

**Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна академія**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до практичних занять і самостійної роботи**  
**з дисципліни**  
**«Теорія процесів кування і штампування»**  
**для студентів спеціальності 7.090404**

**Затверджено**  
**на засіданні кафедри ОМТ**  
**Протокол №9 від 03.01.01**

**ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО**  
**на засіданні методичної**  
**ради факультету**  
**Протокол № 6 від 22.02.2012**

**Краматорськ 2002**

УДК 621.73

Методичні вказівки до практичних занять і самостійних робіт з дисципліни «Теорія процесів кування і штампування» (для студентів спеціальності 7.090404) / Скл. І.С. Алієв. - Краматорськ: ДДМА, 2002.- 24 с.

Розглядаються методи розрахунку зусиль і формозміни в операціях обробки металів тиском. Приведено бази вихідних даних для практичних і самостійних робіт, необхідні формули і приклади рішення типових задач.

Складач

І.С. Алієв, проф., д.т.н.

Відп. за випуск:

І.С. Алієв, проф., д.т.н.

Редактор

Олена Олександрівна Дудченко

251/2002. Подп. у печ.

Формат 60х90/16.

Офсетна печатка. Усл. печ. л.1,5

Уч. - изд.л.1,1

Тираж 100 екз.

---

ДДМА. 84313,

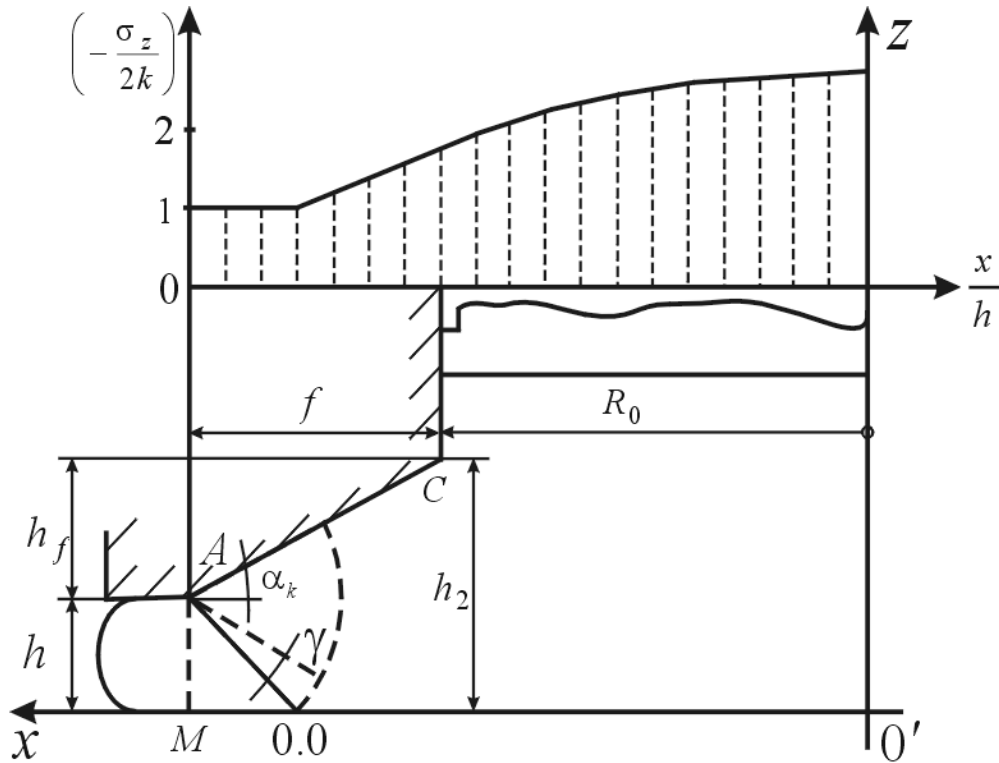
Краматорськ,

вул. Шкадінова,72

# 1 Практична робота № 1

## Визначення контактних тисків при видавлюванні у горизонтально - роз'ємній матриці

Дано: розрахункова схема процесу поперечного видавлювання (мал. 1).



Малюнок 1 - Розрахункова схема процесу поперечного видавлювання

Значення геометричних параметрів видавлювання деталі  $f/h$ ,  $\alpha_K$  і коефіцієнта тертя  $\mu$  наведені в табл. 1.

Відносна товщина фланця  $h/R_0$  приймається з побудови. Кут початкового віяла  $\gamma$  і граничні умови в напруженнях на лінії АМ приймаються за узгодженням з викладачем.

### Порядок виконання роботи

- 1 Вибрати значення параметрів за заданим варіантом і викреслити на міліметровій схемі процесу (приймавши  $h=30$  мм).
- 2 Провести під кутом  $45^\circ$  лінію А-0.0 і цим радіусом (А-0.0) викреслити дугу початкового віяла сітки ліній ковзання.
- 3 Розбити дугу на рівні відрізки за заданим або необхідним значенням  $\gamma=8...15^\circ$ , корегуючи при необхідності значення кута  $\alpha_K (\pm 5^\circ)$ .

- 4 Визначити кут нахилу ліній ковзання до контактної поверхні  $\varphi_K = \frac{1}{2} \arccos 2\mu$  і викреслити приконтактні лінії ковзання.
- 5 Використовуючи графічний метод, побудувати лінії ковзання, корегуючи при необхідності положення точок С и О'.
- 6 Визначити середнє напруження  $\sigma_c$  і компоненти напруження  $\sigma_x$ ,  $\sigma_z$ ,  $\tau_{xz}$  у вузлових точках на контакті, на граничній лінії ковзання, і на осі симетрії (гранична умова: на АМ  $\sigma_x=0$ ).
- 7 Побудувати епюри напружень  $\left(\sigma_z/2k\right)$  вздовж осі симетрії й вздовж контактної поверхні. Визначити середні значення  $\left(\sigma_z/2k\right)$  в межах фаски  $f$  й у межах пуансона Ro.
- 8 Як самостійну роботу рекомендується виконати аналіз контактних напружень для суміжних значень коефіцієнта тертя  $\mu$ .

