

**Міністерство освіти і науки України**  
**Сумський державний університет**  
*Азадський університет*  
*Каракалтакський державний університет*  
*Київський національний університет технологій та дизайну*  
*Луцький національний технічний університет*  
*Національна металургійна академія України*  
*Національний університет «Львівська політехніка»*  
*Національний технічний університет України*  
*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*  
*Одеський національний політехнічний університет*  
*Сумський національний аграрний університет*  
*Східно-Казахстанський державний технічний*  
*університет ім. Д. Серікбаєва*  
*Технічний університет Кошице*  
*Українська асоціація якості*  
*Українська інженерно-педагогічна академія*  
*Університет Барода*  
*Університет ім. Й. Гуттенберга*  
*Університет «Politechnika Świętokrzyska»*  
*Харківський національний університет*  
*міського господарства ім. О. М. Бекетова*  
*Херсонський національний технічний університет*

## **СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАНОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО. ІНДУСТРІЯ 4.0. СУЧАСНИЙ НАПРЯМОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ОБМІНУ ДАНИМИ У ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції  
(м. Суми, 22–26 травня 2017 року)



Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми  
Сумський державний університет  
2017

## ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД І МОРФОЛОГІЯ ПОВЕРХНІ ПОКРИТТЯ, ОТРИМАНОГО МЕТОДОМ ІМПУЛЬСНО-ПЛАЗМОВОЇ ОБРОБКИ

*Кущомеля Ю. Ю.\* , Чейлях О. П.\*\* , д.т.н., проф., Сіухін А. С.\* , студент,  
\*Сумський державний університет,*

*\*\*Приазовський державний технічний університет*

Можливість використання електродів з різних матеріалів та відносна простота отримання покриття металом імпульсно-плазмової обробки (ІПО) є неабиякою перевагою розробленого способу. Установити залежність утворених розмірів шару і структури від режимів ІПО і матеріалу підкладки, що служить основою для створення нових покриттів в конструкційних сталях дозволяють дослідження структурно змінених шарів.

Одним із методів досліджень морфології поверхні покриття, отриманого ІПО є метод растрової електронної мікроскопії. В основі ІПО лежить здатність дугового розряду створювати на невеликій ділянці поверхні високі щільності теплового потоку, достатні для нагріву, плавлення або випаровування металу і на підкладку потрапляють як краплі, так і конденсація плазми, локальні ділянки поверхні покриття проходять через стадію розплавлення. Утворені частинки підвищують шорсткість поверхні в порівнянні з початковою. На рисунку видно межу між підкладкою і модифікованою поверхнею. Дослідження показали, що товщина шару може досягати 30...80 мкм, а в деяких випадках і 100 мкм. Мікроаналіз проведений з поверхні покриттів, показав значне збільшення концентрації титану (рис., див. точка 2). При цьому значно зменшилася концентрація Fe, а на окремих ділянках виявлений Al. На рисунку показаний приклад проникнення титану вглиб підкладки (точка 4), що являється яскравим підтвердженням саме модифікування металу, обраного за підкладку. Аналіз, проведений за допомогою растрової електронної та оптичної мікроскопії на поперечних шліфах дає можливість судити про якість покриття - наявності пір в шарі, його неоднорідності, розтріскуванні металу. Отриманий шар не має наскрізних пір, однак присутні неглибокі мікротріщини. Кордон між підкладкою і «покриттям» має «хвилястий» характер; спостерігається модифікування поверхні титаном, в результаті якого поверхневий шар складається з нітридів, оксидів сідеріта (матеріал підкладки сталь 09Г2С) або карбидами типу  $C_{0,055}Fe_{1,945}$  (матеріалу підкладки сталь 40Х); відбувається впровадження частинок титану в поверхню підкладки.

Дослідження показали, що ІПО для нанесення покриттів з титану дозволяє отримувати щільні багатофазні покриття, які мають хорошу адгезію з підкладкою і високі фізико-механічні властивості.

