



**Магістерська дисертація на тему: „Захист
магістральних трубопроводів плазмовим
напеленням покриттів на основі алюмінію”**

Виконав:
студент 6-го курсу
групи ЗП-61м
Московченко Д.А.

Світова проблема корозії металоконструкцій

Захист деталей та конструкцій від корозійного зносу, підвищення надійності сучасної техніки, зниження собівартості її обслуговування, забезпечення конкурентоспроможності, продовження ресурсу експлуатації, а також її реновація шляхом застосування сучасних технологій для відновлення працездатності вузлів до рівня нових виробів, – одна з найбільш актуальних завдань, що стоять перед інженерами всього світу. За оцінками експертів, у світі через корозію щорічно виходить з ладу близько 20% металовиробів.



Труби в системі газопостачання

Труби в системі газопостачання – найвразливіша ланка. Прокладені під землею сталеві труби газових мереж стають не придатними за лічені роки. Агресивне середовище ґрунтових вод, високі температури, тиск транспортованого газу або інших нафтопродуктів, нещадна корозія металу призводять до цілковитої непридатності багатокілометрові дороговартісні підземні комунікації.



Можливі наслідки від руйнування трубопроводу

Руйнування трубопроводу може призвести до порушення забезпечення споживачів газом, втрати транспортованих продуктів, завдання великих матеріальних збитків та екологічної шкоди довкіллю, а, враховуючи специфіку галузі, може стати також причиною пожеж, вибухів, виведення з ладу та пошкодження дороговартісного обладнання, травмування та загибелі людей.



Аналіз газотранспортного трубопроводу в Україні

- Встановлено, що для газової промисловості проблема захисту від корозії газопроводів є дуже актуальною, оскільки лінійна частина газопровідної системи України найбільш застаріла у Європі, а однією з головних причин аварійних ситуацій є ґрунтова корозія.
- Газотранспортна система України – одна з найпотужніших у світі, вона тісно пов'язана з системами сусідніх європейських країн – Росії, Білорусі, Польщі, Словаччини, Угорщини, Румунії, Молдови, і через ці країни інтегрована в загальноєвропейську газову мережу.

Аналіз газотранспортного трубопроводу в Україні



Вирішення питання в глобальному масштабі

Для рішення завдання щодо антикорозійного захисту трубопроводу ведеться постійна робота з пошуку нових високопродуктивних технологій та матеріалів, які б підвищували ресурс роботи металоконструкцій та давали змогу надавати істотно нові властивості робочим поверхням.

Наукова новизна

Запропоновано використовувати в якості напилювального матеріалу для корозійного захисту зовнішніх поверхонь магістрального трубопроводу відходи машинобудівної галузі, а саме: відходів токарної та фрезерної обробки, у формі стружки, з виробництва велосипедних рам та вилок, деталей спортивних автомобілів і літаків, спортивного інвентарю, каркасів човнів, побутової техніки і будівництва, де використовують алюмінієвий сплав AW-7075 або його аналоги.

Переваги використання покриття на основі сплаву AW-7075

Переробка цих відходів у порошок, що буде використовуватися для створення корозійностійкого плазмового покриття, що є прогресивним рішенням не лише для захисту металоконструкцій від корозії, а й спробою наблизитися до розв'язання ще однієї важливої та актуальної проблеми індустріального суспільства – утилізації та переробки відходів.

Аналіз сплаву AW-7075

- З огляду на хімічний склад можна стверджувати, що покриття з зазначеного матеріалу може забезпечити відмінні антикорозійні властивості.
- Наприклад, цинк є активним елементом періодичної системи. Його потенціал більш негативний, ніж потенціал заліза та багатьох інших конструкційних металів (стандартний електродний потенціал дорівнює $-0,76$ В, а стаціонарний $-0,83$ В). Відповідно, нанесення покриття з цинку на залізо та сталь захищає вироби від корозії.
- Алюміній, що є основою сплаву, – має значну стійкість до атмосферного впливу, води, більшості нейтральних і багатьох слабокислих розчинів внаслідок великої схильності до пасивування. У морській воді та деяких прісних водах, особливо за наявності в них іонів Cl і SO, потенціал алюмінію стає більш негативним, ніж потенціал заліза та сталі, тому за цих умов алюмінієве покриття поводить себе як анодне і забезпечує електрохімічний захист.