Таблиця 1 - База даних

Номер варіанта	$\alpha_K, \dots^\circ$	$f/h$	$\gamma,^\circ$		$\mu$			Прим.																		
			Варіанти																							
			1	2	1	2	3																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9																		
1 2 3 4 5 6 7	15	1,5 2 2,5 3 4 5 6	15	10	0	0,25	0,5																			
8 9 10 11 12 13		1 2 2,5 3 4 5							15	10	0	0,25	0,5													
14 15 16 17 18		2 3 4 5 6													15	10	0	0,25	0,5							
19 20 21 22		1 1,5 2 2,5																			15	10	0	0,25	0,5	

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
23	30	4,5	15	10	0	0,25	0,5	
24		5,5						
25		6,5						
26	45	1	15	10	0	0,25	0,5	
27		2,5						
28		9						
29		10						

**Розрахункові формули [1,4]**

$$\omega(m, n) = \omega(0, 0) + (n - m)\gamma,$$

$$\sigma_c(m, n) = \sigma_{c0,0} - 2k(n + m)\gamma,$$

$$\begin{matrix} \sigma_x \\ \sigma_z \end{matrix} = \sigma_c(m, n) \pm k \cos 2(n - m)\gamma,$$

$$\tau_{xz} = k \sin 2(n - m)\gamma,$$

$$\varphi_r = \text{Arccos } 2\mu/2,$$

$$\begin{matrix} \sigma_x \\ \sigma_z \end{matrix} = \sigma_c \pm k \sin 2\omega,$$

$$\tau_{xz} = -k \cos 2\omega,$$

$$P_\partial = \iint_F \sigma_z dF ,$$

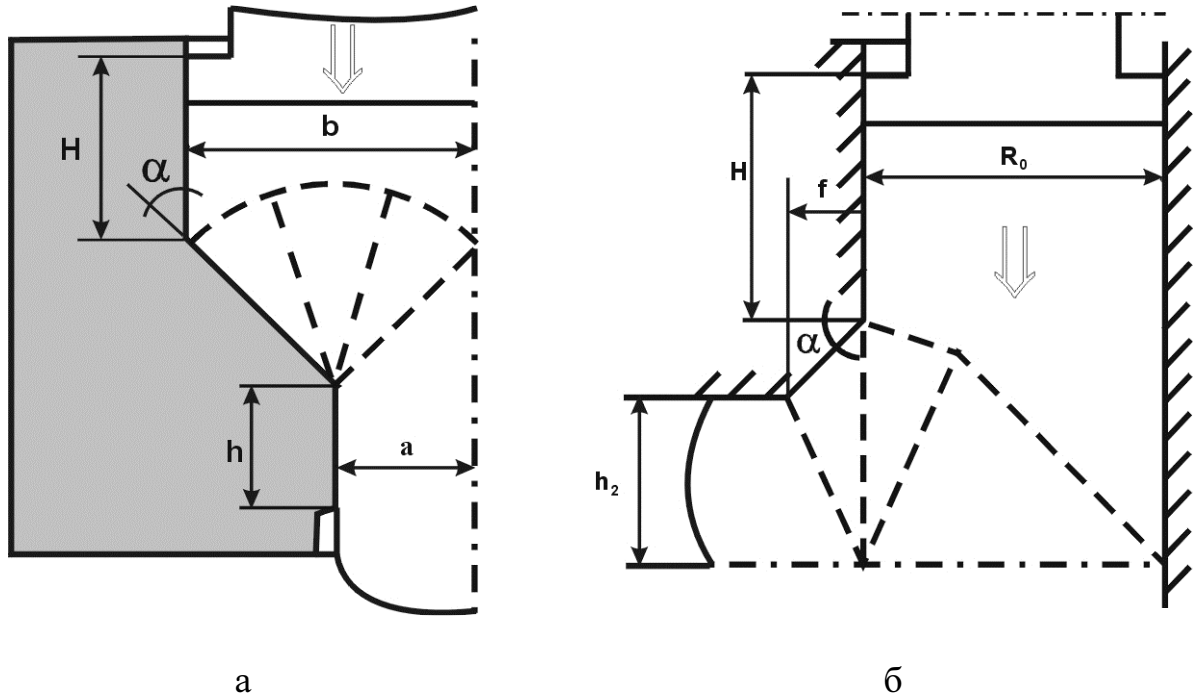
$$P = P_\partial / F.$$

## 2 Практична робота № 2

### Визначення верхньої оцінки тиску видавлювання

Дано: схема видавлювання (мал. 2):

- а- за способом прямого видавлювання;
- б- за способом поперечного видавлювання.



Малюнок 2 - Схема видавлювання

Значення геометричних параметрів дані в табл. 2:

- кут  $\alpha$ ;
- витяжка  $q = b/a$ ;
- коефіцієнт  $h/R_0$ ;
- фаска  $f/h$ ;
- коефіцієнт тертя  $\mu$ ;
- довжина контакту  $H/b = H/R_0 = h/a = 1$ .

### Порядок виконання роботи

- 1 Вибрати схему, значення вихідних геометричних параметрів з таблиці і виконати креслення в масштабі.
- 2 Побудувати розривне поле швидкостей з числа твердих трикутних елементів, що підходять.
- 3 Побудувати за загальними правилами годограф швидкостей.

- 4 Визначити приведений тиск деформування  $\bar{p}$  при заданому значенні коефіцієнта тертя  $\mu$  графічно-аналітичним методом.
- 5 Розрахувати приведений тиск деформування при збільшеному на +0,15 коефіцієнті тертя.
- 6 Розрахувати приведений тиск (за необхідності)  $\bar{p}$  за заданими або обраними з літератури формулами і порівняти зі значеннями, отриманими методом верхньої оцінки (МВО) для своєї технологічної схеми.
- 7 Розрахувати для заданого матеріалу тиск видавлювання  $p$  і силу деформування  $P$ .
- 8 Побудувати графіки залежності  $\bar{p} = f(q)$  і  $\bar{p} = f\left(\frac{h}{R_0}\right)$  за розрахунковими даними усієї групи з залученням ЕОМ.
- 9 Як самостійну роботу побудувати за результатами аналізу МВО графіки залежностей  $\bar{p} = f(\alpha)$  і  $\bar{p} = f(\mu)$ .

