

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 2

«Розробка оптимального варіанту розкрою вхідної заготовки» з
дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» для студентів
освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» усіх
форм навчання

2018

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 2
«Розробка оптимального варіанту розкрою вхідної заготовки» з
дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» для студентів
освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» усіх
форм навчання / Укл.: А.О. Шумілов, О. Є. Капустян – Запоріжжя:
ЗНТУ, 2018. - 10 с.

Укладачі: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент

О.Є. Капустян, ст. викладач;

Рецензент: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є.Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 6

від 31.01.2018

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 6

від 13.02.2018

1 МЕТА РОБОТИ

Розробка оптимального варіанту розкрою вхідної заготовки на деталі для виробництва зварних конструкцій з застосуванням засобу лінійного програмування (симплекс-метод) для мінімізації відходів з розрахунками на персональному комп'ютері.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Перш ніж приступити до безпосереднього виконання будь-яких робочих операцій, що змінюють форму і обриси вихідного матеріалу, в більшості випадків необхідно цей матеріал розкрити. Основною метою цієї операції є забезпечення точних, відповідно до креслень, розмірів вирізаних з металу деталей.

При раціональному виконанні розмітки досягають економічного розкрою металу наступними заходами.

1. Максимальна можлива щільність розміщення розмітки деталей на кожному підлягає розкрою шматку металу. При цьому не використовуються відходи не повинні перевищувати практичних норм, прийнятих в практиці проектування.

Середня кількість відходів прокату рот, (в % від ваги) при виготовленні деталей зварних виробів зазначено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Середня кількість відходів прокату при виготовленні деталей зварних виробів

Деталь	$P_{від}, \%$
Листовий метал	4–8
Широкозмуговий, смуговий і кутовий метал	4–6
Труби, круглий і квадратний метал	2–4
Швелери, тавровий і двотавровий метал	3–5
Інші види прокату	2–3

Зазначені відходи можуть бути знижені за допомогою конструктивних і технологічних заходів, в першу чергу шляхом раціонального розкрою металу.

2. Найменша можлива протяжність різів. При цьому слід

2.2 Формулювання задачі розробки оптимального варіанту розкрою вхідної лінійної заготовки на деталі наступним чином

З вхідних заготовок довжиною L вимагається нарізати деталі довжиною L_i у кількості N_i , при цьому необхідно мати деталі різноманітних довжин, тобто $i = 1, 2, 3, \dots, m$. Для кожної заготовки довжиною L можна використати кілька різноманітних варіантів розкрою. При цьому при j -м варіанті розкрою з однієї заготовки отримується A_{ij} деталей i -го виду ($j = 1, 2, 3, \dots, n$; $i = 1, 2, 3, \dots, m$) при величині відходів від однієї заготовки B_j . Вимагається знайти кількість заготовок, що розкроюються згідно j -го засобу, щоб нарізати задану кількість N_i деталей кожного розміру при забезпеченні мінімальних відходів так, щоб сумарні відходи при реалізації можливих варіантів розкрою вхідних заготовок були мінімальні:

$$Z = \sum_{j=1}^n B_j x_j \rightarrow \min, \quad (2.3)$$

при таких обмеженнях:

$$\sum_{j=1}^n A_{ij} x_j = N_i (i = 1, 2, 3, \dots, m), \quad (2.4)$$

$$x_j > 0 (j = 1, 2, 3, \dots, n). \quad (2.5)$$

Рівняння (2.4) показує, що належна бути виготовлена необхідна кількість деталей i -го розміру внаслідок розкрою вхідних заготовок всіма обраними j -способами. Таких рівнянь буде стільки, скільки розмірів деталей – m [2].

Вирішувати потрібну задачу можна шляхом заповнення симплекс-таблиць. Однак у тому разі, коли $m \geq 4$ розв'язання задачі оптимізації найбільш раціонально здійснювати з застосуванням комп'ютерів.

