

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичної роботи № 2

«Визначення температури попереднього підігріву деталей з вуглецевих та легованих сталей» з дисципліни «Ремонт машин» для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» всіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання практичної роботи № 2
«Визначення температури попереднього підігріву деталей з
вуглецевих та легованих сталей» з дисципліни «Ремонт машин» для
студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення
зносостійкості деталей і конструкцій» всіх форм навчання / Укл.:
Ю.М. Савонов, О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 10 с.

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

О.Є. Капустян, старш. викл.;

Рецензент: М.І. Андрущенко, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 11 від 04.06.2018

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 10 від 19.06.2018

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчення технологічних особливостей зварювання та наплавлення деталей з вуглецевих та легованих сталей. Опанування методикою розрахунку температури попереднього підігріву деталей в залежності від хімічного складу матеріалу та їх товщини.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Однією з важливих технологічних властивостей металів є їх зварюваність, тобто здатність витримувати тепловий режим при тому чи іншому наплавлювальному процесі без утворення у зварному з'єднанні ділянок металу зі зниженими пластичними властивостями, що сприяють виникненню тріщин при наплавленні або руйнуванню з'єднань при експлуатації.

Зварюваність може бути неоднакова для різних видів наплавлення: дуже цінною властивістю металу є хороша зварюваність для декількох видів наплавлення, наприклад, для дугового, газового та контактного. До таких металів належать маловуглецева сталь, технічно чистий алюміній та інші. Найбільш простим у виконанні і поширеним є наплавлення такими ж матеріалами, з яких виготовлена сама деталь. Для цього випадку більшість металів виявляють хорошу зварюваність. Але й тут часто зварюваність буває знижена і зварне з'єднання не може бути визнане задовільним; інколи наплавлення настільки утруднене, що його застосування стає недоцільним або можливе лише при застосуванні особливих складних прийомів (високолеговані сталі; сталі, що загартовуються; більшість чавунів; тверді сплави та ін.).

Більш складним випадком є наплавлення матеріалами, неоднаковими по своїй природі та властивостям з матеріалом деталі. Причинами, що утруднюють наплавлення можуть бути утворення кристалізаційних та холодних тріщин, виникнення зон високої крихкості, явища загартування, залишкові напруження та ін. У таких випадках у технологічному процесі повинні бути передбачені заходи,

що попереджують небезпеку крихких руйнувань:

а) застосування основного матеріалу деталі та електродного з регламентованим складом і властивостями;

б) застосування методів наплавлення, що забезпечують високі механічні властивості наплавленого металу (наплавлення у захисних газах, під флюсом та ін.);

в) застосування термічної обробки, що забезпечує задані механічні властивості наплавленого металу та знижує залишкові напруження від наплавлення.

Висока якість наплавленого металу залежить, у першу чергу, від хімічного складу основного та присадного матеріалу(вміст вуглецю та інших хімічних елементів), узагальнений вплив якого на схильність до утворення тріщин встановлюється за допомогою еквівалентного вмісту вуглецю C_e , що визначається за різними емпіричними формулами. Для визначення якості наплавленого металу застосовується, наприклад, наступна формула :

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu}{13} \quad (2.1)$$

Для розрахунків за приведеною формулою замість відповідного символу елемента підставляється його відсотковий вміст у даній марці сталі. Застосовуються і інші формули схожого типу, що відрізняються значеннями коефіцієнтів.

Відновлені або зміцнені за допомогою наплавлення деталі мають хорошу лінію сплавлення основного та наплавленого металів при значеннях $C_e \leq 0,25$, задовільну при $0,25 \leq C_e \leq 0,45$. У тих випадках, коли еквівалентний вміст вуглецю C_e перевищує 0,45, наплавлення таких матеріалів слід проводити з попереднім підігрівом та (або) спеціальними прийомами і матеріалами, що розроблені тільки для даної марки сталі.

