

Література:

1. 5 речей з алюмінію, без яких ми не можемо уявити своє життя – VTORMA UA. Режим доступу: <https://vtorma.ua/ua/alyuminiyevi-virobi-v-povsyakdenному-zhitti-lyudini/> (дата звернення 29.01.2024).
2. LZ 127 «Граф Цеппелін» – Вікіпедія. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/LZ_127_%C2%AB%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84_%D0%A6%D0%B5%D0%BF%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BD%C2%BB (дата звернення 29.01.2024).
3. Цікаві факти про Емпайр Стейт Білдінг – Про цікаве. Режим доступу: <https://pro-cikave.com.ua/empajr-stejt-bilding/> (дата звернення 29.01.2024).

Дьяченко Ю.Г., Федоров М.М.

(ДДМА, м. Краматорськ – Тернопіль)

**ВПЛИВ ТЕРМОЦИКЛІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ
НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ ПІСЛЯ ДИФУЗІЙНОЇ МЕТАЛІЗАЦІЇ**

Email: dyachenko.yuriy.1978@gmail.com; nikolay.fedorov@gmail.com

Відомо, що вироби, піддані дифузійному насиченню алюмінієм (алітування), працюють в умовах постійних нагрівів і охолоджень. Через це, для них дуже важливою особливістю є стійкість проти тріщин, які можуть призвести до руйнування поверхневих шарів і зменшення, внаслідок цього, терміну експлуатації алітованих виробів.

Схильність алітованих зразків до тріщиноутворення вивчали після термоциклічної обробки, кожен цикл якої складався з нагрівання до 950 °С, витримки при цій температурі протягом 5 годин і подальшого охолодження разом з піччю.

Циклічній обробці піддавали зразки зі низьковуглецевої сталі, які попередньо алітували при температурі 950 °С протягом від 1 до 5 годин. Алітування проводили в порошковій суміші, що містить: 49 % Al + 49 % Al₂O₃ + 2 % NH₄Cl в металевих контейнерах.

Спочатку в піч завантажували 25 алітованих зразків (по 5 зразків на кожну годину при алітуванні) і піддавали їх циклічній обробці. Після кожних двох циклів обробки вивантажували по 5 зразків (по одному для кожного випадку витримки при алітуванні) і досліджували їх мікроструктуру і мікротвердість.

Мікроструктуру зразків вивчали за допомогою металографічного мікроскопу МИМ-8М і виявленню мікроструктур з використанням хімічного травлення в 4 % розчині азотної кислоти HNO_3 в спирті та теплового травлення. Для вимірювання мікротвердості фаз використовували прилад ПМТ-3 з використанням навантаження на індентор в 1 Н.

Результати досліджень показують, що:

– дворазове нагрівання після алітування сприяє вирівнюванню товщини алітованого шару;

– розширюється бірюзова зона на межі алітованого шару і основного металу, що свідчить про дифузію алюмінію вглиб основного металу і відтиснення вуглецю, який і дає бірюзове забарвлення при тепловому травленні;

– в результаті різниці коефіцієнтів теплового розширення твердих розчинів, між ними виникає межа розділу у вигляді термічної тріщини;

– при збільшенні витримки при алітуванні, твердий розчин, розташований в контакті з алюмінідом, стає більш крихким, про що свідчать численні тріщини на межі з алюмінідом, які спочатку утворюються в алюмініді і поширюються в твердий розчин, що примикає до нього.

– структура поверхневого шару після алітування низьковуглецевої сталі багат шарова і складається з алюмініду Fe_2Al_5 , твердого розчину на базі хімічної сполуки FeAl_2 , твердого розчину на базі хімічної сполуки FeAl , евтектоїдної зони α -твердого розчину Al в Fe, що утворився при нагріванні до температури 727 °С.

Як впливає з аналізу мікроструктури поверхневих шарів, внаслідок термоциклічної обробки збільшується ширина зон FeAl і FeAl_2 , причому тим в більшій мірі, чим триваліше витримка при алітуванні. Це можна пояснити збільшенням дифузії алюмінію по ширині $\text{FeAl} + \text{FeAl}_2$ як під час алітування, так і в період термоциклування. З'ясовано, що збільшується зона FeAl . Це безумовно є

позитивним явищем, оскільки саме в цій зоні не поширюються тріщини, що виключає можливість руйнування виробів під час експлуатації. Тріщини в зоні Fe_2Al_5 і FeAl_2 не викликають зниження окалинотійкості виробів, оскільки повітря, яке проникає в такі тріщини, вступає у взаємодію з шаром FeAl , в якому відсутні тріщини і який знаходиться на поверхні основного металу. Створена від взаємодії з киснем плівка Al_2O_3 на поверхні шару FeAl надійно захистить основний метал від газової корозії.

