

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський державний технічний
університет імені Івана Пулюя

Кафедра
технології машинобудування

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи № 2

на тему:

**“ Дослідження залежності коефіцієнта
використання
матеріалу від схеми розкрою листового
прокату ”**

з курсу:

“Технологія обробки деталей тиском“

для студентів всіх форм навчання

за напрямком підготовки 6.0902

“Інженерна механіка”

з професійною орієнтацією на спеціальність
7.090202 “Технологія машинобудування”

Тернопіль 2001

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський державний технічний університет
імені Івана Пулюя

Кафедра
технології машинобудування

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи № 2

на тему:

**“Дослідження залежності коефіцієнта використання
матеріалу від схеми розкрою листового прокату”**

з курсу:

“Технологія обробки деталей тиском”

для студентів всіх форм навчання

за напрямком підготовки
6.0902 “Інженерна механіка”

з орієнтацією на спеціальність:
7.090202 “Технологія машинобудування”

Тернопіль 2001

Методичні вказівки розроблені відповідно до учбового плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр за напрямком підготовки 6.0902 “Інженерна механіка” з професійною орієнтацією на спеціальність: 7.090202 “Технологія машинобудування”.

Укладачі: д.т.н., проф. Гевко Б.М.
к.т.н., доц. Радик Д.Л.
аспірант Васильків В.В.

Рецензент: к.т.н., ст.н.с. Ярема І.Т.

Відповідальний за випуск к.т.н., доц. Радик Д.Л.

Методичні вказівки розглянуті та схвалені на методичному семінарі кафедри технології машинобудування.

Протокол № 11 від 17.04.2001 р.

Методичні вказівки рекомендовано до друку методичною радою МТФ.

Протокол № 8 від 16.05.2001 р.

1. Мета роботи

Ознайомитися із способами розкрою листового матеріалу та дослідити залежність коефіцієнту використання матеріалу від схеми розкрою листового прокату.

2. Теоретичні відомості

Існує три види розкрою листового прокату: з відходами, маловідходний і безвідходний.

При розкрої з відходами деталь (або заготовку) отримують вирубуванням по замкнутому контуру. Між деталями, а також між деталями і краєм смуги або листа залишають перемички. Розкрій з перемичками по всьому контуру застосовують при штампуванні деталей, що мають криволінійні поверхні і підвищену точність розміру.

Розрізняють два види перемичок: між краями сусідніх деталей a_1 і між краями деталі і краєм листа або смуги. Останні називають боковими перемичками, вони в 1,15 – 1,3 рази більші ніж перемички між деталями. Це пояснюється можливими відхиленнями розміру смуги по ширині (в межах допуску) і можливою непрямолінійністю її бокових країв.

Ширина перемички залежить від товщини штампованого матеріалу і його механічних властивостей, довжини прямолінійних ділянок штампованої деталі (чим вони більші, тим більші пружні деформації перемички), конструкції штампа (особливо його упорів), конструкції автоматичної подачі смуги в штамп та інших факторів.

Маловідходний розкрій характеризується відсутністю бокових перемичок, при цьому ширина смуги повинна бути рівна ширині штампованої деталі. Маловідходний розкрій застосовується, наприклад, при розкрої ланок ланцюгів пластинчастих конвеєрів, при штампуванні їх із смуги. Коефіцієнт використання матеріалу при маловідходному розкрої вищий, ніж при штампуванні з відходами.

Безвідходний розкрій застосовують при штампуванні деталей, контур яких спрягається один з другим. При безвідходному розкрої перемички відсутні і як наслідок, коефіцієнт використання матеріалу близький до 1. Прикладом безвідходного розкрою різних по формі деталей може служити розкрій заготовок віконних або дверних петель.

Розрізняють 6 основних видів розкрою деталей:

- при штампуванні деталей простої геометричної форми (прямокутної, овальної) – застосовують прямий розкрій;
- при штампуванні деталей Г-подібної форми – нахилений розкрій;
- при штампуванні деталей Т- і Ш- подібної форми – зустрічний розкрій;
- при штампуванні деталей різної форми, але однакової товщини – комбінований розкрій;
- при штампуванні деталей невеликих розмірів – багаторядний розкрій;

- при штампуванні дрібних і вузьких деталей – розкрій з вирізуванням перемичок.