Таблиця 2 - База даних

Схема а				Схема б				
Номер варіант а	$\mu$	$q$	$\alpha, \dots^\circ$	$\mu$	$h/R_0$	$f/h$	$\alpha_{до}, \dots^\circ$	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0,1	2	30	0,1	0,2	1,0	15	
2		2,5			0,25			
3		3			0,3			
4		3,5			0,35	0,5		
5		4			0,4			
6		4,5			0,45			
7	0,1	2	45	0,1	0,2	2,0	30	
8		3			0,3			
9		4			0,4			
10		5			0,45	0,5		
11		6			0,5			
12		7			0,55			
13		8			0,6			
14	0,1	2	60	0,1	0,1	2,0	45	
15		3			0,15			
16		4			0,2			
17		5			0,25	0,1		
18		6			0,30			
19		7			0,35			
20		8			0,4			

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
21	0,1	1,5	75	0,1	0,1	2,0	60
22		2,0			0,15	1,0	
23		2,5			0,2		
24		3,0			0,25		
25		3,5			0,3		

### Розрахункові формули

$$\bar{p} = \frac{\bar{R}}{2} \sqrt{\frac{7}{\bar{R} - 1}}, \quad \bar{R} = \frac{R}{r},$$

$$\bar{p} = \sqrt{\frac{2\bar{R}^2}{\bar{R} - 1}},$$

$$\bar{p} = 2 + \frac{1}{6} \frac{d}{h} + \left(1 + \frac{F}{f}\right) \ln \frac{F}{f_k}.$$

Загальна формула для приведенного тиску:

$$\bar{p} = \frac{1}{2BV_0} [\sum_{lij} v_{ij} + 2\mu_s \sum_{lik} v_{ik}],$$

$$P = \bar{p} \sigma_s ; P \leq 2200 \text{ Мпа},$$

$$P = p F_n,$$

$$\bar{q} = \bar{p}_2 \frac{h_2}{h_f} - 2\mu_s / \sin 2\alpha_k.$$



### 3 Практична робота № 3

#### Аналіз формозміни при видавлюванні

Дано: схема видавлювання і геометричних параметрів приймаються такими ж, як і в роботах № 1 або 2 (див. мал.1 і 2).

#### Порядок виконання роботи

- 1 Використовуючи годограф і поле швидкостей, для заданої в роботі № 2 схемі видавлювання необхідно встановити зони з різною величиною накопиченого ступеня деформації  $\sum \gamma^r_i$  («канали» течії А, В, С, Д і т.д.).
- 2 Побудувати годограф швидкостей і установити величини нормальних компонент швидкостей розриву  $v_{ij}^{\Pi}$  для всіх меж між жорсткими елементами  $i$  та  $j$ .
- 3 Знайти величину ступеня деформації зсуву  $\gamma_{ij}$  на окремій межі між зонами  $i$  та  $j$ , пересічною часткою металу при переміщенні вздовж лінії течії. Розрахункові дані звести в таблицю.
- 4 Знайти накопичений ступінь деформації зсуву, складаючи величини  $\gamma_{ij}$  на всіх межах, які перетинаються часткою металу при видавлюванні в кожному окремому «каналі» (А-І).
- 5 Побудувати гістограму накопичених деформацій зсуву по ширині видавленої ділянки і визначити середні значення  $\gamma_c$  і  $e_c$  і коефіцієнти нерівномірності  $K_n$ .
- 6 Порівняти отриману величину середньої інтенсивності деформацій  $e_c$  зі значенням приведенного тиску  $\bar{p}$  при  $\mu=0$  (з роботи № 2):  $e_c / \bar{p}_{\mu=0} = \beta$ .
- 7 Як самостійну роботу рекомендується виконати аналіз формозміни для інших схем процесу видавлювання [1, 6, 11].

#### Розрахункові формули

$$\gamma_{ij} = \frac{v_{ij}^{\tau}}{v_{ij}^n}, \quad \gamma_c = \frac{\sum^k (\gamma_{ij})_k l_k}{a}, \quad e_c = \frac{\gamma_c}{\sqrt{3}},$$

$$\beta = e_c / \bar{p}_{\mu=0}, \quad K_n = \gamma_{\max} / \gamma_{\min}.$$



Значення геометричних параметрів і коефіцієнти тертя  $\mu_{\Pi}$ ,  $\mu_M$  дані за варіантами (табл. 3); крок переміщення пуансона на етапі  $H_S$  і розміри фасок обираються за узгодженням з викладачем.

Таблиця 3 - База даних

Номер варіант а	$\mu_{\Pi}$	$\mu_M$	$R_M$ , мм	$R_{\Pi}$ , мм	$h_{\Phi}$ , мм	$H_H$ , мм	$H_K$ , мм
1	0,1	0,3		26,0	3		
2					4		
3					2		
4					5		
5				25,0	3		
6	0,2	0,2	28,0		4	26	10
7					5		
8					6		
9					7		
10				24,0	3		
11	0,3	0,1			4		12
12					5		
13					6		
14				30,0	3		
15					4		
16	0,1	0,2			5		
17					2		
18					6		
19				32,0	7		
20					3	35	15
21	0,2	0,1	36,0		4		
22					5		
23				28,0	6		
24					4		
25	0,3	0,3			5		12
26					6		

### Порядок виконання роботи

1 Вибрати з таблиці геометричні параметри, що відповідають своєму варіантові, і викреслити схему видавлювання в масштабі. Побудувати для одного, двох положень пуансона годограф і знайти оптимальну вихідну швидкість  $W$ .

2 Проаналізувати за допомогою ПЕОМ, використовуючи програму «СОМВЕ», формозміну і силовий режим процесу комбінованого видавлювання:

-викликати програму «COMBE». За таблицею конструкцій деталей на екрані вибрати тип деталі. Ввести вихідні дані в міліметрах:  $R_M$ ,  $R_P$ ,  $h_F$ ,  $H_H$ ,  $H_K$ ,  $H_S$ ,  $\mu_P$ ,  $\mu_M$  та ін.;

-за результатами розрахунку поетапної формозміни деталі роздрукувати таблицю розрахункових даних.

3 Використовуючи значення швидкостей витікання  $W, V$  і збільшення розмірів викреслити послідовні контури формоутворення деталі.

4 Для даної стадії процесу, коли вже сформувалися порожня частина і фланець деталі, необхідно відзначити положення пуансона, товщину дна  $H$  і оптимальне значення варіюючих параметрів  $R_0$ ,  $W$ ,  $V$ . Для даних значень на міліметрівці необхідно в масштабі побудувати розривне поле швидкостей, а також, прийнявши величину швидкості зворотного витікання  $W$ , - годограф швидкостей.

5 Визначити для прийнятого годографа швидкостей величину приведенного тиску  $\bar{p}$ , а потім, варіюючи величину (не менш трьох точок) швидкості зворотного витікання  $W$ , установити мінімальну величину приведенного тиску.

6 Побудувати графік залежності  $\bar{p} = f(W)$ .

7 Використовуючи дані з ЕОМ, накреслити різними кольорами контури деталі, одержувані при поетапному введенні пуансона в заготовку.

8 Як самостійну роботу рекомендується вирішити на ПЕОМ задачі комбінованого видавлювання деталей типу фланця з осьовим відростком і стакана з донним відростком.

## **5 Практична робота № 5**

### **Вибір кінематично-можливих полів швидкостей**

Дано: схеми процесів формування (табл. 5).

