

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ НАПЛАВЛЕНОГО ПОКРИТТЯ ІЗ РІЗНОЮ КІЛЬКІСТЮ ВАЛИКІВ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Проведено аналіз процесів структуроутворення наплавленого покриття із різною кількістю валиків.*

**Ключові слова:** структура, температурні поля, наплавочні матеріали.

### *Abstract*

*The analysis of the processes of structure formation of the deposited coating with different number of rollers is carried out.*

**Keywords:** structure, temperature fields, surfacing materials.

### Вступ

Одним із факторів, що виникає в процесі відновлення та значно впливає на структуроутворення нанесеного покриття, є температурне поле, яке формується під дією теплової дії електричної дуги і розповсюджується по всьому об'єму матеріалу деталі [1-5]. Температури та їх перепади досягають величин, що можуть викликати фазові перетворення у металі. Під впливом нерівномірного розповсюдження тепла по об'єму деталі структура та твердість нанесеного покриття буде формуватися за різними механізмами, що детермінуються структурними перетвореннями.

### Результати дослідження

Практичне визначення температури ділянки деталі, що наближена до зони плавлення є складною, а в деяких випадках неможливо задачею. В такому випадку доцільним є моделювання температурних процесів, що супроводжують наплавлення функціональних покриттів методом кінцево-елементного аналізу з використанням спеціалізованого програмного забезпечення на ПК.

В таблиці 1 представлені результати моделювання, щодо розподілу температурного поля в процесі наплавлення різної кількості валиків на поверхню зразків. Значення температури в 1 та на графіках відповідають температурам точок, що розташовані на поверхні центрів відповідних валиків (рис. 1).

Таблиця 1 – Розподіл температур в зоні нанесення покриття

	№ валика						
	1	2	3	4	5	6	7
$T_{\max 1-1}$	101,74	-	-	-	-	-	-
$T_{\max 1-2}$	341,46	438,28	-	-	-	-	-
$T_{\max 1-3}$	388,89	438,28	514,85	-	-	-	-
$T_{\max 1-4}$	436,07	450,83	514,86	575,48	-	-	-
$T_{\max 1-5}$	478,2	487,85	514,86	575,48	626,37	-	-
$T_{\max 1-6}$	515,76	522,9	532,49	575,48	626,37	671,92	-
$T_{\max 1-7}$	549,33	555	562,22	575,48	626,37	671,92	708,93

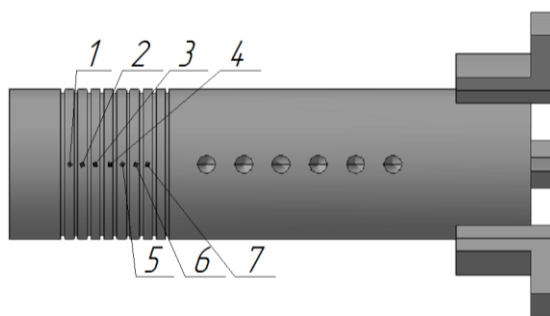


Рисунок 1 – Порядок накладання (наплавлення) валиків

Як показують результати моделювання (рис. 2), максимальна температура, що досягається на попередньо сформованих валиках під час наплавлення не перевищує 672 °С. Швидкість охолодження при цьому коливається в межах 2...5 °С/сек.

Із результатів моделювання (рис. 2) видно, що максимальні значення температури є різними для кожного валика, причому різниця між значеннями для сусідніх валиків може коливатися в межах від 5 до 60 °С.

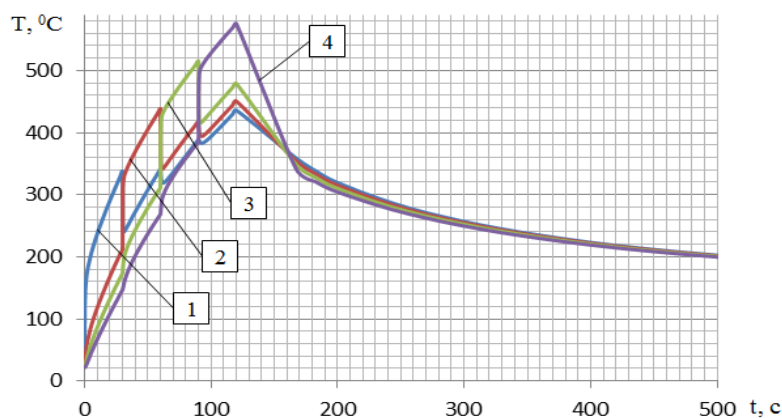


Рисунок 2 - Розподіл температур в зоні нанесення покриття (наплавлення чотирьох валиків). 1 – зона наплавлення 1-го валка; 2 – зона наплавлення 2-го валка; 3 – зона наплавлення 3-го валка; 4 – зона наплавлення 4-го валка

Нанесення функціональних покриттів та дослідження їх структуроутворення проводилося шляхом електродугового наплавлення в середовищі захисних газів на зразки виготовлені із прокату у стані поставки сталі Ст.3 та сталі 40Х. Структури основного металу, що не потрапили до зони термічного впливу (перекристалізації) мають феритно-перлітну структуру.

