

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи № 16
з дисципліни “Основи теорії наплавлення” для студентів освітньої
програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і
конструкцій» для всіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 16 з дисципліни “Основи теорії наплавлення” для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» для всіх форм навчання /Укл.: О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - 10 с.

Укладач: О.Є. Капустян, ст. викладач
Рецензент: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент
Редактор: І.П. Аверченко
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 2 від 27.09.2016

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 2 від 11.10.2016

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
3 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ	5
4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	7
5 ЗМІСТ ЗВІТУ	8
6 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ	8
7 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	9
ЛІТЕРАТУРА	9

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ПРИ НАПЛАВЛЕННІ

1 МЕТА РОБОТИ

Визначити експериментально, за допомогою механічного деформометру, деформацію зони термічного впливу і розрахувати залишкові напруження. Зробити теоретичні розрахунки усадочної сили, залишкових деформацій та напружень. Порівняти їх з експериментальними значеннями.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Лабораторна робота присвячена дослідженням залишкових напружень та методу їх вимірювання. Студенти оволодівають методикою як експериментального дослідження, так і аналітичних розрахунків залишкових напружень та деформацій.

Унаслідок нагрівання та подальшого остигання металу при наплавленні у швах та зоні термічного впливу виникають спочатку деформації подовження, а потім скорочення. Залишкові деформації скорочення при остиганні виникають внаслідок усадки металу. При розрахунках сили усадки P_{yc} залишкову пластичну деформацію замінюють фіктивною усадочною силою й у подальшому визначають величину фіктивної усадочної сили

$$P_{yc} = 1,73q/V_{зв}, \quad (2.1)$$

де q - потужність зварювальної дуги, Вт;

$V_{зв}$ - швидкість зварювання, см/с.

При дуговому наплавленні ширину зони пластичної деформації $2b_{п}$ визначають з формули

$$2b_{п} = 17q/(\delta \cdot V_{зв} \cdot \sigma_{т}), \quad (2.2)$$

де δ - товщина пластини, см;

σ_T - границя текучості, МПа.

(Залежності 2.1 та 2.2 справедливі тільки для низьковуглецевих та низьколегованих сталей).

Ширину зони пружно-пластичної деформації $2b$ у першому наближенні можна прийняти рівною $4v_{II}$, звідки напруження σ_x від дії усадочної сили P_{yc} у ЗТВ підраховуємо з формули

$$\sigma_x = -\epsilon_x \cdot E + P_{yc}/2b \cdot \delta \quad (2.3)$$

де ϵ_x - відносна деформація по усій довжині пластини;

E - модуль пружності сталі, МПа;

(-) - знак визначає, що у ЗТВ формуються стискуючі напруження (у протилежність розтягуючим напруженням у наплавленому валику).

Абсолютну деформацію пластини по довжині на осі шву визначають із рівняння

$$\Delta_{\text{довж}} = (P_{yc}L) / (2b \cdot \delta \cdot E) \quad (2.4)$$

де L - довжина зварного шва, см.

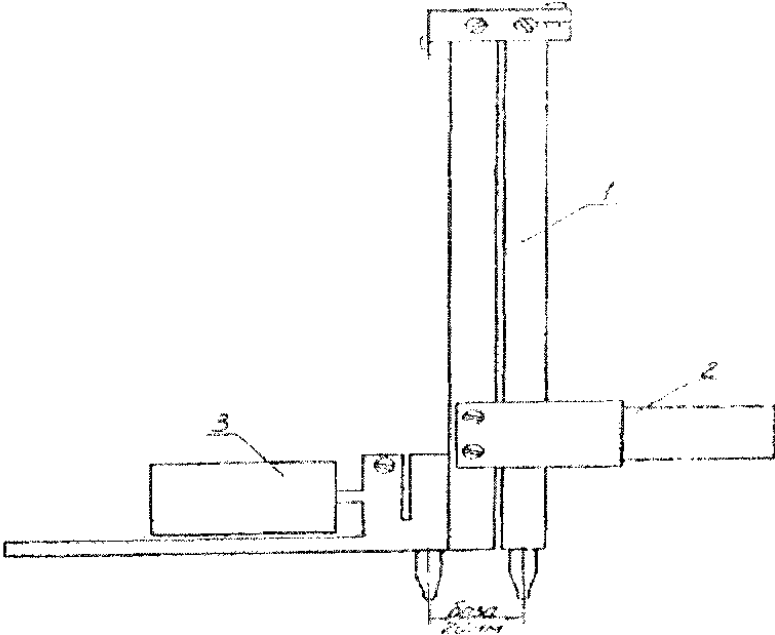
3 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

3.1 Деформометр (рис. 3.1).

3.2 Індикатор годинникового типу.

3.3 Пластина з підготовленими торцями (рис. 3.2).

3.4 Пост дугового наплавлення.