Умови течії:

- плоске деформування (течія);
- вісесиметричне деформування.

Граничні умови на вході в зону деформації – на схемах процесів.

### **Порядок виконання роботи**

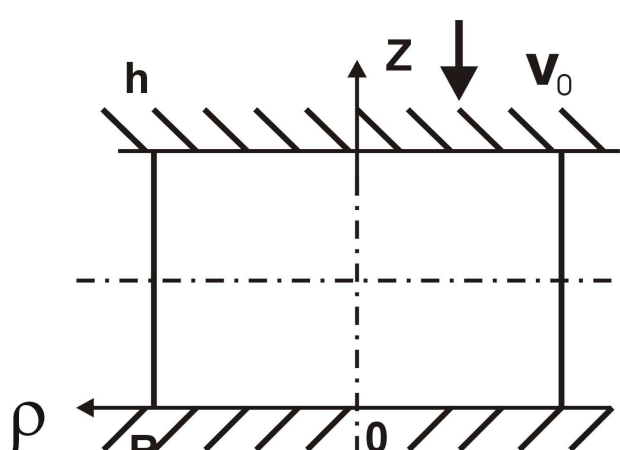
- 1 Вибрати схему деформування і граничні умови відповідно до заданого варіанта.
- 2 Підібрати, використовуючи умову нестискання, кінематично-можливе поле швидкостей (КПШ).

Таблиця 4 - Загальні вираження для КПШ

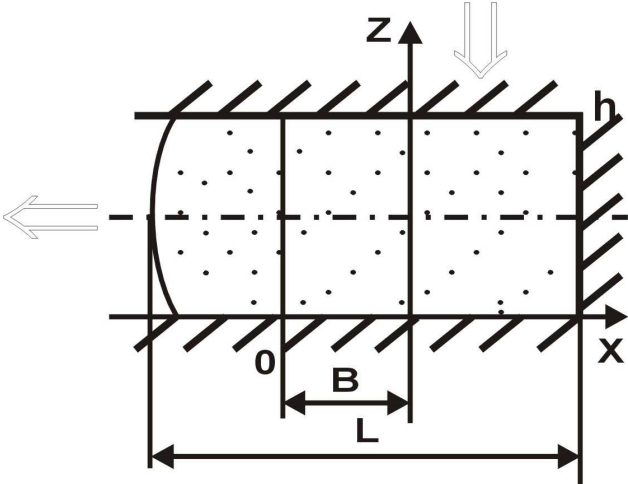
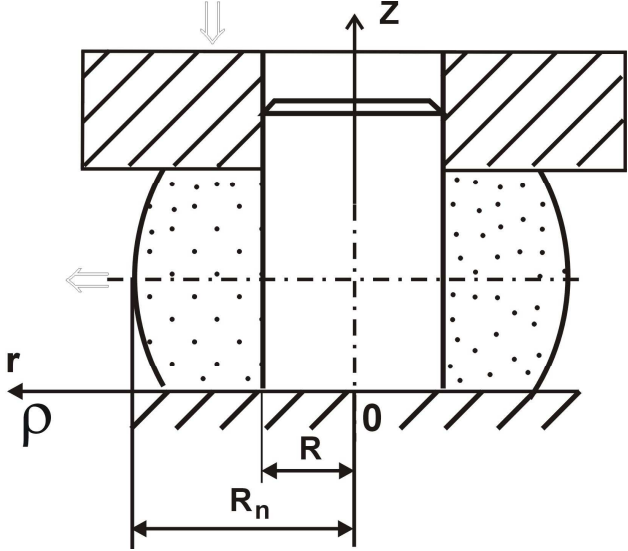
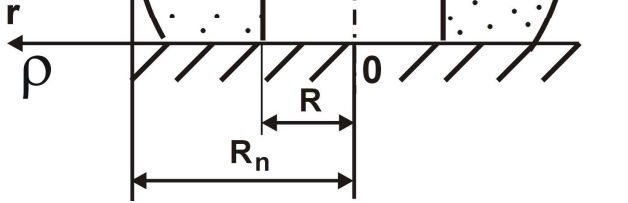
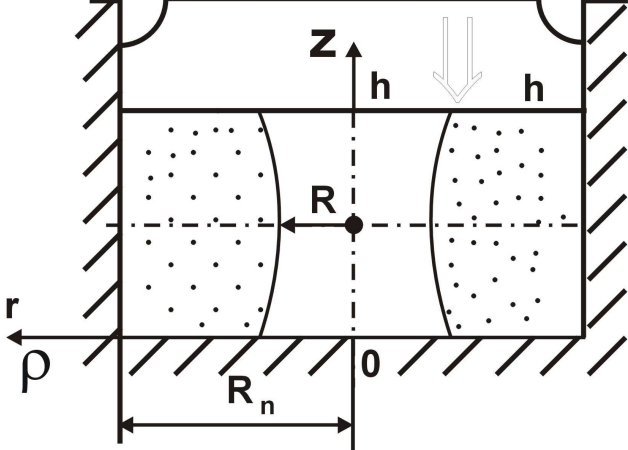
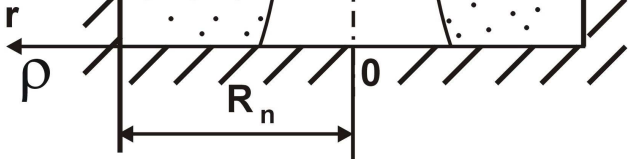
вісесиметричне деформування	плоске деформування
$v_z = C_1 z + C_2$	$v_x = C_1 x + C_2$
$v_r = -\frac{C_1}{2} r + \frac{C_3}{r}$	$v_z = -C_1 z + C_3$

- Визначити значення сталих інтегрування  $C_1, C_2, C_3$ , використовуючи задані граничні умови у швидкостях і умови нерозривності нормальної складової на межах пластичної зони. Побудувати епюри швидкостей переміщення  $v_z, v_r (v_x)$ .
- Обчислити компоненти швидкостей деформації  $\dot{\epsilon}_r, \dot{\epsilon}_z, \dot{\epsilon}_\theta$  або  $\dot{\epsilon}_x, \dot{\epsilon}_z$  і перевірити відповідність поля швидкостей в умові нестискання.
- Обчислити інтенсивність швидкості деформації  $\dot{\epsilon}_i$  і записати вираз для розрахунку:
  - потужності сил деформування  $N_\partial$ ;
  - потужності сил тертя  $N_T$ ;
  - потужності сил зрізу  $N_c$  на одній вертикальній і одній горизонтальній поверхнях, що обмежують пластичну зону.
- Як самостійну роботу рекомендується розрахувати інтенсивність швидкостей деформації  $\dot{\epsilon}_i$  і значення потужності сил деформування  $N_\partial$ , зрізу  $N_c$  і тертя  $N_T$  для заданої додаткової схеми деформування [1, 4, 7, 11].