3. Розкрій листового матеріалу при штампуванні чи вирубуванні

Розкром матеріалу при листовому штампуванні називається спосіб розміщення вирубуваних деталей на листі, полосі чи стрічці.

Показником, що характеризує економічність розкрою є коефіцієнт використання матеріалу η , який представляє собою відношення корисної площі деталі F_0 до площі заготовки F_3 , для виготовлення всієї деталі $\eta = F_0/F_3$.

3.1 Розкрій листового матеріалу при вирубуванні круглих деталей

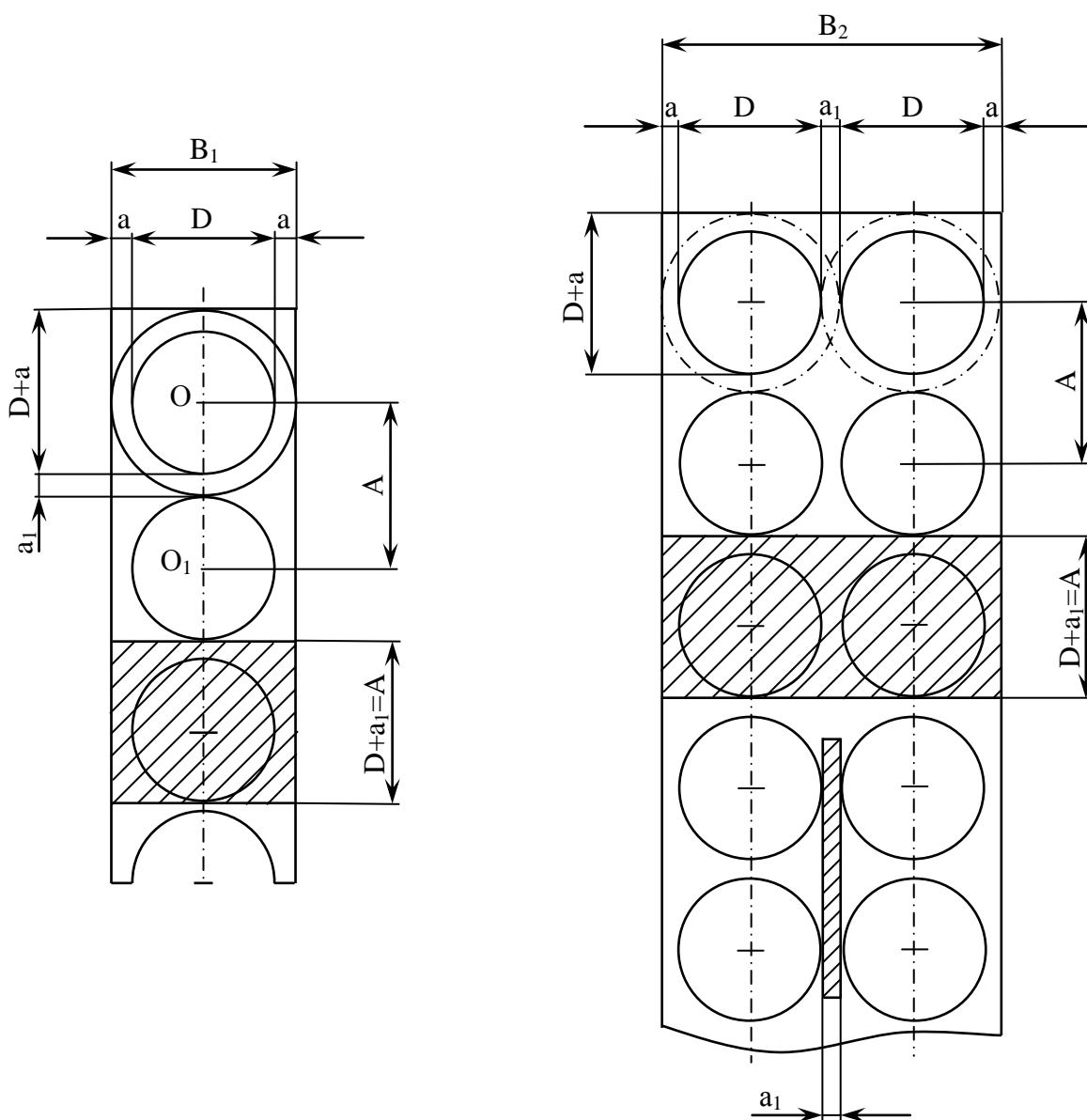


Рисунок 1 – Вирубування круглих деталей при паралельному розміщенні.

