за счет выгорания смазок, восстановления окислов и пр. $\xi = 3\%$;

удельное давление прессования $P_{уд}$ *определенное по методу ГОСТ 25280- 82 металлических порошков при пористости $P = 8\%$: медь (ПМС -1) 450 МПа, железо (ПЖ4М2) 1000 МПа; алюминий (АПС-1) 200 МПа;*

* плотность компактных материалов:

железа $7,8\text{ г/см}^3$, меди $8,9\text{ г/см}^3$, алюминия $2,7\text{ г/см}^3$;

Технологические свойства металлических порошков

Марка порошка	$\gamma_{\text{нас}}$ г/см ³	Гранулометрический состав порошка. Содержание частиц, %, размером, мм				
		< 2,5 до 0,45	< 0,45	0,1 - 0,071	0,071 до 0,056	< 0,056
ПЖ4М2 ГОСТ 9849-74	2,3 - 2,5	90 - 100	0 - 10	0 - 5	10 - 30	70 - 90
ПМС - 1 ГОСТ 4960 - 75	1, 25 - 1,9	< 0,14	< 0,100	< 0,071	< 0,045	
		0 - 0,5	99,5	90	65 - 80	
АПС - 1 ГОСТ 10096 - 78	0,7 - 1	Сетка по ГОСТ 3481 - 74			Остаток на сетке	
		1,0			0,3	

Принципы конструирования пресс-форм для холодного прессования металлических порошков

Признак	Вид пресс-формы
Эксплуатационные особенности	стационарные и съемные
Вид заполнения полости матрицы порошком	с весовой или объемной дозировкой
Принцип уплотнения	односторонние, двухсторонние
Конструкция матрицы	сплошная или составная
Количество формующихся одновременно изделий	одно- и многогнездные
Род применяемых прессов	специализированные и универсальные
Количество слоев прессуемого изделия	одно- и многослойные
Сложность конфигурации прессуемого изделия	для прессования изделий определенной группы сложности

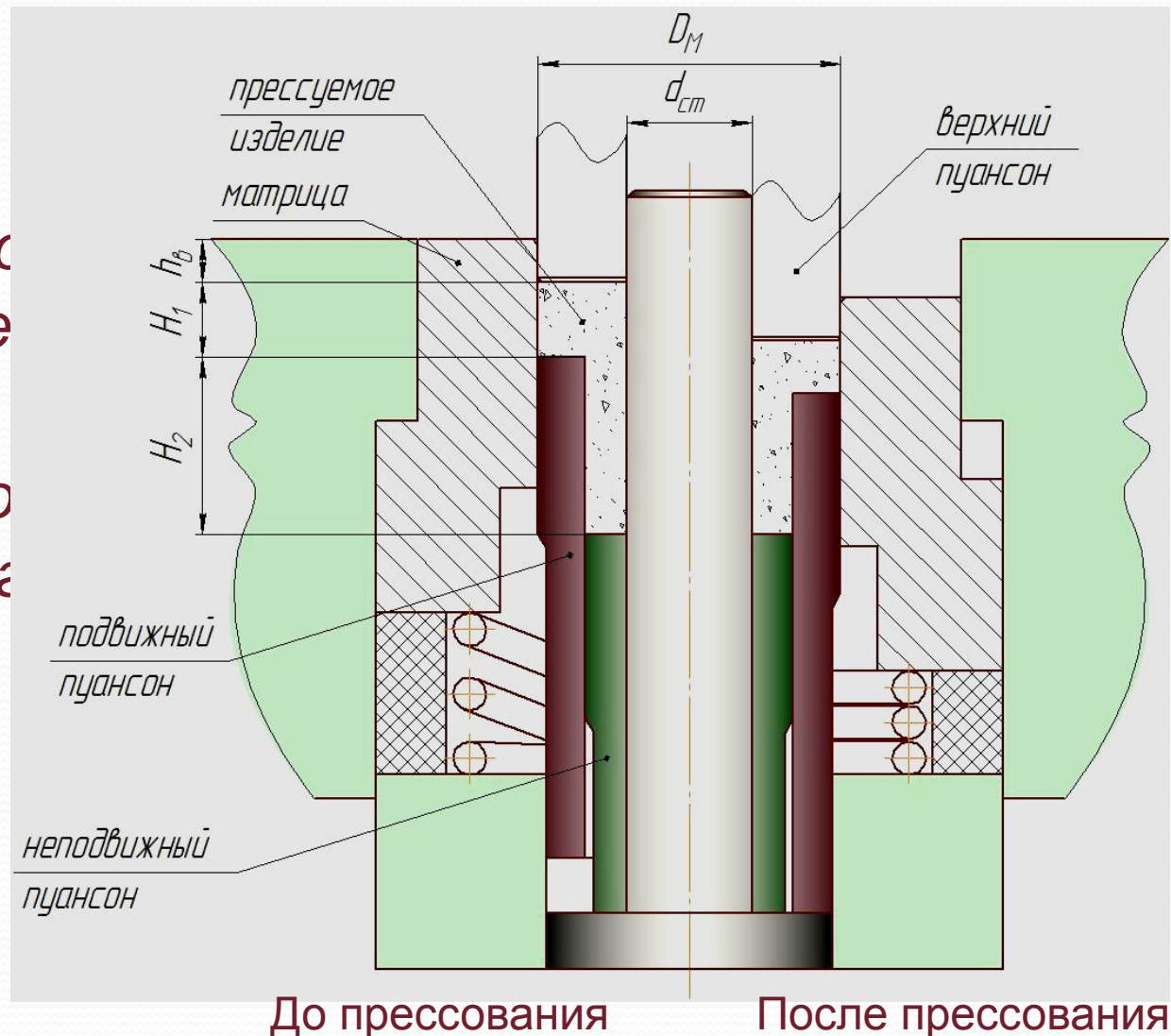
конструкционных изделий по группам сложности