Внаслідок досягнення різних температур на сформованих валках під час наплавлення їх певної кількості та відповідною зміною швидкості їх охолодження відбувається формування покриття із різними структурами та її варіаціями вздовж покриття для окремих випадків.

Покриття, що формується при напавленні одного валика найбільше відповідає характеристикам зварного шва. Мікроструктура такого покриття відповідає мікроструктурі залишкового аустеніту на мартенситній основі, що є результатом порівняно швидкого його охолодження.

Якщо при формуванні покриття нанести декілька валків (2-5), то середня температура деталі підвищується із більшою швидкістю. При цьому внаслідок накопичення значної кількості теплоти в матеріалі деталі зменшується швидкість охолодження покриття. Ми отримуємо покриття із мікроструктурою, аналогічною мікроструктурі сталі після термічної операції відпуск. В даному випадку прослідковується мікроструктура трооститу відпуску.

При нанесенні значної кількості валків середня температура зразка швидко збільшується і є відносно високою, а в зоні нанесення покриття температура сягає близько 710<sup>0</sup>С (табл. 1. – для 7 зразка).

Звичайно, через 3-х кулачковий патрон у верстат завдяки поверхневому теплообміну із зразка відходить тепло, але швидкість охолодження всеодно є низькою. Тому після повної кристалізації нанесеного покриття утворюється мікроструктура, що складається з рівномірно розташованих зерен фериту і перліту.

Мікроаналіз показав, що в перехідній зоні відсутні характерні для зварювальних процесів дефекти, а саме пори, тріщини, непровар, і т.д. При нанесенні покриття наплавлений метал рівномірно перемішується з основним металом. Тому використовувати наплавлення дротом Нп-30ХГСА у середовищі захисних газів для утворення якісного покриття є доцільним. Для сталі 3 і 40Х мікроструктури основи і перехідної зони відрізняються. Це зумовлено різним хімічним складом цих сталей. Якщо розглядати нанесене покриття біля перехідної зони, а саме на відстані  $\approx 1$  мм, то можна побачити вплив матеріалу основи на структуру металу в перехідній зоні. Відповідно, менша кількість вуглецю в сталі Ст. 3 спричиняє утворення більшої кількості феритних зерен, ніж при наплавленні на сталь 40Х.

При розгляді мікроструктури нанесеного покриття, розташованого на відстані більш ніж 1,5 мм, то вони співпадають і відповідають мікроструктурі нанесеного покриття електродним дротом Нп-30ХГСА незалежно від матеріалу основи. Причому, чим більша відстань від перехідної зони – тим більша схожість.

### Висновки

1. Проведене дослідження показало, що кількість валків, що наносяться на деталь при формуванні покриття шляхом наплавлення, значно впливає на розподіл температур в деталі, мікро-, макроструктуру.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Махненко В.И. Тепловые процессы при механизированной наплавке деталей типа круговых цилиндров / В.И. Махненко, Т.Г. Кравцов. — Киев: Наукова думка, 1976. — 160 с.
2. Касаткин В.С. Напряжения и деформации при сварке. / В.С. Касаткин, В.М. Прохоренко, И.М. Чертов. — К.: Вища шк. — Гловное изд-во. — 1987. — 246 с.
3. Шаблій О.М. Математичне моделювання виникнення залишкових напружень, деформацій та переміщень при індукційному наплавленні тонких сталевих дисків / О.М. Шаблій, М.С. Михайлишин, В.М. Михайлишин, Ч.В. Пулька // Вісник Тернопол. держ. техн. ун-ту ім. Івана Пулюя. — 1998. — №3 (4) — С. 5—12.
4. Сварные строительные конструкции: В 3т. [ Под ред. Лобанова Л.М. ]. — Киев: Наук. думка, 1993.— Т. 1. Основы проектирования конструкций . — 1993. — 416 с.
5. Сварка в машиностроении: справочник. В 4-х т. [ Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др. ] — М.: Машиностроение, 1979. — Т. 3. Под ред. В.А. Винокурова. — 1979. — 567 с.

*Шенфельд Валерій Йосипович* – канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: leravntu@gmail.com

*Shenfeld Valery Y.* – candidate. Sc. , assistant professor of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: leravntu@gmail.com