Вирубування круглих деталей можна проводити в один, два чи декілька рядів при паралельному і шахматному розміщенні. Коефіцієнт використання

матеріалу при паралельному розміщенні круглих деталей на стрічці визначається за наступними залежностями:

$$\text{– при однорядному розкрої: } \eta_1 = \frac{0,785D^2}{(D + a_1)(D + 2a)} 100\%, \quad (1)$$

$$\text{– при дворядному розкрої: } \eta_2 = \frac{2 \cdot 0,785D^2}{(D + a_1)(2D + 2a + a_1)} 100\%, \quad (2)$$

$$\text{– при } n\text{-рядному розкрої: } \eta_n = \frac{n \cdot 0,785D^2}{(D + a_1)(nD + 2a + (n - 1)a_1)} 100\%. \quad (3)$$

де: D – діаметр вирубубаного круга, мм;

a – величина перемички від краю полоси, мм;

a_1 – величина перемички між вирубубаними кругами, мм;

A – поздовжній крок подачі матеріалу, рівний $D + a_1$, мм;

n – число рядів на полосі при паралельному розкрої;

B_1, B_2, \dots, B_n – ширина полоси при відповідному паралельному розкрої, мм.

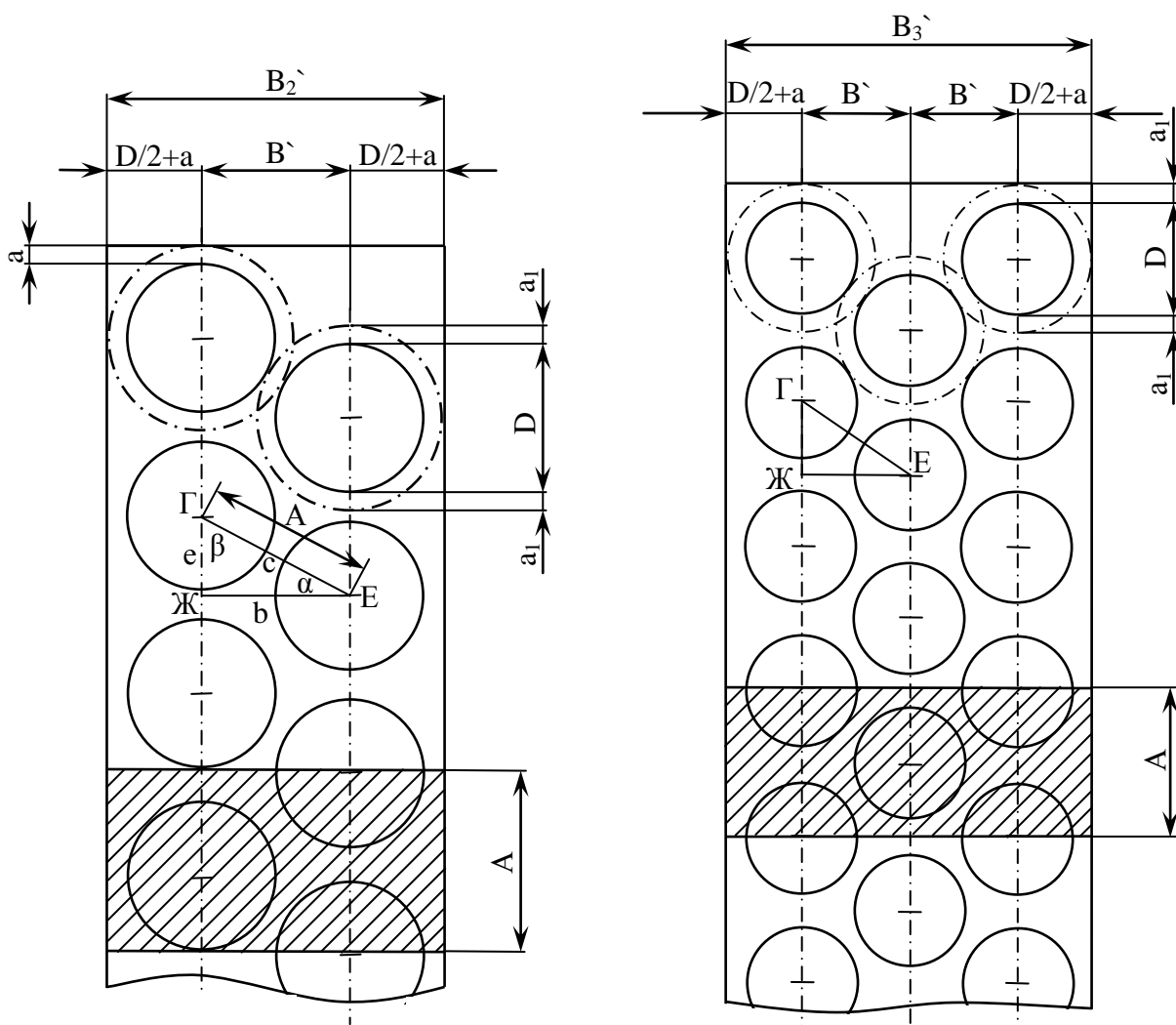


Рисунок 2 – Вирубубання круглих деталей при шахматному розміщенні.

При шахматному розміщенні круглих деталей на полосі коефіцієнти використання матеріалу визначаються за наступними залежностями:

– при дворядному шахматному розміщенні:

$$\eta'_2 = \frac{2 \cdot 0,785D^2}{(D + a_1)[(D + 2a) + (D + a_1)\cos\alpha]} 100\%, \quad (4)$$

– при трьохрядному розкрої:

$$\eta'_3 = \frac{3 \cdot 0,785D^2}{(D + a_1)[(D + 2a) + 2(D + a_1)\cos\alpha]} 100\%, \quad (5)$$

– при n -рядному розкрої:

$$\eta'_n = \frac{n \cdot 0,785D^2}{(D + a_1)[(D + 2a) + (n - 1)(D + a_1)\cos\alpha]} 100\%. \quad (6)$$

де: α – кут прямокутного трикутника, $\alpha = 30^\circ$;

A – поздовжній крок подачі матеріалу, рівний $D + a_1$, мм;

B' – поперечний крок подачі матеріалу, мм;

n' – число рядів на полосі при паралельному розкрої;

$B'_2, B'_3 \dots B'_n$ – ширина полоси при відповідному шахматному розкрої, мм.