У процесі витримки при алітуванні найбільш інтенсивно утворюється шар твердого розчину на базі хімічної сполуки Fe_2Al_5 , потім шар твердого розчину на базі хімічної сполуки FeAl_2 і твердий розчин на базі хімічної сполуки FeAl . Збільшується так само шар евтектоїду, а шар твердого розчину Al в Fe , що утворюється при нагріванні до A_{C1} після витримки 4 і 5 годин – зникає.

Багаторазове нагрівання і охолодження алітованої сталі сприяє розширенню зон твердих розчинів і евтектоїду та викликає охрупчування твердих розчинів на базі хімічних сполук Fe_2Al_5 і FeAl_2 .

Утворення евтектоїду між алітованим шаром і основним металом уповільнює дифузію алюмінію вглиб, що повинно забезпечувати підвищення жаростійкості металу.

Характер зміни мікротвердості по глибині шару дозволяє більш чітко позначити межі існування фаз. Вертикальні лінії характеризують межі перебудови фаз, а похилі, відповідно, гомогенність фаз по глибині. Різке зменшення мікротвердості при переході від твердого розчину на базі FeAl , який має кубічну кристалічну ґратку, до твердого розчину на базі FeAl_2 , який має моноклінну кристалічну ґратку, може бути ознакою зменшення напружень внаслідок перебудови кристалічних ґраток.

Поява при багаторазовому нагріванні тріщин між шарами твердих розчинів з різними кристалічними ґратками пов'язана з їх відмінністю в коефіцієнтах лінійного розширення і виникнення в результаті цього термічних напружень, які викликають тріщини і завдяки їм релаксуються.

Утворення локальних пор і тріщин в поверхневому шарі має сприяти зменшенню деформації виробів. Збільшення крихкості твердих розчинів на базі хімічної сполуки $FeAl_2$ або Fe_2Al_5 в міру збільшення циклів нагрівання і охолодження, повинно бути пов'язано з упорядкуванням в розташуванні атомів розчиненого елемента Al і наближенням основної маси твердих розчинів до відповідних хімічних сполук.

**Заболотний М.А.¹, Асламова Л.І.¹, Гринько Д.О.², Колесніченко А.А.²,
Мартинчук В.Є.², Сезоненко А.Ю.², Писаревський Б.Ю.², Ромашкіна М.Ю.²,
Барабаш М.Ю.^{2,3,4}**

(¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка;

²ТЦ НАН України; ³КПІ ім. Ігоря Сікорського; ⁴ІГ НАН України, Київ)

**ФОТОЧУТЛИВІ ПРОВІДНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ
УПОРЯДКОВАНИХ НАНООБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕМПЛАТІВ**

E-mail: mbarabash@nasu.kiev.ua

Метою роботи є дослідження властивостей аморфних молекулярних напівпровідників (АМН), які використовують у якості темплатів для створення упорядкованих нанооб'єктів. Світлочутливі АМН є карбазолмісткими середовищами для реєстрації оптичної інформації у реальному часі. Вони мають високу чутливість, просторову роздільну здатність, можуть працювати в автоматичному режимі без оператора. Актуальним є покращення характеристик АМН та режимів їх використання. При оптимізації складу АМН найважливішим є з'ясування механізмів термалізації носіїв, квантового виходу при фотозбудженні АМН, перебіг електрофізичних явищ. Для їх аналізу був використаний метод термостимульованої деполяризації. Він дозволяє вивчити кінетику електричного заряду, створеного при орієнтації постійних диполів або заряду, який захоплюється глибокими пастками у вигляді структурних дефектів, домішкових центрів, зарядів накопичених на межі різних фаз плівки.

Аморфні молекулярні напівпровідники (АМН) на основі сенсibilізованих фотопровідних полімерів мають фотопровідні властивості у видимому та близькому до інфрачервоного хвильових діапазонах [1]. Причиною цього є те, що молекули сенсibilізатора діють не лише як центри поглинання світла, але також як центри (або