В результаті ІПО, при використанні ніхромового електроду марки Х20Н80, отриманий модифікований шар на сталі 40Х з близьким вмістом нікелю і хрому, що різниться товщиною і його якістю (однорідність, пористість) залежно від обраного режиму обробки.

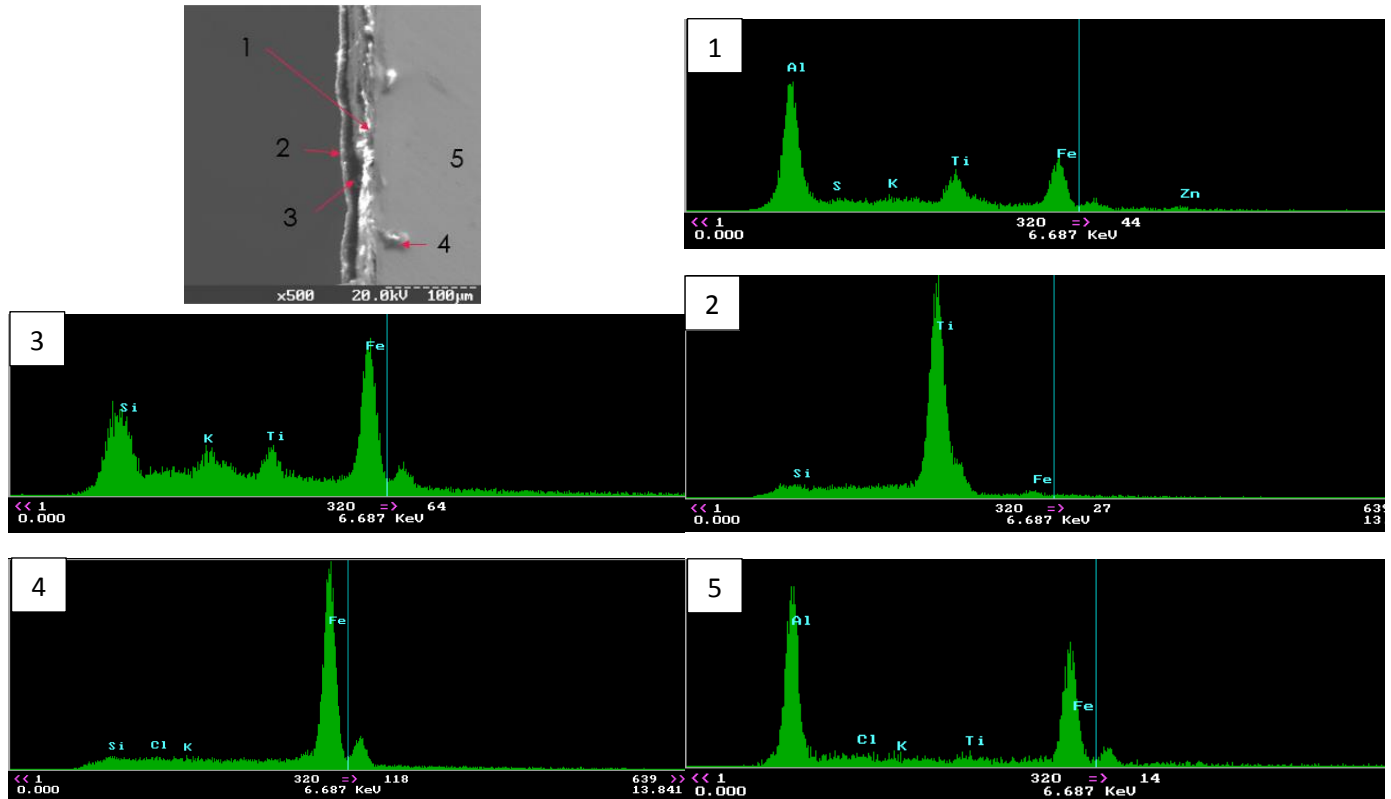


Рисунок – Мікроструктура поверхневого шару сталі 09Г2С після ПГО титановим електродом (режим: 6 імпульсів при 3,5 кВ) та хімічний аналіз в точках (1 - 5)