3.2 Розкрій листа

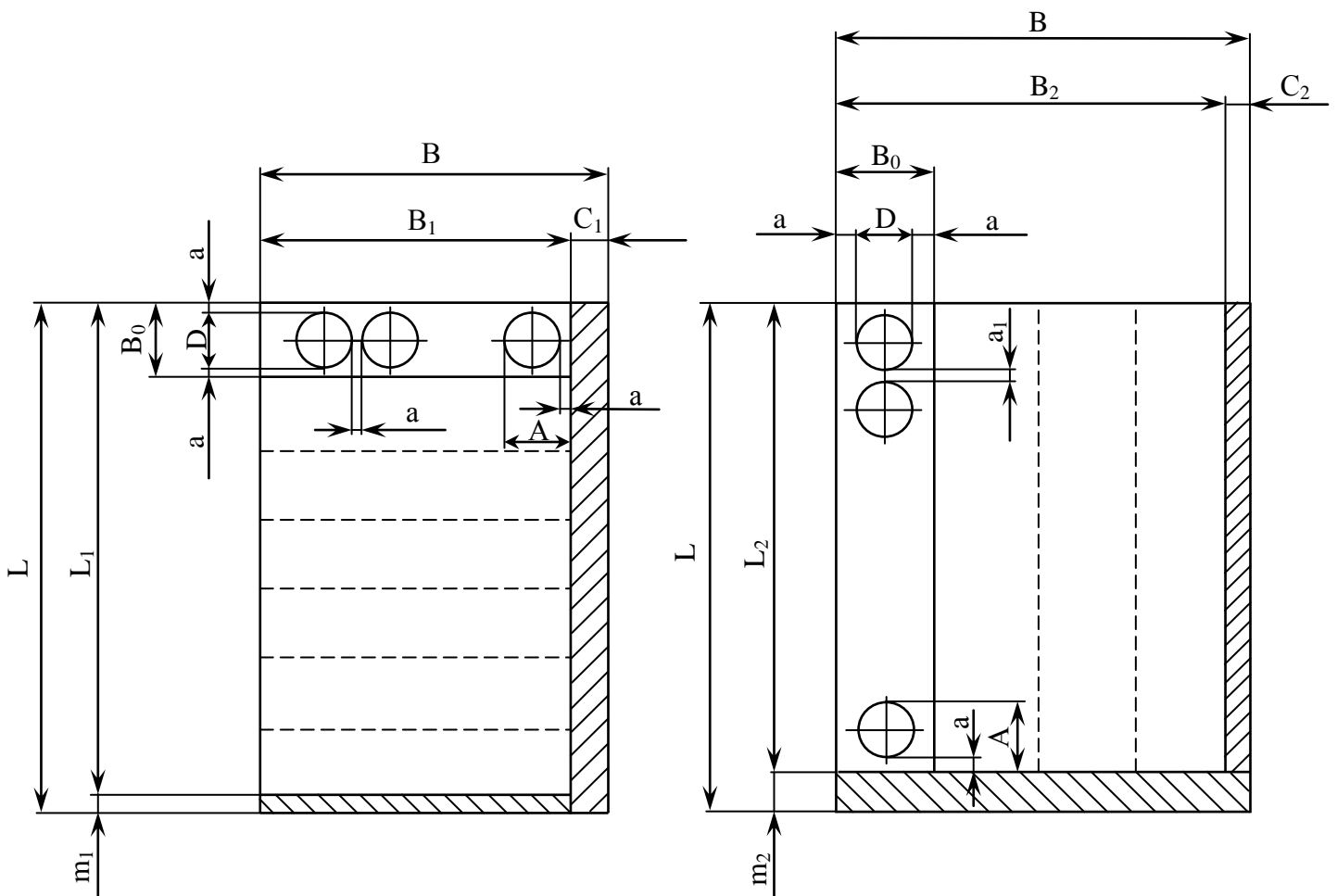


Рисунок 3 – Поперечний і поздовжній розкрій листа при вирубванні.

Враховуючи, що полоса є найбільш поширеною заготовкою при вирубванні, розрізування листа на полоси необхідно проводити таким чином, щоб від нього залишалася якомога менше відходів.

При вирубванні круглих деталей знайшов застосування поперечний і поздовжній розкрій листа.

Кількість деталей n_{∂} , отриманих з однієї полоси при поперечному розкрої:

$$n_{\partial} = \frac{B_1 - a}{A} = \frac{B - (a + c_1)}{D + a_1}. \quad (7)$$

Кількість полос, отримуваних з листа n_n :

$$n_n = \frac{L_1}{B_0} = \frac{L - m_1}{D + 2a}, \quad (8)$$

де: c_1 і m_1 – відходи при розкрої по довжині і ширині листа, мм;

a – ширина перемички по краю, мм;

A – крок подачі при вирубванні: $D + 2a$, мм;

B_0 – ширина полоси: $D + 2a$, мм;

B_1 – ширина листа без відходу c_1 , мм;

L_1 – довжина листа без відходу m_1 , мм;

B і L – повна ширина і повна довжина листа, мм.

Загальна кількість деталей N_{∂} , отриманих з листа:

$$N_{\partial} = n_{\partial} \cdot n_n = \frac{B - (a + c_1)}{D + a_1} \frac{L - m_1}{D + 2a}. \quad (9)$$

Коефіцієнт використання матеріалу при поперечному розкрої:

$$\eta = \frac{B - (a + c_1)}{D + a_1} \frac{L - m_1}{D + 2a} \frac{0,785D^2}{BL} 100\%. \quad (10)$$

Аналогічним чином визначають η' при поздовжньому розкрої.