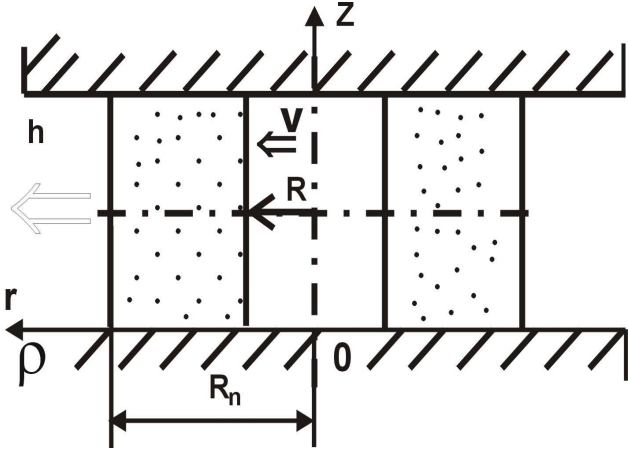
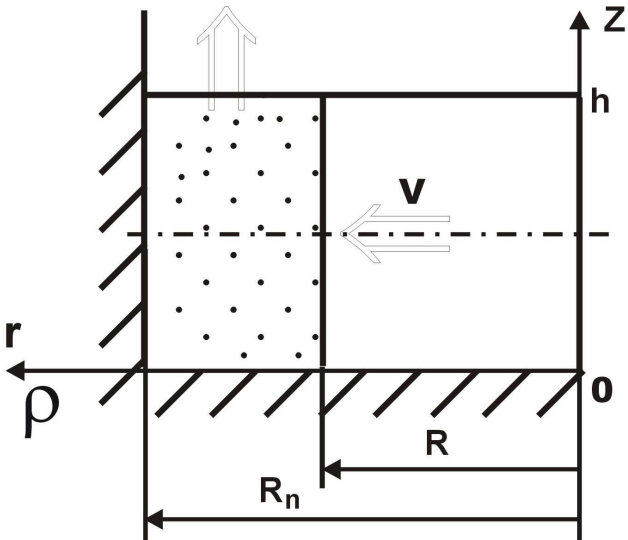
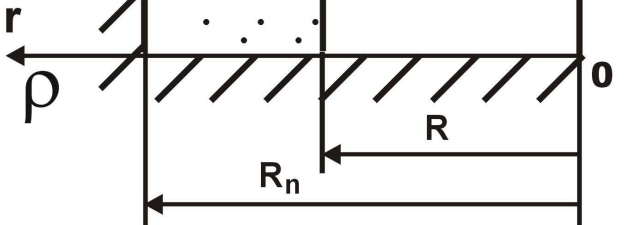
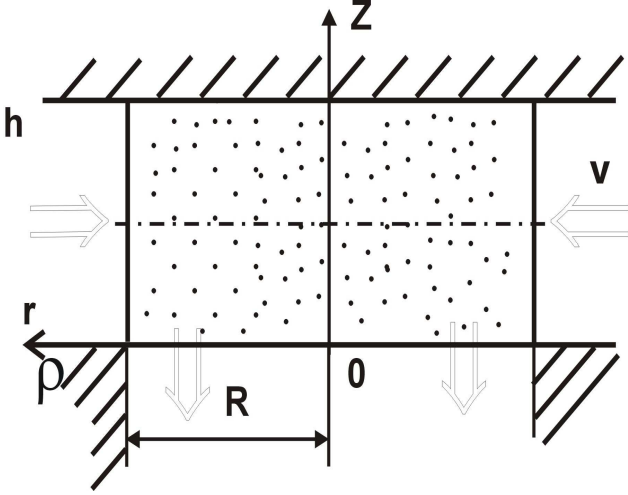
Таблиця 5 - База даних

Номер аврианта	Схема процесу	Плин	Граничні умови
1		II	$z=h, v_z = -v_0,$ $z=0, v_z = 0$
2		I	

Продовження таблиці 5

1	2	3	4
3		I	$z=h, \vartheta_z = -\vartheta_0,$ $z=0, \vartheta_z = 0,$ $x=b, \vartheta_x = 0$
4		II	$z=h, \vartheta_z = -\vartheta_0,$ $z=0, \vartheta_z = 0,$ $r=R, \vartheta_r = 0$
5		I	
6		II	$z=h, \vartheta_z = -\vartheta_0,$ $z=0, \vartheta_z = 0,$ $r=R_{II}, \vartheta_r = 0$
7		I	

Продовження таблиці 5

1	2	3	4
8		II	$z=h,$ $z=0, \vartheta_z = 0,$ $r=R, \vartheta_r = V$
9		II	$z=0, \vartheta_z = 0,$ $r=R, \vartheta_r = V$
10		I	$r=R_{II}, \vartheta_r = 0$
11		II	$z=h, \vartheta_z = -\vartheta_0,$ $r=R, \vartheta_r = V$

Продовження таблиці 5

1	2	3	4
12		II	$z=h, \vartheta_z = -\vartheta_0,$ $z=0, \vartheta_z = 0,$ $r=R, \vartheta_r = V$
13		I	
14		II	$z=h, \vartheta_z = -\vartheta_0,$ $z=0, \vartheta_z = 0,$ $r=R_{II}, \vartheta_r = V$
15		I	

