

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
Кондрашової Світлани Георгіївни
«Удосконалення процесів формування поверхневого корозійностійкого шару литих виробів»,
представленої на здобуття наукового ступеню доктора філософії (PhD)**

Розглянувши дисертацію та наукові публікації, у яких висвітлено основні наукові результати дисертації, а також за результатами фахового семінару зроблено такий висновок:

1) Дисертація Кондрашової С.Г. є завершеною науково-дослідною роботою, направленою на вирішення актуальної науко-практичної задачі - дослідження впливу різноманітних активаторів з додатковими присадками на структуру, фазовий склад та експлуатаційні властивості дифузійного титанованого, хромованого, силіційованого шару на литих виробках з сірого чавуну та сталі.

Мета, яка сформульована в роботі, відповідає обраному напрямку дослідження, отримані результати мають наукову новизну та сприяють досягненню мети.

2) Наукова новизна результатів, що визначають ступень і характер новизни досліджень полягають у наступному:

1. Розширені уявлення про закономірності впливу активаторів (NH_4Cl , NH_4F , NaF , NaCl) на структуру, фазовий склад, глибину та експлуатаційні властивості дифузійного титанового, хромованого, силіційованого шару на литих виробках із сірого чавуну та сталі. Це дозволяє обрати оптимальний склад суміші для прогнозованого забезпечення експлуатаційних властивостей (корозійної стійкості, зносостійкості, окалиностійкості).

2. Вперше встановлено, що при формуванні захисного корозійностійкого дифузійного легованого поверхневого титанового шару доцільно використання в якості активатора NH_4Cl . Показники швидкості корозії при використанні 13% активатора становлять в межах 11,8-13,1 мг/м²год, що в 1,5 раза менше ніж при

використанні активатора NH_4F та в 1,7 раза менше відповідно для активаторів NaF , NaCl .

3. Вперше встановлено, що доцільно використовувати активатор NH_4Cl при дифузійному хромуванні поверхневого шару, швидкість корозії при вмісті 13% активатора становить в межах $15\text{-}20 \text{ мг/м}^2 \text{ год}$, що у 2,8 раза менше при використанні активатора NH_4F та в 3,8 раза менше відповідно для активаторів NaF , NaCl . Показано що після дифузійного силіціювання поверхневого шару при використанні 4% активатора NaF показники швидкості корозії знаходяться в межах $30\text{-}35 \text{ мг/м}^2 \text{ год}$, що у 2,6 раза більше, ніж при використанні активаторів NH_4Cl , NH_4F і в 6,9 рази, ніж при використанні активатора NaCl .

4. Вперше показана можливість підвищення ефективності дифузійного титанування і хромування сірого чавуну та сталі шляхом введення в суміш додаткових компонентів (CdCl_2 , Al , FeMn , Cr_2O_3). Показано, що для процесу титанування поверхні додавання в активатор алюмінію дозволило підвищити корозійну стійкість, зносостійкість, окалиностійкість виливків на 17%, а для хромування – додавання окису хрому та феромарганцю дозволило підвищити ці показники на 22% відповідно. Нова розроблена суміш, яка насичує, для дифузійного титанування, що містить поряд з основними компонентами CdCl_2 , забезпечує підвищення експлуатаційних властивостей дифузійного шару на 27%.

3) Основні результати дисертації представлено у 7 наукових працях:

1. Kondrashova S., Saprykin E., Naumyk V. Effect of additional cadmium chloride additives to saturating mixture on the formation of diffusion titanium layer on steel and cast iron. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. 2021. Vol. 10 Issue 03. March. P. 711-714.

2. Кондрашова С.Г., Саприкін Є.В., Наумик В.В. Вплив складу суміші, що насичує, на формування структури та властивостей дифузійного титанованого шару на сірому чавуні. *Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні*. 2019. № 2. С. 24-30.

3. Кондрашова С.Г., Саприкін Є.В., Наумик В.В. Вплив складу насичуючої суміші на структуру та властивості дифузійного хромованого шару на сірому чавуні. *Металознавство та обробка металів*. 2020. № 3. С. 7 – 15.

4. Кондрашова С.Г., Саприкін Є.В., Наумик В.В. Романенко О.С., Ченцова А.О. Залежність структури і властивостей дифузійного силіційованого шару на сірому чавуні від складу суміші, яка насичує. *Метал та лиття України*, 2020. т. 28. № 3. (322). С. 64 – 72.

5. Кондрашова С. Г., Саприкін Є. В., Наумик В. В. Вплив складу суміші, яка насичує, на експлуатаційні властивості дифузійного металізованого поверхневого шару на сірому чавуні та сталі. *Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2020: матеріали XII міжн. наук.-техн. конф.* (Київ, 28-29 квіт. 2020 р.). Київ: НТУУ «КПІ», 2020. С. 73 – 74.

6. Кондрашова С.Г., Саприкін Є.В., Наумик В.В. Розробка високоефективного способу дифузійне легування поверхневого шару деталей хімічного устаткування з сірого чавуну і сталі. *Литво. Металургія. 2020.:* Матеріали XVI Міжн. наук.-практ. конф. (Запоріжжя, 8-10 вер. 2020 р.). Запоріжжя: ФОП Мокшанов В.В., 2020. С. 75 – 77.

7. Kondrashova S., Saprykin E., Naumyk V. Development of high effective diffusion metallization method of cast iron and steal chemical equipment parts. *«Problems of corrosion and corrosion protection of materials» Corrosion 2020: book of abstract XV international conference* (Lviv, 15-16 Oct. 2020), Lviv Karpenko Physical-Mechanical Institute of NAS of Ukraine, 2020. P. 69.