Кількість деталей n'_{∂} , отриманих з полоси:

$$n'_{\partial} = \frac{L_2 - a}{A} = \frac{L - (a + m_2)}{D + a_1}. \quad (11)$$

Кількість полос, отриманих з листа n'_n :

$$n'_n = \frac{B_2}{B_0} = \frac{B - c_2}{D + 2a}. \quad (12)$$

Загальна кількість деталей N'_{∂} , отриманих з листа:

$$N'_{\partial} = n'_{\partial} \cdot n'_n = \frac{L - (a + m_2)}{D + a_1} \frac{B - c_2}{D + 2a}, \quad (13)$$

де c_2 і m_2 – відходи при розкрої по ширині і довжині листа, мм.

Коефіцієнт використання матеріалу при поздовжньому розкрої:

$$\eta' = \frac{L - (a + m_2)}{D + a_1} \frac{B - c_2}{D + 2a} \frac{0,785D^2}{BL} 100\%. \quad (14)$$

4. Хід роботи

4.1. Ознайомитися з теоретичними відомостями по даній лабораторній роботі.

4.2. Отримати індивідуальне завдання для розрахунку коефіцієнтів використання матеріалу для різних схем розкрою (діаметр вирубуваної деталі D , конструктивні параметри листа: товщину S , довжину L і ширину B , а також вид прокату).

Завдання вибирається із додатку Б згідно з порядковим номером студента у списку контингенту академічної групи.

4.3. Вибрати марку сталі для листового прокату, що служитиме заготовкою для вирубування даної деталі, та записати його позначення згідно ГОСТ 16523-70, враховуючи дані вибрані в п. 4.2.

4.4. Розробити схеми розкрою листового прокату для 1-, 2-, 3, 4- рядного розкрою при паралельному та шахматному розміщенні деталей.

4.5. Згідно розроблених схем (п. 4.3) обчислити коефіцієнти використання матеріалу для:

- одно-, дво-, трьох- і чотирьохрядного розкрою листового прокату при паралельному розміщенні деталей (формули 1, 2, 3);

- дво-, трьох- і чотирьохрядного розкрою листового прокату при шахматному розміщенні деталей (формули 4, 5, 6).

4.6. Дані розрахунків занести в таблицю 1.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів використання матеріалу для різних схем розкрою.

№ п/п	Кількість рядів деталей розкрої, n	Коефіцієнтів використання матеріалу, %				
		При паралельному розміщенні деталей, η		При шахматному розміщ. Деталей, η'		Різниця $\eta - \eta'$
1.	1	$\eta_1 =$	—	—	—	—
2.	2	$\eta_2 =$	$\eta_1 - \eta_2 =$	$\eta'_2 =$	—	$\eta_2 - \eta'_2 =$
3.	3	$\eta_3 =$	$\eta_2 - \eta_3 =$	$\eta'_3 =$	$\eta'_2 - \eta'_3 =$	$\eta_3 - \eta'_3 =$
4.	4	$\eta_4 =$	$\eta_3 - \eta_4 =$	$\eta'_4 =$	$\eta'_3 - \eta'_4 =$	$\eta_2 - \eta'_2 =$

4.7. На основі отриманих розрахунків (п. 4.5 і табл. 1) побудувати два графіки (рис. 4):

- Графік I – залежність коефіцієнта використання матеріалу η від

кількості рядів n деталей при паралельному розміщенні деталей;

- Графік II – залежність коефіцієнта використання матеріалу η від кількості рядів n деталей при шахматному розміщенні деталей.