Группа сложности	Характеристика сечения изделия по высоте (вдоль оси прессования)	Характеристика ограничивающих по высоте изделия поверхностей	Отношение высоты изделия к минимальной толщине стенки
I	Неизменное сечение без отверстия	Параллельные плоскости	1 - 3
II	То же, с одним или несколькими отверстиями в направлении прессования	То же	8 - 10
III	То же (сложнее)	То же	8 - 10
IV	Изделие с наружным или внутренним буртом	То же	6 - 8
V	То же (сложнее)	То же	6 - 8
VI	Изделия с несколькими переходами по высоте	То же	-
VII	Несколько наружных или внутренних переходов при наличии отверстий в направлении прессования	Непараллельные плоскости или криволинейные поверхности, пересекающие ось прессования	-

Определение общей высоты матрицы

- $H_m = H + h_v + h_n$,
 h_v - величина захода матрицы верхнего пуансона,
 h_n - величина захода матрицы нижнего пуансона.

Здесь $H_m = H_1 + H_2 + h_v$.
Принять $h_v = 10 \dots 15$ мм



Определение высоты загрузочной камеры для каждой ступени

$$H = k * h_{пр}$$

k - коэффициент обжатия, $k = \gamma_k / \gamma_{пр}$;

$h_{пр}$ - высота спрессованного изделия.

$\gamma_{пр} = \gamma_k (1 - П / 100)$, где γ_k - плотность компактного материала. плотность компактных материалов:

железа 7,8 г/см³, меди 8,9 г/см³, алюминия 2,7 г/см³;

При прессовании изделий, имеющих вертикальные переходы, высота слоя засыпанного порошка определяется для каждого из участков прессовки.

Расчет диаметра рабочей полости матрицы

номинальный размер рабочей полости матрицы:

$$D_m = D_{max} - I_p \pm \varepsilon + P_k - I_k$$

I_p - упругие последствия по линейным размерам после прессования, (4% от допуска на размер);

I_k - упругие последствия по линейным размерам после калибрования (или допрессовки), (2% от допуска на размер);

ε - объемная усадка (или рост) по линейным размерам при спекании
 $\varepsilon = +0,02L_{общ}$; или $\varepsilon = +0,02D$

P_k - припуск положительный на калибрование линейных размеров
 $P_k = +0,05$ мм

Припуск на износ матрицы: $\Delta D = (D_{min} - I_p \pm \varepsilon + P_k - I_k) - D_m$