Температуру попереднього підігріву деталі, що наплавляють визначають за формулою:

$$T_{\Pi} = 350 \cdot \sqrt{C_e - 0,25}, \quad (2.2)$$

де C_e - еквівалентний вміст вуглецю, %.

Проте слід пам'ятати, що формула (2.2) не враховує товщину деталі, що наплавляють, тому вводиться поправка N до еквівалента вуглецю, яка враховує товщину металу і дорівнює:

$$N = 0,005 \cdot \delta \cdot C_e \quad (2.3)$$

де δ - товщина деталі, що наплавляють, мм;

0,005 - коефіцієнт товщини, визначений дослідним шляхом.

Тоді повний еквівалентний вміст вуглецю $C_{п.е.}$ буде визначатися за формулою:

$$C_{п.е.} = C_e + N = C_e(1 + 0,005 \cdot \delta) \quad (2.4)$$

А формула (2.2) прийме вигляд:

$$T_{п} = 350 \cdot \sqrt{C_{п.е.} - 0,25}. \quad (2.5)$$

3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Перед виконанням роботи слід ознайомитися з особливостями зварювання вуглецевих та легованих сталей, основними марками електродних матеріалів для зварювання цих сталей.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

- 4.1. Класифікація сталей по зварюваності.
- 4.2. Особливості зварювання вуглецевих та легованих сталей.
- 4.3. Вплив легуючих елементів на зварюваність сталей.
- 4.4. Як впливає товщина деталей на величину температури попереднього підігріву?

5 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

5.1. Вивчити методику розрахунку температури попереднього підігріву деталі, що наплавляють.

5.2. Провести розрахунок температури попереднього підігріву деталей, що виготовлені з різних матеріалів (за вказівкою викладача, додаток А) з урахуванням і без урахування товщини деталі.

5.3. Порівняти одержані результати з рекомендованими (Додаток В).

5.4. Зробити висновки.

5 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета і задачі роботи.
2. Теоретичні відомості.
3. Розрахунок температури попереднього підігріву деталі, що наплавляють.
4. Висновки.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Багрянский К.В., Добротина З.А., Хренов К.К. Теория сварочных процессов. – Харьков: Из-во Харьковского университета, 1968. - 443 с.

2. Сварка в машиностроении / под ред. Г.А.Николаева. - М.: Машиностроение, 1978, т.2. - С. 87-150.

3. Степанов В.А., Бабусенко С.М. Современные способы ремонта машин. - М.: Колос, 1972. - 355 с.

Додаток А

Дані для розрахунку

№	Марка сталі	Масова доля елементів, ваг. %								Товщина, мм
		C	Cr	Ni	Si	Mn	V	Cu	Mo	
1	30ХГСА	0,3	1,0	0,3	1,0	1,0	-	0,3	-	10,20
2	30ХГСН2А	0,3	1,0	1,6	1,0	1,2	-	0,3	-	15,30
3	40ХН2МА	0,4	0,8	1,4	0,2	0,7	-	0,3	0,2	15,20
4	25Х2М1Ф	0,25	2,3	0,3	0,2	0,6	0,4	0,2	1,0	25,40
5	110Х12Ф1	1,3	12	0,35	0,3	0,3	0,8	0,3	-	15,40
6	3Х3М3Ф	0,3	3,3	0,35	0,25	0,35	0,5	0,3	2,75	10,30
7	27Х2Н2МФ	0,27	2,25	1,6	0,25	0,65	0,25	-	0,9	10,25
8	40Х5МФ	0,4	5,0	0,3	0,25	0,65	0,5	-	1,4	15,25
9	60ХСМФ	0,6	1,6	0,5	1,2	0,5	0,2	-	0,5	10,40
10	08ГДНФЛ	0,1	0,3	1,3	0,25	0,8	0,1	1,0	-	20,40
11	70Х3Г2Ф	0,8	3,0	0,3	0,2	2,0	0,8	-	-	10,20
12	280Х15	2,8	15	0,3	0,2	0,3	-	-	-	15,30
13	110Г15Н3	1,1	-	3,0	0,2	15	-	-	-	15,20
14	30Х10Г10Т	0,3	10	0,5	0,3	10	-	-	-	25,40
15	250Х17ГМ	2,5	17	0,2	0,3	1,0	-	-	1,0	15,40
16	80Х20Н3Ф	0,8	20	3,0	0,3	0,2	0,9	-	-	10,30
17	55Г3ХФН	0,55	0,8	1,0	0,2	0,25	1,0	-	-	10,25
18	30ХН3М2Ф	0,28	1,4	3,2	0,4	0,35	0,15	-	0,55	30,60
19	18Х2Н4М	0,17	1,65	4,2	0,27	0,35	-	-	0,35	15,40
20	20ХГСФ	0,18	0,45	-	0,65	1,1	0,13	-	-	10,40