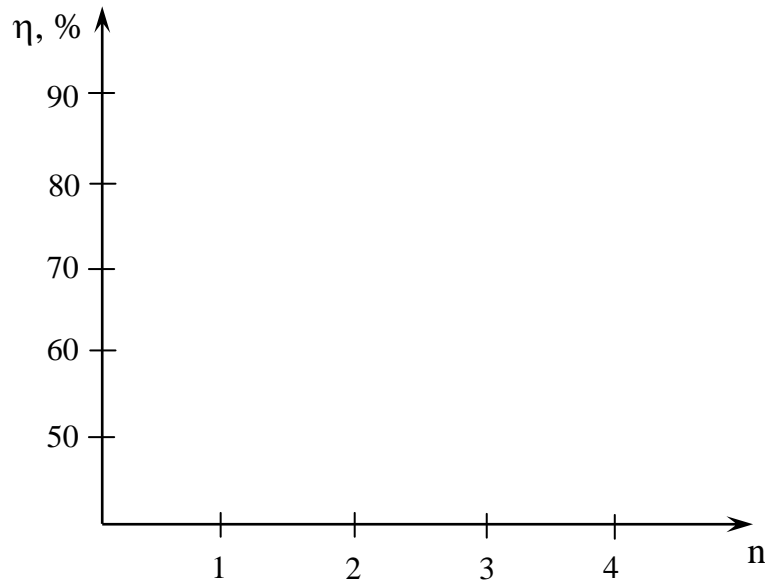


Рисунок 4 – Графіки залежності коефіцієнта використання матеріалу від кількості рядів деталей при паралельному і шахматному розміщенні круглих деталей.

4.8. На основі розрахунків, даних таблиць і графіків зробити порівняльний аналіз – як змінюється коефіцієнт використання матеріалу із збільшенням рядів при розкрій листового прокату, а також при шахматному розміщенні круглих деталей у порівнянні з паралельним. При аналізі вказати межі (%) в яких відбувається зміна коефіцієнта використання матеріалу для різної кількості рядів деталей, при розкрій листового прокату, обох схем розміщення деталей.

4.9. На основі аналізу, вибрати найбільш раціональну схему розміщення деталей при розкрій листового прокату.

4.10. Розробити схему розкрою листа при вирубуванні круглих деталей.

4.11. Визначити загальну кількість деталей N'_o , отриманих з листа при його поперечному та поздовжньому розкрій (формули 9, 13).

4.12. Використовуючи формули 10 і 14 встановити найекономічніший розкрій листа.

10. В кінці лабораторної роботи зробити загальний висновок про найбільш раціональну схему розкрою листа для вирубування круглих деталей з точки зору використання матеріалу.

5 Структура звіту.

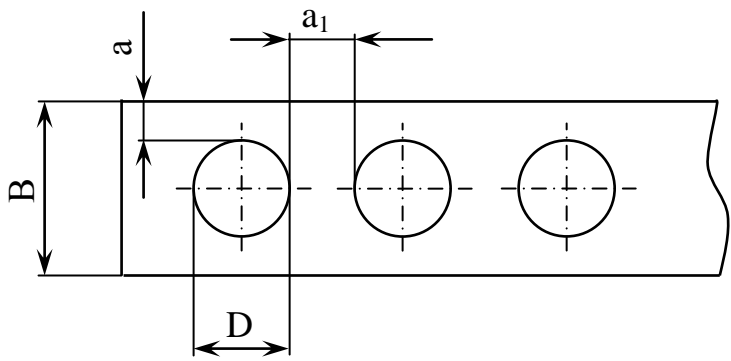
1. Номер і назва лабораторної роботи.
2. Короткі теоретичні відомості.
3. Вибір заготовки.
4. Схеми розкрою листового прокату для 1-, 2-, 3, 4- рядного розкрою при паралельному та шахматному розміщенні деталей.
5. Розрахунок коефіцієнтів використання матеріалу для різних схем розкрою листового матеріалу.
6. Таблиця з результатами обчислень.
7. Графіки залежності коефіцієнта використання матеріалу від кількості рядів деталей при паралельному і шахматному розміщенні круглих деталей.
8. Порівняльний аналіз зміни коефіцієнту використання матеріалу із збільшенням рядів при розкрої листового прокату, а також при шахматному розміщенні круглих деталей у порівнянні з паралельним.
9. Схема розкрою листа.
10. Загальний висновок.
11. Список літератури.

6 Перелік літературних джерел.

1. Зубцов Н.Е. Листовая штамповка. Изд. 2-е, перераб. и доп.- Л.: Машиностроение, 1967.- 504с.
2. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки. – М.: Машиностроение, 1989. –304 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х т. Т.1.- 6-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1982. –736 с.

Додаток А

Величини перемичок a і a_1 , рекомендованих при розкрій листового матеріалу для деталей круглої форми.