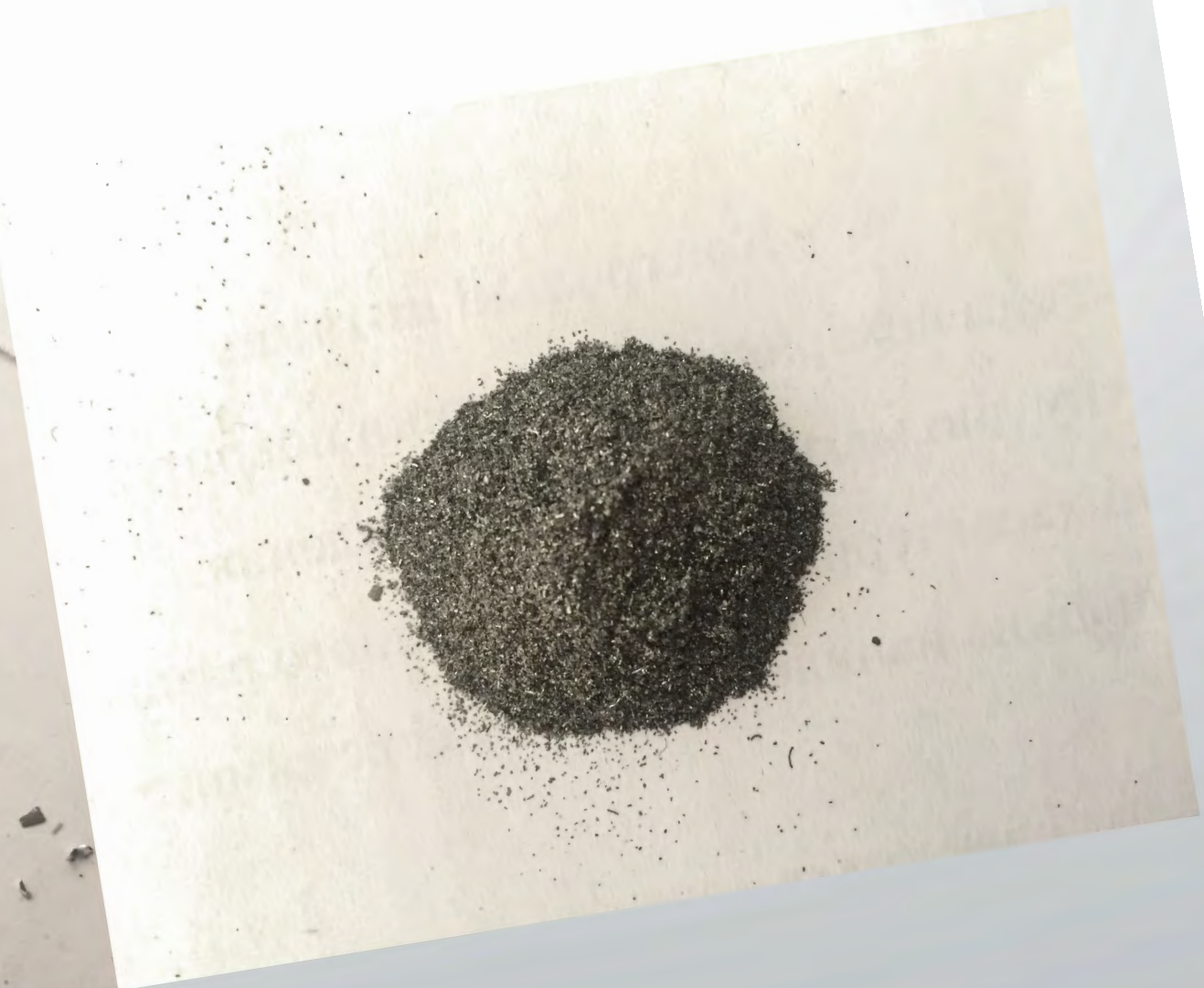
Аналіз сплаву AW-7075

Хімічний склад сплаву AW-7075

Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Si	Ti	Zn	інші елементи	Al
0,18– 0,28	1,2– 2,0	<0,50	2,10– 2,90	<0,30	<0,40	<0,20	5,1– 6,1	<0,15	решта

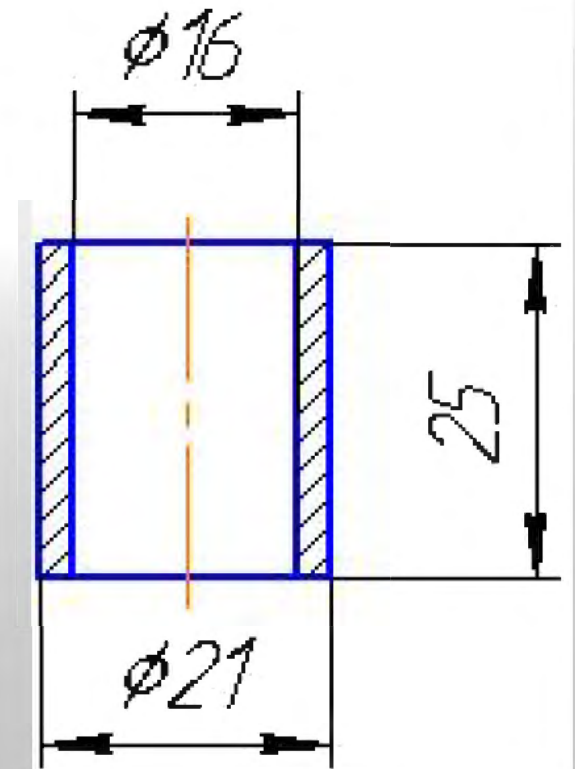
Дослідження корозійної стікості покриття на основі сплаву AW-7075

- Після експериментального подрібнення вхідного матеріалу за допомогою високоенергетичного планетарного кульового млина ХQM-2 та просіювання, було отримано порошок, фракція якого становила 120 мкм. Під час тестового напилення було встановлено, що цей порошок володіє достатньою сипучістю, яка необхідна для проведення плазмових робіт.