Серед яких 3 статі здобувачки опубліковано у наукових фахових виданнях України [2, 3, 4], та у 1 виданні, що входить до науково-метричних баз даних Google Scholar, Science Open та OCLC [1]. Тези доповідей у збірниках матеріалів міжнародних науково-практичних конференцій [5, 6, 7].

У працях, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належать такі результати:

- у роботі [1] проведено мікроструктурні дослідження поверхневого шару сірого чавуну та сталі, отриманих з використанням сумішей різного складу, які насичують;

- у роботі [2] проведено дослідження впливу активаторів при дифузійному титануванні;

- у роботі [3] проведено дослідження впливу активаторів при дифузійному хромуванні;

- у роботі [4] проведено дослідження по вибору оптимального складу суміші, яка насичує, при дифузійному силіціюванні;

- у роботі [5] проведено аналіз впливу складу суміші, яка насичує, на експлуатаційні властивості дифузійного поверхневого шару;

- у роботі [6] проведено аналіз впливу складу суміші, яка насичує, для отримання заданого рівня властивостей дифузійного шару на сірому чавуні;

- у роботі [7] проведено аналіз методів дифузійного легування поверхневого шару чавунних деталей хімічного устаткування.

4) Теоретичне значення результатів дисертації.

Теоретичне значення роботи полягає в тому, що на базі аналізу та узагальнення закономірностей впливу складу сумішей, активаторів та додаткових добавок на дифузійне легування поверхневого шару виробів із сірого чавуну та сталі, запропоновано удосконалений процес формування поверхневого корозійностійкого шару литих виробів хімічного устаткування, що забезпечує значне підвищення їх експлуатаційної стійкості. Отримані в роботі результати мають суттєве прикладне значення.

5) Практичне значення отриманих результатів.

Застосування удосконаленого процесу формування поверхневого корозійностійкого шару литих виробів із сірого чавуну СЧ100 при використанні в якості активатора NH_4Cl в межах 13% дозволило зменшити швидкість корозії у 2 рази в порівнянні з застосовуваним раніше. Додатково поліпшити ці показники на 27% можливо шляхом введення в суміш поряд з основними компонентами $\sim 7\%$ CdCl_2 .

Аналіз впливу глибини захисного поверхневого шару на якісні показники властивостей (корозійної стійкості, коефіцієнту відносної зносостійкості, окислення) показав, що при дифузійному титануванні чавуна глибина шару повинна бути в межах 570-610 мкм, для хромування 150-160 мкм, а для

силіціювання не менше 400 мкм. Це дає змогу контролювати якісні показники ще на стадії виходу продукції після процесу дифузійного нанесення відповідного покриття.

При дифузійному хромуванні сталі та сірого чавуну, додаткове підвищення корозійної стійкості може бути досягнуте шляхом введення в суміш, яка насичує, FeMn та Cr₂O₃.

Після хромування в суміші ~ 15% Cr₂O₃ та ~3,5% FeMn, корозійна стійкість сталі зростає в 1,5 раза, а сірого чавуну в 3 рази.

За результатами випробовування нової розробленої суміші для дифузійного титанування на ПрАТ «Бердянські жниварки» підтверджено підвищення експлуатаційних властивостей дифузійних шарів на литих виробках із сірого чавуну та сталі.

Відповідно до акту апробації від 26.03.2021р. на ПрАТ «Бердянські жниварки» отримано наступні практичні результати:

- можливість встановлення литих виробів, після дифузійного титанування, на діючі насоси без додаткової обробки;
- збільшення втричі терміну використання литих виробів насосів для перекачування 10% розчину сірчаної кислоти;
- очікуваний річний економічний ефект складає 1,8 млн. грн. (акт апробації від 26.03.2021р.).

Основні положення роботи використовуються при викладанні навчальних дисциплін на кафедрі «Машин і технології ливарного виробництва» в НУ «Запорізька політехніка».

Вид та об'єм впровадження: вплив характеру активаторів на формування структури та властивостей дифузійного титанового, хромованого силіційованого шару та вплив додаткових присадок на фазовий склад, структуру та властивості дифузійного поверхневого легованого шару використані для оновлення лекційного курсу дисциплін «Теорія металургійних процесів», «Ливарні сплави та плавка», «Теоретичні основи ливарного виробництва» для здобувачів освіти галузі знань 13 Механічна інженерія,

спеціальності 136 «Металургія» освітньої програми «Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів», спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньої програми «Обладнання та технології ливарного виробництва» (акт впровадження результатів НДР від 11.06.2021р.).

До недоліків дисертації можна віднести наступне:

- в роботі не зовсім в повній мірі показано вплив фазового складу на окремі експлуатаційні показники поверхневого корозійностійкого шару литих виробів.

- слід зазначити, що робота перенасичена графіками та мікроструктурами, які не всі несуть як науковий інтерес так і практичне значення.

Однак в цілому вказані зауваження не знижують наукову цінність роботи та її практичну значимість.

Дисертація відповідає вимогам передбаченим пунктом 9, 10, «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. №167, і рекомендується до захисту у спеціалізованій вченій раді.

Рецензент: д.т.н., проф.

проф. каф. «Машин і технології

ливарного виробництва»

Сергій ВОДЕННИКОВ

Рецензент: д.т.н., проф.

проф. каф. «Обладнання та технології

зварювального виробництва»

Михайло БРИКОВ

Підпис засвідчую:

Учений секретар

НУ «Запорізька політехніка»

канд. соц. наук, доцент



Віктор КУЗЬМІН