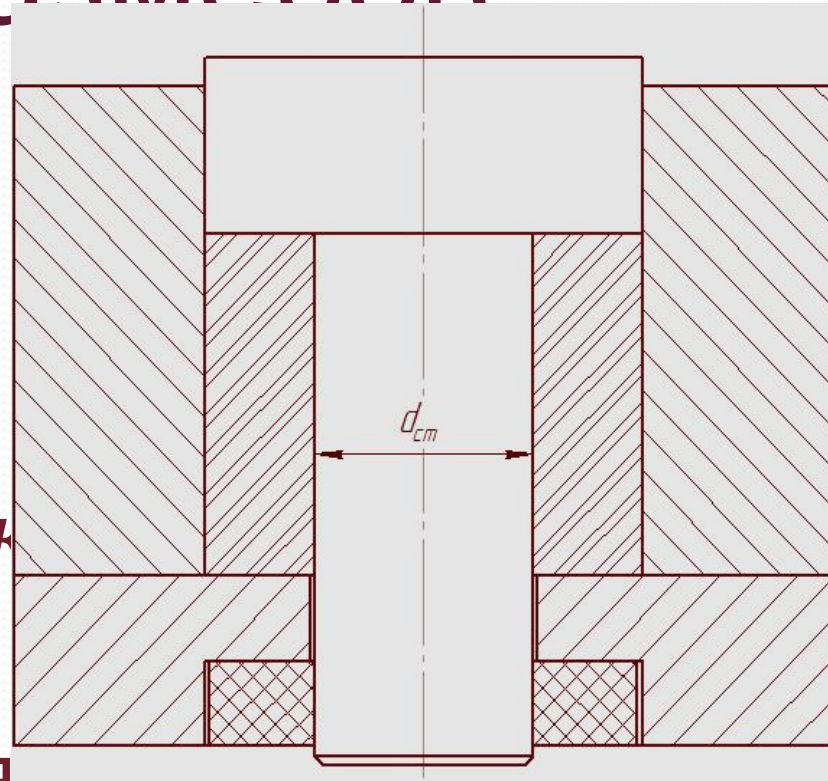
Определение размеров стержня

номинальный размер
рабочей части стержня

$$d_{cm} = d_{\max(\text{отв})} + l_{п-\varepsilon} - l_{пк} - l_{к}$$

Припуск на износ стержня

$$\Delta d = d_{cm} - (d_{\min} + l_{п-\varepsilon} - l_{пк} - l_{к})$$



Расчет деталей пресс - форм на прочность

- Полное давление прессования

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{тр}} + P$$

P - давление, необходимое для уплотнения порошка

$P_{\text{тр}}$ - потери давления на внешнее трение частиц о стенки матрицы

$P = \sigma_s \cdot C \cdot \rho \cdot \ln(\rho/(1-\rho))$, σ_s - пределы текучести металлических порошков: Fe 200 МПа, Al 35 МПа, Cu 80 МПа

$\rho = \gamma_{\text{пр}} / \gamma_{\text{к}}$ - относительная плотность

$C = 2,5 \dots 3$ - коэффициент

$P_{\text{тр}} = f \cdot P_{\text{бок}} \cdot (S_{\text{т}}/S)$, $f = 0,06 \dots 0,2$ - коэф. трения, $S_{\text{т}}$ - площадь поверхности трения, S - площадь поперечного сечения изделия, $P_{\text{бок}} = (0,3 \dots 0,4)P$ - боковое давление

Расчет деталей пресс - форм на прочность

Расчет матриц

Напряжения разрушения

$$[\sigma_p] \geq \sigma_{\text{ЭКВ}} = P_{\text{бок}} [(a^2 + 1) / (a^2 - 1) + 1],$$

где $a = D_2/D_M$, D_2 и D_M - наружный и внутренний радиус матрицы соответственно.