Розрахункові формули [1, 7]

$$\dot{\varepsilon}_z + \dot{\varepsilon}_r + \dot{\varepsilon}_\theta = 0,$$

$$\partial \vartheta_z / \partial z + \partial \vartheta_r / \partial r + \vartheta_r / r = 0,$$

$$\dot{\varepsilon}_i = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\dot{\varepsilon}_r - \dot{\varepsilon}_\theta)^2 + (\dot{\varepsilon}_r - \dot{\varepsilon}_z)^2 + (\dot{\varepsilon}_\theta - \dot{\varepsilon}_z)^2 + \frac{3}{2} \dot{\gamma}_{rz}^2},$$

$$N_\partial = \iiint_V \sigma_s \dot{\varepsilon}_i dV,$$

$$N_c = \iint_{F_c} [\vartheta_c] \tau_c dF_c,$$

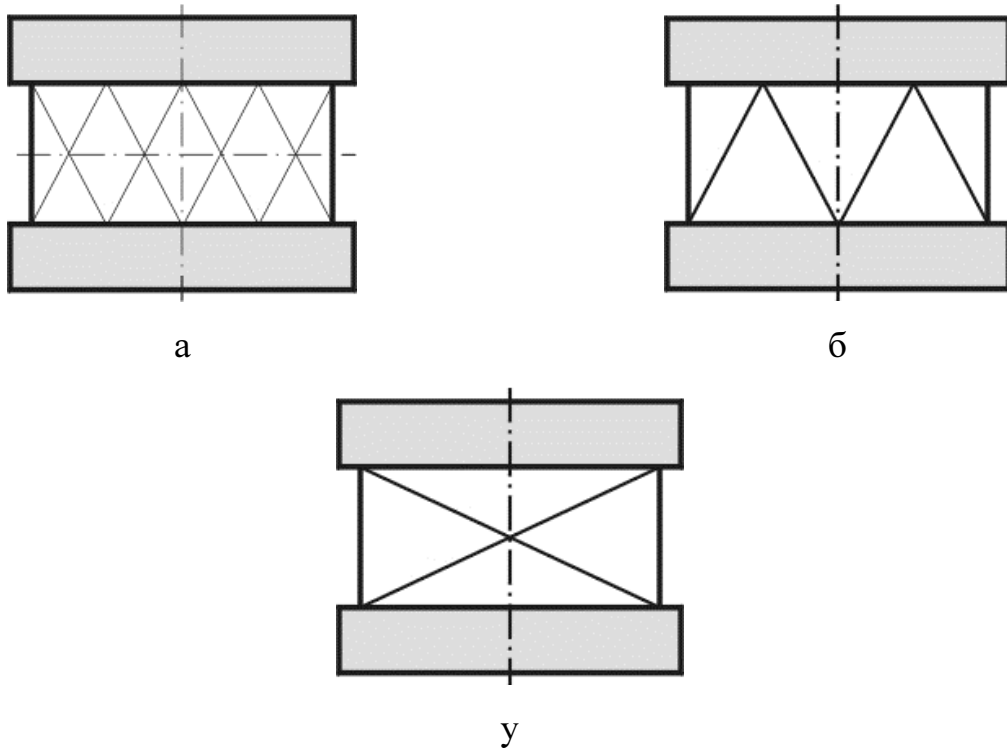
$$N_T = \iint_{F_K} [\vartheta_K] \tau_K dF_K.$$



## 6 Практична робота № 6

### Визначення тиску деформування при плоскому осадженні

Дано: схема процесу осадження (мал. 7).



Малюнок 4 - Розрахункові схеми процесу осадження

Таблиця 6 - База даних

Номер варіанта	Група 1			Група 2		
	$B/h$	$\mu$	Схема	$B/h$	$\mu$	Схема
1	2	3	4	5	6	7
1	2,0	0	а	2	0,1	б
2	2,5			3		
3	3,0			4		
4	3,5			5		
5	4,0			6		
6	5,0			7		
7	6,0			8		
8	8,0			9		
9	4	0,05	б	1	0,2	у
10	5			2		
11	6			3		
12	3			4		
13	7			5		

Продовження таблиці 6

1	2	3	4	5	6	7
14	8			6		
15	9			7		
16	10			8		
17	1			2		
18	2			3		
19	3			4		
20	4	0,15	y	5	0,25	a
21	5			6		
22	6			7		

**Порядок виконання роботи**

- 1 Вибрати схему і значення вихідних геометричних параметрів з таблиці.
- 2 Побудувати в масштабі розривне поле і годограф швидкостей.
- 3 Визначити приведений тиск деформування  $\bar{p}$  при заданому коефіцієнті тертя  $\mu$  графоаналітичним методом.
- 4 Розрахувати приведений тиск деформування при збільшеному на +0,2 коефіцієнті тертя.
- 5 Розрахувати приведений тиск  $\bar{p}$  за заданими формулами (1)...(3) для значень  $\mu_s = 0; 0,5; 0,25$  і ін. і порівняти зі значеннями, отриманими методом верхньої оцінки.
- 6 Побудувати графік залежності  $\bar{p} = f(b/h)$  за розрахунковими даними усієї групи.
- 7 Зробити висновки щодо характеру впливу параметрів процесу, поля швидкостей і умов тертя на силовий режим.

**Розрахункові формули [1-4,6,9]**

1 Євстратов В.О. 
$$\bar{p} = \frac{1}{2} \left( \frac{b}{h} + \frac{h}{b} \right). \quad (1)$$

2 Алешин Ю.А. 
$$\bar{p} = 1 + \mu_s \frac{b}{2h}. \quad (2)$$

3 Унксов Е.П. 
$$\bar{p} = \frac{h}{\mu b} \left( \exp \left( \mu \frac{b}{h} \right) - 1 \right). \quad (3)$$

4 Зибель Э. 
$$\bar{p} = 1 + \mu_s \frac{D}{3h}. \quad (4)$$

### **Перелік рекомендованої літератури**

- 1 Евстратов В.А. Теория обработки металлов давлением. – Харьков: Выща школа, 1986. – 248 с.
- 2 Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
- 3 Томсен Э., Янг Ч., Кобаяши Ш. Механика пластической деформации при обработке металлов. – М.: Машиностроение, 1969. – 504 с.
- 4 Джонсон У., Меллор П. Теория пластичности для инженеров. – М.: Машиностроение, 1979. – 567 с.
- 5 Перлин И.Л., Райтдбарг Л.Х. Теория прессования металлов. – М.: Металлургия, 1976. – 448 с.
- 6 Алюшин Ю.А. Теория обработки металлов давлением. Метод верхней оценки и его применение при решении задач обработки металлов давлением. – Ростов н/Д: РИСХМ, 1977. – 88 с.
- 7 Степанский Л.Г. Расчеты процессов обработки металлов давлением. – М.: Машиностроение, 1979. – 215 с.
- 8 Попов Е.А. Основы теории листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1972. – 278 с.
- 9 Томлетов А.Д. Теория пластических деформаций металлов. – М.: Металлургия, 1972. – 408 с.
- 10 Зюзин В.И., Бровман М.Я., Мельников А.Ф. Сопротивление деформации сталей при горячей прокатке. – М.: Металлургия, 1964. – 270 с.
- 11 Шестаков Н.А. Энергетические методы расчета процесса обработки металлов давлением: Учебное пособие. – М.: МГНУ, 1996.-125с.