1 – тензометр; 2 – протівовіс; 3 - індикатор
Рисунок 3.1 – Механічний (деформометр) тензометр

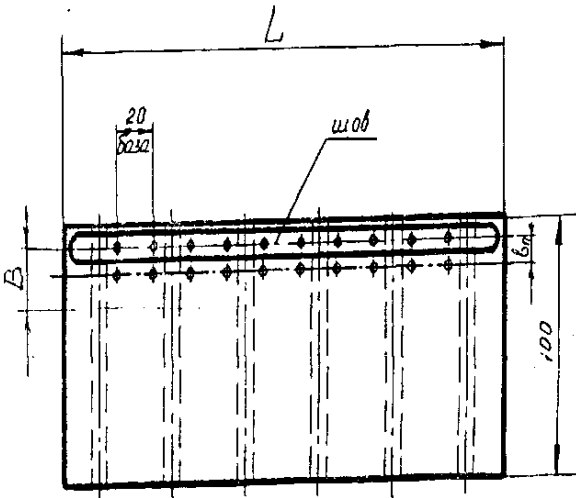


Рисунок 3.2 - Схема нанесення баз для вимірювань та наплавлення зразків.

4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

4.1. За допомогою деформометра провести вимірювання баз (не менш п'яти вимірювань на одну базу) і занести до табл. 4.1.

4.2. Провести наплавлення шву (як зображено на рис. 3.2) на трьох режимах, змінюючи швидкість наплавлення. Підрахувати погону потужність і занести до табл. 4.2.

Таблиця 4.1 - Результати вимірювань баз на зразках

№ бази	Початковий розмір бази, мм	Початковий середній розмір бази, мм	Розмір бази після зварювання мм	Середній розмір бази після зварювання мм	Абсолютна деформація бази, мм	Відносна деформація бази, мм
1	1- 2- 3- 4- 5-					
2	1- 2- 3- 4- 5-					
3	1- 2- 3- 4- 5-					

Таблиця 4.2 - Результати зварювання.

№ зразку	Струм зварювання, А	Напруга на дузі, В	Час наплавлення, с	Довжина шву, см	Швидкість зварювання, см/с	Погонна потужність, Вт/см
1						
2						
3						

4.3. Розрахувати рівень залишкових напружень та деформацій за формулами 2.3 та 2.4. Результати розрахунків занести до таблиці 4.3.

4.4 Зробити висновки.

4.5 Побудувати графік розподілу залишкових напружень по довжині пластини, порівняти.

4.6 Зробити висновки.

Таблиця 4.3 - Дослідження залишкових деформацій та напружень

№ зразку	Відносна деформація за експериментом, %	Залишкове напруження, МПа	Відносна деформація за розрахунком, %	Залишкові напруження за розрахунком, МПа

5 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Описати методику проведення роботи.
2. Таблиця з даними.
3. Графіки.
4. Аналіз результатів експерименті.
5. Висновки

6 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які напруження називаються температурними?
2. Які напруження називаються власними?
3. У чому полягає процес утворення температурних зон?
4. Які напруження називаються залишковими?
5. Які причини утворення залишкових напружень при наплавленні?
6. Механізм утворення залишкових напружень при наплавленні.
7. Які деформації виникають при наплавленні?

8. Види переміщень при наплавленні.
9. Заходи зниження переміщень і напружень при наплавленні.
10. Вплив жорсткості наплавлених конструкцій на деформації і напруження.
- 11.3 яких конструктивних елементів складається механічний деформометр?
12. Поясніть принцип роботи механічного деформометра.
13. Що таке «база вимірювань» і як її обирати?
14. Що називають зміною довжини бази?
15. Що називають відносною деформацією?
16. Як визначити знак приладу?
17. Чим визначається точність вимірювань індикаторного деформометра?
18. Поясніть призначення «контрольної пластинки» під час вимірювань.

7 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

- 7.1 До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.
- 7.2 Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.
- 7.3 У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.
- 7.4 У випадку виникнення пожежі або поразки електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності із затвердженими інструкціями з охорони праці та пожежної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Прохоренко, В.М. Напруження та деформації у зварних з'єднаннях і конструкціях [Текст]: навч. посіб./ В.М. Прохоренко, О.В.

Прохоренко. – К.: НТУУ «КП», 2009. – 268 с.

2. Касаткин, Б. С. Напряжения и деформации при сварке [Текст] : учеб. пособие для вузов / Б.С. Касаткин, В.М. Прохоренко, И.М. Чертов. – К. : Вища шк., 1987. – 246 с.

3. Трочун, И.П. Внутренние усилия и деформации при сварке [Текст] / И.П. Трочун. – М.: Госгортехиздат, 1964. – 247 с.

4. Винокуров, В. А. Сварочные деформации и напряжения [Текст] / В.А. Винокуров. – М.: Машиностроение, 1968. – 236 с.

5. Кузьминов, С.А. Сварочные деформации судовых корпусных конструкций [Текст] / С.А. Кузьминов. – Л.: Судостроение, 1974. – 286 с.

6. Винокуров, В.А. Отпуск сварных конструкций для снижения напряжений [Текст] / В.А. Винокуров. – М.: Машиностроение, 1973. – 215 с.

7. Теоретические основы сварки. Винокуров В.А., Фролов В.В., Волченко В.А. и др., под ред. В.В. Фролова – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1988. – 592 с.

8. Лесков Г.И. Электрическая сварочная дуга - М.: Машиностроение, 1970. - 334 с.

9. Багрянский К.В., Добротина З.А., Хренов К.К. Теория сварочных процессов. - К.: Высшая школа, 1976. - 423 с.

10. Петров Г.Л., Гумарев А.С. Теория сварочных процессов. - М.: Высшая школа, 1977. - 487 с.