Материалы для изготовления деталей пресс-форм

Детали пресс-форм	Рекомендуемый материал для изготовления деталей пресс-форм	Твердость, HRC	$\sigma_{сж}$, МПа	σ_p , МПа	$\sigma_{и}$, МПа
Матрицы	9ХС, 5ХНМ, 5ХНТ, 7ХЗ, ХВГ	55 - 60 HRC	900	800	1200
Пуансоны	9ХС, 5ХНМ, 5ХНТ, 7ХЗ, ХВГ	50-55 HRC	1500	1200	1800
Стержни	X12M, X12Ф, 5ХНМ, 5ХНВ	52 - 56 HRC	2100	1800	2500
Вспомогательные рабочие детали	Ст. 40Х, Ст.45, Ст. 40	40-45 HRC	600	550	800

Расчет пуансонов

пуансоны проверяются на сжатие:

$$\sigma_{сж} = P / Sп \leq [\sigma_{сж}],$$

$[\sigma_{сж}]$ - допускаемое напряжение на сжатие для материала пуансона, принять по табл. ниже,

P - усилие прессования, $Sп$ - площадь наименьшего поперечного сечения пуансона.

$$Sп = \pi(d_1^2/4 - d_{ст}^2/4)$$

При $L > 3d$ пуансоны также проверяются на изгиб

Выбор прессы

- мощность прессы

$$P_{\text{пресса}} = k \cdot P_{\text{уд}} \cdot S_{\text{поршня}'}$$

коэффициент технологического запаса ($k = 1,25 \dots 1,35$)

$$P_{\text{уд}} = P_{\text{общ}} / S_{\text{дет}'}$$

- Усилие выпрессовки $P_{\text{вып}} = 0,25 P_{\text{пресса}}$

- Ход поршня (верхнего пуансона)

$$H_{\text{вп}} = h_{\text{в}} + h_{\text{б}} + h_{\text{прессования}'}$$

$h_{\text{в}}$ - величина захода в матрицу верхнего пуансона,

$h_{\text{б}}$ - зазор безопасности (10 ... 15 мм),

$h_{\text{прессования}}$ - путь прессования, $h_{\text{прессования}} = H_1 + H_2 - L_{\text{ОБЩ}}$

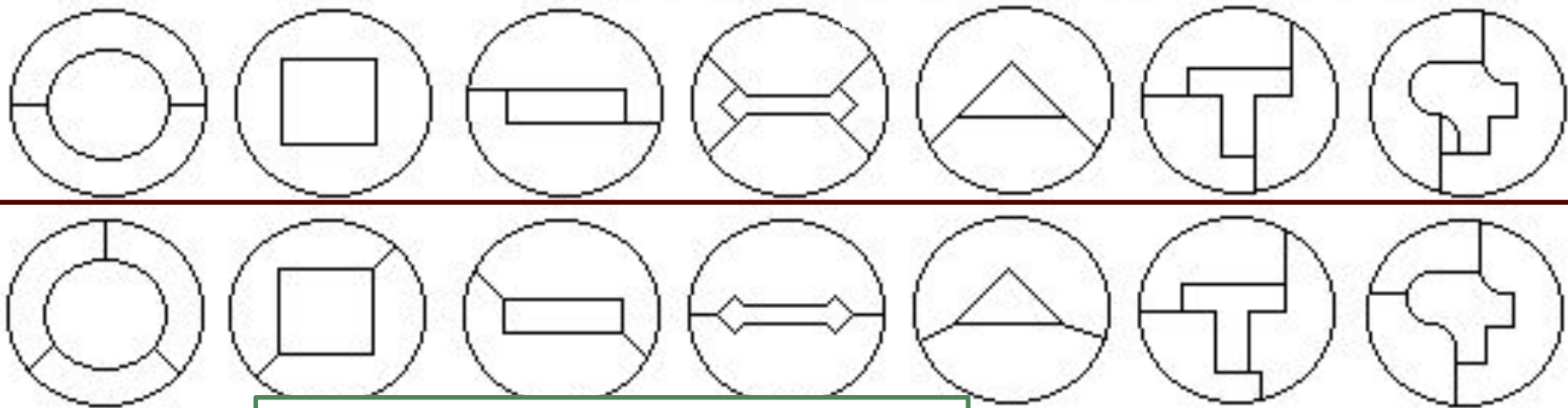
Проверить условие!!!

Условие достижения равномерной плотности в данном сечении изделия определяют через коэффициент уплотнения (K_y):

$$K_y = H / h = H1 / h1 = \gamma_{пр} / \gamma_n$$

где $H, H1$ - высота слоя порошка в пресс-форме в соответствующих сечениях; $h, h1$ - высота изделия в этих же сечениях; $\gamma_{пр}, \gamma_n$ - плотность спрессованного изделия и насыпная плотность порошка.

Расположение элементов разрезной матрицы



правильно