## Зміст

	стр.
1 Практична робота № 1. Визначення контактних тисків при видавлюванні в горизонтально - роз'ємній матриці	3
2 Практична робота № 2. Визначення верхньої оцінки тиску видавлювання	6
3 Практична робота № 3. Аналіз формозміни при видавлюванні	9
4 Практична робота № 4. Аналіз процесу комбінованого видавлювання	10
5 Практична робота № 5. Вибір кінематично-можливих полей швидкостей	12
6 Практична робота № 6. Визначення тиску деформування при плоскому осадженні	17
Перелік рекомендованої літератури	19
Додаток А Контрольні питання до вхідного контролю	21
Додаток Б Контрольні питання з дисципліни «Теорія процесів кування і штампування»	22

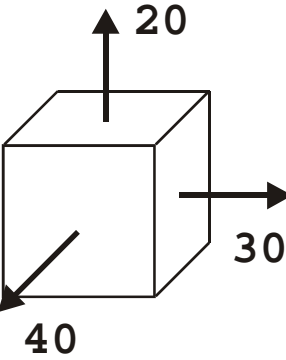
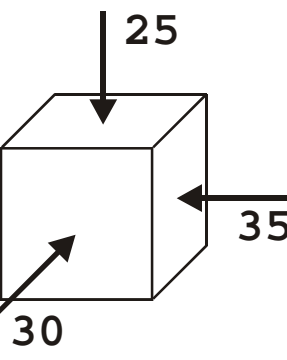
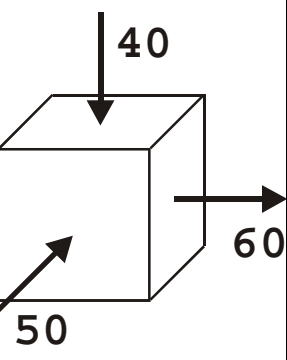
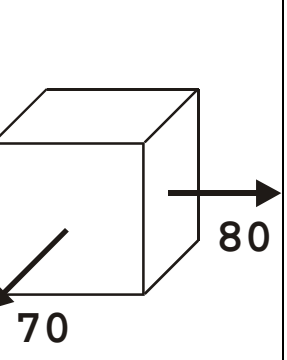
## Додаток А

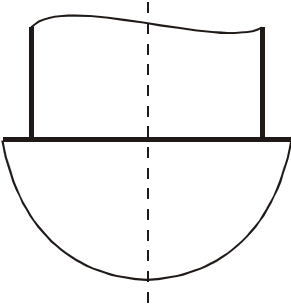
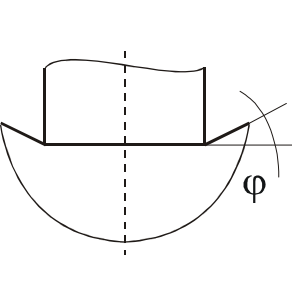
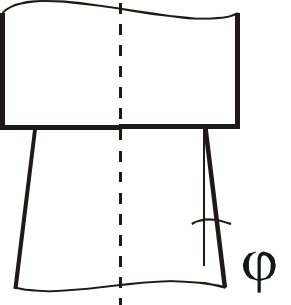
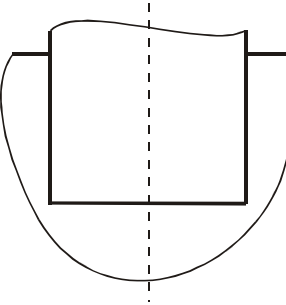
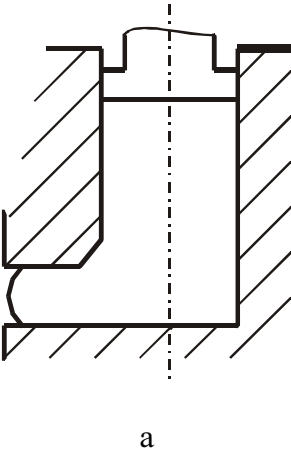
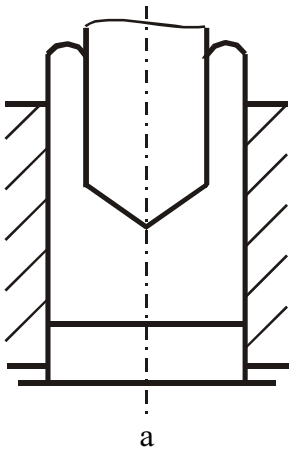
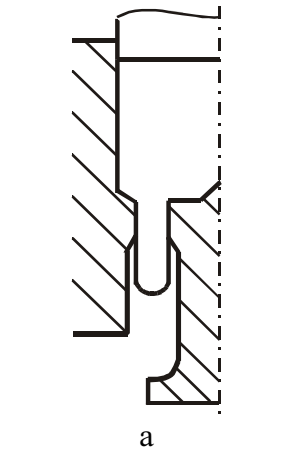
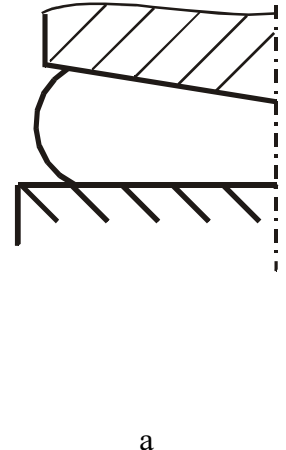
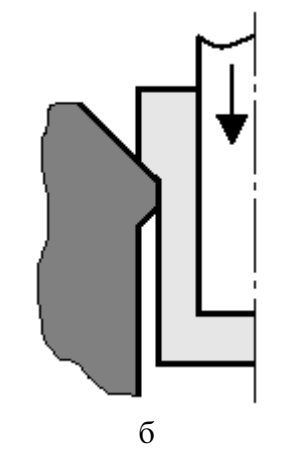
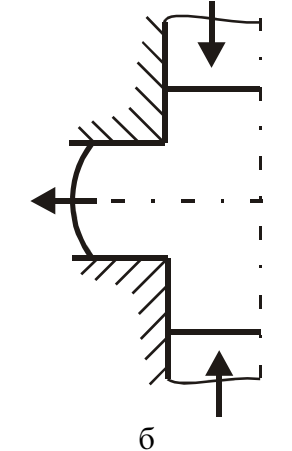
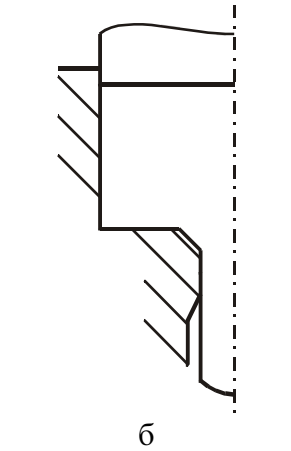
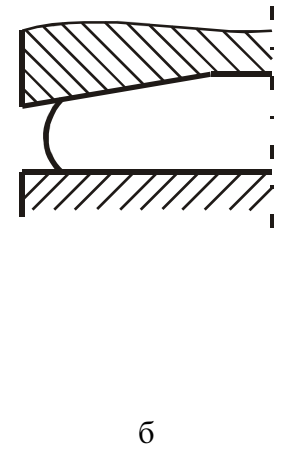
### Контрольні питання до вхідного контролю по дисципліні «Теорія процесів кування і штампування»