Дослідження корозійної стійкості покриття на основі сплаву AW-7075

Дослідження проводили на зразках сталі 3 (одного з найпоширеніших матеріалів для виготовлення трубопроводу), які піддавалися абразивно-струменевій підготовці поверхні для напilenня.



Дослідження корозійної стійкості покриття на основі сплаву AW-7075

В якості моделі агресивного середовища використовували 3% розчин NaCl (pH = 7). Для того, щоб мати змогу не враховувати біологічну та хімічну зміну складу води та ґрунту залежно від пори року ми використовували саме 3% розчин NaCl.

Дослідження корозійної стікості покриття на основі сплаву AW-7075

- На верхньому торці зразків розсвердлюється отвір глибиною 3–6 мм та діаметром 1,2 мм, в який пресується мідний провідник. Далі до зразків за допомогою герметика (пластилін) прикріплюють фторопластові втулки.
- Зразки поміщаються у ємність, в яку наливають 3%-й розчин NaCl до мітки на рівні не менше ніж 10 мм від верхнього торця зразка.
- Для підвищення швидкості та моделювання електрохімічних механізмів протікання корозії до зразків був підведений потенціал 20 мВ.
- Дослід проводився 24 години за кімнатної температури 18 ± 2 °C, після чого зразки просушувалися.



Дослідження корозійної стійкості покриття на основі сплаву AW-7075

Ступінь пошкодження оцінювали безпосереднім підрахунком кількості пошкоджень (пітингів, виразок, плям) і масової втрати зразків.



Дослідження корозійної стійкості покриття на основі сплаву AW-7075

Захисне покриття	Маса зразка до (P_0)	Маса зразка після (P_1)	Маса зразка до (P_0)	Маса зразка після (P_1)	Кількість пошкоджень (пітингів, виразок, плям)
ПА-о	28,43	28,15	28,71	28,33	44
Порошок AW-7075 (з оснасткою)	38,67	38,36	35,93	35,48	37

Дослідження корозійної стійкості покриття на основі сплаву AW-7075

Масові втрати зразків, г



Дослідження корозійної стійкості покриття на основі сплаву AW-7075

Гнучкий показник швидкості корозії, мм/рік

Захисне покриття	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄
ПА-0	0,023	0,032	–	–
Порошок AW-7075	–	–	0,023	0,038

Дослідження корозійної стійкості покриття на основі сплаву AW-7075

Група стійкості	Швидкість корозії, мм/рік	Бал
I Абсолютно стійкі	менше 0,001	1
II Дуже стійкі	від 0,001 до 0,005	2
	від 0,005 до 0,01	3
III Стійкі	від 0,01 до 0,05	4
	від 0,05 до 0,1	5
IV Знижено стійкі	від 0,1 до 0,5	6
	від 0,5 до 1,0	7
V Малостійкі	від 1,0 до 5,0	8
	від 5,0 до 10,0	9
VI Нестійкі	більше 10,0	10

Дослідження корозійної стійкості покриття на основі сплаву AW-7075

За шкалою корозійної стійкості покриття на основі сплаву AW-7075, показник швидкості корозії входить до діапазону від 0,01 до 0,05 мм/рік та отримує чотири бали за десятибальною шкалою. Отже, досліджуване покриття належить до стійких.

Технічні рекомендації

Запропоновано обладнання, яке забезпечує реалізацію надзвукового плазмового процесу без використання дорогих і дефіцитних газів та за рахунок збільшення швидкості частинок напилювального матеріалу в момент зіткнення з основою в 3–4 рази забезпечує зростання їх кінетичної енергії у 9–16 разів, що призводить до якісного стрибка всіх експлуатаційних властивостей напилювальних покриттів.

	Газопламенное	Плазменное дозвуковое	Детонационное	Плазменное сверхзвуковое
Н _ц , МПа	200-400	500-550	540-600	700-800
П, %	6-12	3-6	1-3	0,5-1

Висновок

Після проведених лабораторних досліджень корозійної стійкості покриття на основі сплаву AW-7075 можна дійти висновку, що покриття з цього сплаву володіє підвищеною корозійною стійкістю, властивості якого порівняні з властивостями алюмінієвого покриття. Запропонований матеріал дасть змогу забезпечити надійний захист зовнішніх поверхонь трубопроводу від впливу агресивного середовища (грунтів, атмосфери, ґрунтових та інших вод).

Як висновок, варто вказати на те, що впровадження у виробництво покриття на основі сплаву AW-7075 дає можливість не лише вирішити питання переробки відходів, суттєвої економії коштів на закупівлю матеріалу, а й отримати відмінні характеристики захисних покриттів та підвищити корозійну стійкість важливих елементів металоконструкцій.