2.3 Зразок розв'язання задачі оптимального розкрою на комп'ютері

З вхідних заготовок $L = 8500$ мм необхідно нарізати деталі 4-х розмірів у заданих кількостях:

$L_1 = 850$ мм у кількості $N_1 = 830$ шт;

$L_2 = 2050$ мм у кількості $N_2 = 620$ шт;

$L_3 = 3100$ мм у кількості $N_3 = 240$ шт;

$L_4 = 4400$ мм у кількості $N_4 = 400$ шт.

Потребується знайти, яку кількість вхідних заготовок необхідно розрізати по кожному з можливих варіантів розкрою для отримання заданої номенклатури деталей при мінімальних відходах.

Для розв'язання задачі вибираємо можливі варіанти розкрою по кожному розміру. Для наведеного зразка результати 20 варіантів розкрою вхідної заготовки зведені до табл. 2.2.

По даним, приведеним в табл. 2.2 необхідно знайти кількість заготовок X_j , що розкроюються по j -му способу ($j = 1, 2, 3, \dots, 20$), щоб забезпечити потрібну номенклатуру деталей на замовлення при мінімальних відходах, тобто знайти мінімум цільової функції Z .

При розрахунку на комп'ютері з застосуванням програми TRP2, отримані наступні результати: $X_3 = 83$, $X_5 = 280$, $X_{17} = 120$, $X_{19} = 60$ при значенні $Z = 135000$ мм, при відносній величині відходів $P = 2,62\%$, що дає можливість зробити висновок, що розроблений оптимальний варіант розкрою, т.я. величина відходів менше нормативної ($P < 5\%$).

Таблиця 2.2 - Дані варіантів розкрою заготовки $L = 8500$ мм

№ варіанту, J	Кількість деталей A_{ij} , шт.				Сума L_1 , мм	Відходи B_j , мм
	Деталь 1	Деталь 2	Деталь 3	Деталь 4		
1	0	4	0	0	8200	300
2	0	0	0	1	4400	4100
3	10	0	0	0	8500	0
4	0	0	2	0	6200	2300
5	0	2	0	1	8500	0
6	2	3	0	0	7850	650
7	5	2	0	0	8350	150
8	7	1	0	0	8000	500
9	0	2	1	0	7200	1300
10	4	0	0	1	7800	700
11	1	1	0	1	7300	1200
12	6	0	1	0	8200	300
13	5	0	1	0	7350	1150
14	2	1	0	1	8150	350
15	3	1	1	0	7700	800
16	1	2	1	0	8050	450
17	0	0	1	1	7500	1000
18	1	8	1	1	8350	150
19	0	1	2	0	8250	250
20	2	0	2	0	7900	600

На замовлення, шт. $N_1 = 830$; $N_2 = 620$; $N_3 = 240$; $N_4 = 400$.

Розрахунки підтвердили, що виготовлена потрібна номенклатура деталей.

З КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Яка мета оптимізації розкрою вхідних заготовок на деталі для зварних конструкцій?

2. Які необхідні вхідні дані для розрахунку відносної величини відходів при розкрою металу, %?
3. Методика складання матриці обмежень (А М).
4. Як математично вирішується задача оптимізації (знаходження максимуму чи мінімуму) цільової функції?
5. Як розробляється таблиця варіантів розкрою?
6. Суттєвість симплекс-методу розв'язання задач оптимізації.
7. Шляхи зниження величини відходів при розкрої металу.

4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Під час виконання лабораторної роботи треба дотримуватися вимог Техніки безпеки, Правил протипожежної безпеки та Правил користування комп'ютерним класом, інструктаж з яких проводиться на початку семестру відповідальним працівником комп'ютерного класу, в якому заплановано проведення занять.

При виконанні лабораторних робіт слід виконувати всі вимоги викладача та відповідального працівника комп'ютерного класу, звертатися до них у разі виникнення будь-яких незрозуміlostей під час роботи.