Додаток Б**Приклад розрахунку температури попереднього підігріву деталі, що наплавляють**

ЗАВДАННЯ: визначити, чи потрібен підігрів і до якої температури, при заварюванні крізної тріщини у деталі зі сталі 40ХН товщиною 10 мм, що має наступний хімічний склад :

$$C=0,4 \% \quad Mп=0,7 \% \quad Cr=0,6 \% \quad Ni = 1,2 \%$$

РІШЕННЯ :

1. Визначаємо еквівалент вуглецю, який зв'язаний з хімічним складом сталі :

$$C_e = 0,4 + \frac{0,7}{6} + \frac{1,2}{15} + \frac{0,6}{5} = 0,720$$

2. Знаходимо повний еквівалент вуглецю з урахуванням впливу товщини:

$$C_{п.е.} = 0,720 (1 + 0,005 \times 10) = 0,756$$

3. Підраховуємо температуру попереднього підігріву :

$$T_{п.п.} = 350 \times \sqrt{0,756 - 0,25} = 249^{\circ}C$$

Додаток В
Рекомендовані температури попереднього підігріву

Основний метал	Товщина	Сталь						
Присадний метал	металу, мм	Вуглецева <180 HB $C_{eq} < 0,3$	Низьколегована 200-300 HB $C_{eq} 0,3-0,6$	Корозійностійка 300-400 HB $C_{eq} 0,6-0,8$	Хромиста 300-500 HB 5-12% Cr	Хромиста 200-300 HB >12% Cr	Корозійностійка 200 HB 18/8 Cr/Ni	Марганцовиста 250-500 HB 14% Mn
Низьколегована сталь 200-300 HB	< 20 20-60 > 60	- - 100	100 150 180	150 200 250	150 250 300	100 200 200	- - -	- - -
Інструментальна сталь 300-450 HB	< 20 20-60 > 60	- - 125	100 125 180	180 250 300	150 250 300	100 200 250	- - -	- o o
Хромиста сталь 300-450 HB	< 20 20-60 > 60	- 100 200	150 200 250	200 275 350	200 300 375	150 200 250	- 150 200	X X X
Корозійностійка сталь 18/8, 25/12 200 HB	< 20 20-60 > 60	- - -	- 100 150	- 125 200	- 150 250	- 200 200	- - 100	- - -

Марганцовиста сталь 200 HB	< 20	-	-	-	X	X	-	-
	20-60	-	-	*100	X	X	-	-
	> 60	-	-	*100	X	X	-	-
Залізохромовуглецевий сплав карбидного типу ¹ 55 HRC	< 20	-	0-	0-	0-	0-	0-	0-
	20-60	-	100	200	*200	*200	0-	0-
	> 60	0-	200	250	*200	*200	0-	0-

1 - Метал наплавляється не більше ніж у два проходи. При цьому утворення тріщин мінімальне.

О - Необхідний попередній підігрів, якщо деталь масивна.

- Немає необхідності в попередньому підігріві або підігрів до температури не більше 100 ° С.

х - Використовується рідко або взагалі не використовується.

* - Щоб запобігти утворення тріщин, використовується буферний шар з корозійно-стійкого металу.