Товщина матеріалу S , мм								
	Розмір деталі D , мм							
	До 50		Більше 50 до 100		Більше 100 до 200		Більше 200 до 300	
	a_1	a	a_1	a	a_1	a	a_1	a
До 0,2	1,5	2,0	1,7	2,2	2,0	2,5	2,2	2,8
Більше 0,2 до 0,5	1,2	1,5	1,4	1,7	1,6	1,9	1,8	2,2
« 0,5 « 1,0	0,8	1,2	1,0	1,4	1,2	1,6	1,4	1,8
« 1,0 « 1,5	1,1	1,5	1,3	1,7	1,5	1,9	1,7	2,1
« 1,5 « 2,0	1,5	1,9	1,7	2,1	1,9	2,3	2,1	2,5
« 2,0 « 2,5	1,8	2,3	2,0	2,5	2,2	2,7	2,4	2,9
« 2,5 « 3,0	2,1	2,6	2,3	2,8	2,5	3,0	2,7	3,2
« 3,0 « 3,5	2,5	3,0	2,7	3,2	2,9	3,4	3,1	3,6
« 3,5 « 4,0	2,6	3,3	3,0	3,5	3,2	3,7	3,4	3,9
« 4,0 « 5,0	3,1	3,6	3,3	3,8	3,5	4,0	3,7	4,2
« 5,0 « 6,0	3,5	4,2	3,9	4,5	4,2	4,8	4,5	5,0
« 6,0 « 7,0	3,6	4,5	4,0	5,0	4,5	5,5	4,8	5,5
« 7,0 « 8,0	4,2	5,0	4,5	5,5	4,8	5,8	5,0	6,0
« 8,0 « 9,0	4,5	5,5	5,0	6,0	5,2	6,3	5,5	6,5
« 9,0 « 10,0	5,0	6,0	6,0	7,0	6,5	7,5	7,0	8,0

Додаток Б

Індивідуальні завдання для виконання
Лабораторної роботи № 2 на тему:
“Дослідження залежності коефіцієнта використання
матеріалу від схеми розкрою листового прокату”

№ п/п	Діаметр деталі D, мм	Розміри листа			Примітка
		Товщина S, мм	Довжина L, мм	Ширина B, мм	
1.	12	0,5	1000	500	Листова Холоднокатана сталь ГОСТ 19904-74
2.	13	0,55	1100		
3.	14	0,6	1200		
4.	15	0,65	1300		
5.	16	0,7	1400		
6.	17	0,75	1500	700	Листова Гарячекатана сталь ГОСТ 19903-74
7.	18	0,8	1600		
8.	19	0,9	1700		
9.	20	1,0	1800		
10.	21	1,2	1900		
11.	22	1,3	2000	800	
12.	23	1,4	2100		
13.	24	1,5	2200		
14.	25	1,6	2300		
15.	26	1,7	2400		
16.	27	1,8	2500	900	
17.	28	2,0	2600		
18.	29	2,2	2700		
19.	30	2,5	2800		
20.	31	2,8	2900		
21.	32	3,0	3000	1000	Листова Холоднокатана сталь ГОСТ 19904-74
22.	33	3,2	3100		
23.	34	3,5	3200		
24.	35	3,8	3300		
25.	36	3,9	3400		
26.	37	4,0	3500	1250	
27.	38	4,5	3600		
28.	39	4,8	3700		
29.	40	5,0	3800		
30.	41	5,5	3900		
31.	42	6,0	4000	1500	Листова Гарячекатана сталь ГОСТ 19903-74
32.	43	7,0	4100		
33.	44	8,0	4200		
34.	45	9,0	4300		
35.	46	10,0	4400		

Зміст

1. МЕТА РОБОТИ.....	3
2. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.....	4
3. РОЗКРІЙ ЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ШТАМПУВАННІ ЧИ ВИРУБУВАННІ	5
3.1 Розкрій листового матеріалу при вирубуванні круглих деталей	5
3.2 Розкрій листа.....	7
4. ХІД РОБОТИ.....	9
5 СТРУКТУРА ЗВІТУ.	11
6 ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.	12
ДОДАТОК А.....	13
ДОДАТОК Б.....	14
ЗМІСТ.....	15