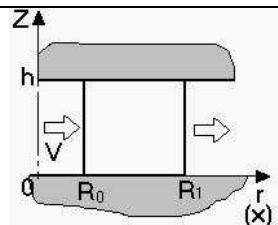
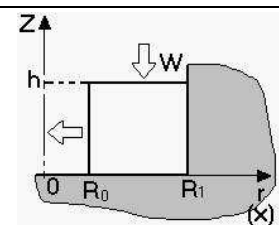
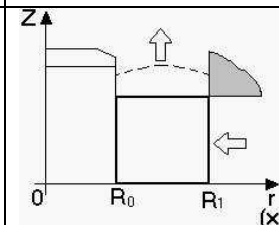
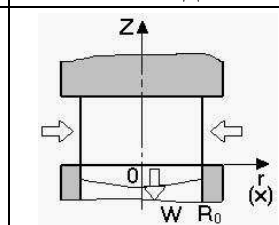
#### Дисципліни, що забезпечують: «Механіка ТДТ, теорія ОМТ»

Варіант	1	2	3	4
1	Інтенсивність напружень	Інтенсивність деформацій	Інтенсивність швидкостей деформацій	Умова сталості об'єму
2	Фізичний зміст умов пластичності	Умова пластичності Тріска	Умова пластичності Губера-Мізеса	Принцип найменшого опору
3	Коло Мора для напружень	Коло Мора для плоскодеформованого стану	Властивості ліній ковзання	Ідеальна пластичність
4	Закон тертя Амонтона	Закон тертя Зібеля	Закон тертя Дерягіна	Визначення коефіцієнта тертя
5	Механічні схеми деформацій (МСД) ( $\sigma$ і $\epsilon$ )	МСД для видавлювання	МСД для осадження	Параметр Лоде-Надаї - для зсуву
6	$(x^n)' =$	$\int \frac{dx}{x} =$	$\int x^3 dx =$	$\left(\frac{1}{x}\right)' =$

**Додаток Б**  
**Контрольні питання з дисципліни**  
**«Теорія процесів кування і штампування»**

№	1	2	3	4
1	ПДС	Стаціонарна течія	Гіпотеза Хаара-фон Кармана	Вісесиметрична течія
2	жорсткопластичне середовище	Ідеальна пластичність	Пружньопластичне зміцнююче середовище	умова сталості об'єму
3	Які схеми переважніші з погляду:			
	підвищення пластичності	зниження опору деформування	проробки металу	утворення волокнистої структури
4	Механічні схеми деформацій (МДС) для процесів:			
	прямого видавлювання і волочіння	протягання і прокатки	осадження з тертям і без тертя	витяжки
5	Перейти від схеми напружень до схеми деформацій			
				
6	принцип заміни проектування сил проектуванням поверхонь	Приведений тиск $\bar{p}$	Як перейти відведеного тиску $\bar{p}$ до сили Р	Робота деформування А
7	Навести вирази компонентів напружень в умовах:			
	ПДС( $\sigma_x, \sigma_z$ )	ПДС ( $\sigma_x, \sigma_z$ з використанням кута $\omega$ )	ПДС ( $\sigma_x, \sigma_z$ з використанням $(n + m)$ )	$\tau_{xz}$
8	властивості ліній ковзання	граничні умови (приклад)	припущення метода ліній ковзання	способи побудови поля ліній ковзання
9	Показати застосування сітки двоцентрової віялової сітки ліній ковзання для аналізу процесу:			
	протягання	осадження	відкритого штампування	видавлювання

№	1	2	3	4
10	Побудувати лінії ковзання і записати $\bar{p}$ :			
				
	$\varphi_k =$	$\Delta\sigma_{cp} =$	Тиск роздачі кільця $\bar{p}$	Тиск опади фіктивного диска $\bar{p}$
	Ізобари	Ізокліни	$\sigma_{c\ 0.0} = ?$	Графічний спосіб побудови сітки
13	Навести схеми і вирази поля швидкостей, годографа:			
				
				
	Граничні умови (приклад)	припущення енергетичного методу	припущення методу верхньої оцінки	Використовувані закони тертя

№	1	2	3	4
15	Навести вирази:			
	рівняння енергетичного балансу (Э-1)	рівняння мінімізації (Э-2)	рівняння балансу для методу верхньої оцінки	рівняння енергетичного балансу в інтегральному виді
16	Навести вирази:			
	$N_a =$	$N_d =$	$N_C =$	$N_T =$
17	Навести схему поля швидкостей, годограф і вирази:			
	радіального видавлювання: $l_{ij} =, V_{ij} =, \bar{p} =$	зворотного видавлювання: $l_{ij} =, V_{ij} =, \bar{p} =$	прямого видавлювання: $l_{ij} =, V_{ij} =, \bar{p} =$	осадження: $l_{ij} =, V_{ij} =, \bar{p} =$
18	$\gamma_{ij} =$	$\gamma_c =$	$e_c =$	$p$ (з урахуванням зміцнення)
19	Навести загальні схеми КМПШ для схем деформації:			умови нерозривності на похилій межі
	вісесиметричної	плоскої	об'ємної	
20	Рівняння нерозривності	Рівняння Коші	$\tau_k = ?$	умова сталості об'єму в диференційному вигляді
21				
22	Навести вирази:			
	$\bar{p}$ кільця	$\bar{p}$ плоского осадження	$\bar{p}$ вісесиметричного осадження	$\bar{p}$ радіального видавлювання
23	Лінеаризована залежність $\dot{\epsilon}_i = ?$	$\dot{\epsilon}_i = ?$	$e_i$ по Хілли	Процедура обліку зміцнення
24	Припущення інженерного методу	Гіпотеза плоских перетинів	Гіпотеза усереднених напружень	Гіпотеза про «повну пластичність»
25	Спрощення умови пластичності	Умова пластичності при граничному терті	Умова пластичності при мінімальному терті	Умова пластичності в диференційному вигляді
26	Осадження циліндричної заготовки	Відкрите прошивання	Закрите прошивання	Роздача кільця