Слід пам'ятати: у випадку, якщо користувач покидає своє робоче місце без виходу зі свого робочого режиму, або переказує свій пароль іншим особам, можливі наступні негативні наслідки:

- несанкціоновані вилучення або оновлення файлів користувача, зміна його пароля;
 - використання доступних користувачеві ресурсів не за призначенням;
 - виконання дій у мережі, що караються, під ім'ям користувача.
- Тому необхідно періодично міняти свій пароль і стежити за зберіганням його у секреті.

5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Ознайомитись з основами лінійного програмування і симплекс-методом розв'язання задач лінійного програмування.

Згідно з індивідуальним завданням (табл. 5.1) провести аналіз можливих варіантів розкрою вхідної лінійної заготовки довжиною L на деталі довжинами L_1, L_2, L_3, L_4 . Скласти таблицю варіантів розкрою.

Таблиця 5.1 – Варіанти завдань до лабораторної роботи

№ В	L , мм	Деталь 1		Деталь 2		Деталь 3		Деталь 4	
		L_1 , мм	N_1 , шт	L_2 , мм	N_2 , шт	L_3 , мм	N_3 , шт	L_4 , мм	N_4 , шт
1	8000	1450	1250	450	2350	940	1100	1200	800
2	8400	1150	2000	1000	2100	1050	880	800	1000
3	8600	980	1150	1080	1340	750	1000	850	2340
4	9200	1250	1200	980	1680	650	2000	1250	550
5	10000	900	2900	1050	890	600	3400	1200	890
6	9000	1600	1200	750	3200	520	2200	1200	1140
7	7800	800	1560	980	1160	1100	1320	890	1450
8	9600	1250	850	1100	1320	850	2000	730	1320
9	8000	870	1430	950	875	525	988	650	2250
10	12000	900	2300	1100	2100	1050	970	850	2150
11	8500	1250	1320	840	1430	1100	2100	420	3200
12	6200	425	2500	650	2200	550	1050	400	2540

Зразок розробки та складання таблиці розкрою і вхідних даних для вводу у комп'ютер наведений у п. 2.5.

За отриманими даними записати цільову функцію:

$$Z = \sum_{j=1}^n B_j x_j (j = 1, 2, 3, \dots, n). \quad (2.6)$$

Скласти чотири рівності, що враховують обмеження по кількості необхідних деталей N_i :

$$\sum_{j=1}^n A_{ij} = N_i (i = 1, 2, 3, 4) \quad (2.7)$$

Ввімкнути комп'ютер та запустити програму *TPP1*. Зробити аналіз програми та засвоїти порядок роботи по вводу вхідних даних для розрахунку [3].

По запиту комп'ютера ввести кількість варіантів розкрою. Після цього ввести дані по формулам (5.1) та (5.2) з таблиці 5.1.

По запиту комп'ютера ввести число N , рівне числу варіантів розкрою. Обчислити відносну величину відходів, для чого по запиту ввести довжину вхідної заготовки.

Перевірити кількість виготовлених деталей кожного розміру та їх відповідність заданій номенклатури. При позитивних результатах вивести отримані дані на принтер і вивести на принтер питання. Дати відповіді на поставлені запитання.

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема та мета роботи.
2. Задача розкрою матеріалів при виробництві зварних конструкцій.
3. Вихідні дані та таблиці варіантів розкрою.
4. Результати розрахунків.
5. Аналіз результатів розрахунку.

7 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Канторович Л.В., Загаллер В.А. Рациональный раскрой промышленных материалов. - Новосибирск: Наука, 1971. - 300 с.
2. Дендерин М.Г., Сазонова И.Н. Универсальная программ решения задач линейного программирования // Машины для инженерных расчетов. – К.: 1972, вып. 7, С.18-24
3. Программа TPP2. Разработка оптимального варианта раскроя исходной заготовки / Составитель С.Л. Миличенко. - Запорожье: ЗМИ, кафедра ОТСП, 1992. - С.5-8