

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **КОЛЕСНИКА ЄВГЕНА ВАЛЕРІЙОВИЧА «ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ ЛЕГУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОКРИСТАЛІЗОВАНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА»**, що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство

1. Актуальність теми дисертації

Гальванічні покриття на основі Fe, леговані Cr та Ni, є цікавими матеріалознавчими об'єктами, а їх впровадження може бути корисним для багатьох галузей промисловості.

Ефективність їх застосування пов'язана з глибоким вивченням їх структури та аналізу впливу легуючих елементів на структурні зміни та фізико-механічні властивості. Саме ця мета була поставлена в роботі, але на великий жаль внаслідок проведеної роботи автор не досяг поставленої мети. Головна вада роботи полягає в тому, що автор сконцентрував свою увагу на структурі поверхні і практично не розглянув структуру та властивості покриття як такого. Це утруднює аналіз впливу легування на працездатність отриманих покриттів.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана у відповідності до плану науково-дослідних робіт ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет» в рамках держбюджетної теми ДР №0111U008609 «Взаємозв'язок структури і властивостей металевих матеріалів» (2011 - 2015 р.р.), а також тематично пов'язана з попередніми науково-дослідними держбюджетними темами ДР № 0106U006277 (2006-2010 р.р.), ДР № 0111U000110 (2011-2013 р.р.), ДР № 0108U001163 (2008-2010 р.р.).

На жаль, в дисертації відсутня будь яка інформація про зв'язок роботи із тематикою Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, в якому працює його науковий консультант.

3. Наукове значення отриманих результатів

В науковій новизні, що представлена на стор. 9 -11 дисертації відсутня конкретизація нових наукових положень запропонованих автором. Зокрема, замість конкретних даних в положенні 1 та 3 автор обмежується висловом «суттєва відмінність характеру» пп.1, «суттєва відмінність впливу» пп.3, «суттєво немонотонний» пп.4, «суттєво різною концентрацією» пп.5. Пункт 7 наукової новизни «Розроблено ефективний метод автоматизованого визначення розміру кристалів...» не може розглядатися як новий та корисний для атестації розглянутого автором класу матеріалів, оскільки цей метод потребує прямого співставлення із даними стандартного металографічного аналізу, враховуючи, що отриманий рельєф може бути пов'язаний не тільки з ростом зерен, але й з утворенням на поверхні зерна, що росте, додаткового рельєфу, утвореного, наприклад, комірками. В цьому випадку бінарізація рельєфу не дає змоги відрізнити зеренну структуру від коміркової. Це ставить під питання реальність отриманих результатів.

4. Практичне значення отриманих результатів

Наведена автором інформація про практичне значення одержаних результатів також викликає великі сумніви. Так, в пункті 1 стор.11 дис. вказується, що «Запропоновано практичне застосування електрокристалізованого сплаву системи Fe-Cr-Ni з підвищеною мікротвердістю та зносостійкістю як покриття для відновлення розмірів і поверхневого зміцнення сталевих виробів.», але, враховуючи, що при проникненні

індентора в приповерхневий шар покриття формуються тріщини великого (розміру до 300 мкм рис.2.10), які ніколи не спостерігаються в металевих матеріалах на основі заліза (системи Fe-Cr, Fe-Ni, Fe-Zn, Fe-Cr-Ni). Отже виникає велике питання щодо працездатності таких об'єктів.

Пункт 3 стор.12 дис. не має сенсу із двох причин:

По-перше, дослідження випробування на мікротвердість проведені із порушенням вимог ДСТУ9450-76 про необхідність проведення вимірювань на шліфованій та полірованій поверхні. Відбитки алмазної піраміди, отримані на поверхні покриття електрокристалізованим залізом та Fe-Cr-Ni, мають асиметричну форму (рис. 4.26). При таких порушеннях методики вимірювання мікротвердості отримані автором результати про підвищення мікротвердості електрокристалізованих сплавів Fe-Cr та Fe-Ni на 22-25% знаходяться в межах похибки.

По-друге, в роботі відсутня будь-яка інформація про мікротвердість внутрішніх об'ємів покриття і тим більш про вплив легуючих елементів на зміну мікротвердості по перерізу.

Про вади п.4 практичної цінності опонент указав при аналізі наукової новизни (пункт 7). Акти впровадження додаток А (стор.328) та Додаток Б (стор.329) оформлені не належним чином.

5. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність та новизна повинні бути забезпечені добрим узгодженням теорії з експериментом, використанням повірених вимірювальних приладів та атестованого обладнання; адекватним відображенням фізичного і механічного сенсу досліджуваних явищ та процесів; несуперечливістю отриманих результатів із положеннями сучасного матеріалознавства, узгодженням даних комп'ютерно-імітаційного моделювання та натурних експериментів. На жаль, висновки роботи в багатьох випадках викликають сумнів саме через низький рівень наукових експериментальних результатів та упереджене трактування отриманих даних. Це стосується вище згаданого дослідження мікротвердості, зовсім не зрозумілого трактування автором визначення параметрів тріщиностійкості, в'язкості руйнування (розд. 2.6.3), відсутність металографічних досліджень. Рентгеноструктурні дослідження виконані застарілими методами. Не має розрахунку дифракційних ліній за методом повнопрофільного аналізу- метод Рітфелда.

Ці та багато інших недоліків роботи не дозволяють дати позитивну оцінку стосовно **обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірності та новизни.**

6. Повнота викладу наукових положень дисертації в опублікованих працях

Поданий у дисертації перелік наукових праць здобувача наукового ступеня формально відповідає вимогам наказу МОНМОЛОДЬСПОРТУ № 1112 від 17.10.2012 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук». Проте, слід відзначити малу кількість публікацій в вітчизняних та зарубіжних журналах з високим рейтингом. Викликає подив мала кількість робіт виконаних в співавторстві з науковим консультантом (1 робота, що вийшла напередодні захисту).

7. Структура та зміст дисертації. Дисертація складається із вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел – 262 найменування і 3 додатків. Робота викладена на 330 сторінках, містить 191 рисунок та 16 таблиць.

Анотування не повною мірою відображує основний зміст дисертації і не дозволяє скласти повне уявлення про роботу.

У *вступі* обґрунтовано бачення автором щодо актуальності тематики досліджень, сформульовано мету досліджень, визначено шляхи її досягнення, визначено об'єкт і предмет дослідження, наукову новизну та практичне значення роботи, вказаний особистий внесок здобувача та апробацію результатів.

У *Першому розділі* «Огляд літературних джерел і вибір напрямку дослідження» наведено огляд літературних даних щодо електрокристалізованого заліза та сплавів на його основі. Аналіз літературних джерел дозволив автору зробити висновок про актуальність роботи та перспективність отримання легованих електрокристалізованих покриттів на основі заліза. Проте викликає подив обмежена кількість сучасних робіт закордонних авторів, що може свідчити про недостатню актуальність цього напрямку у світі, або недостатньо глибокий пошук, що виконаний автором із використанням сучасних інформаційних технологій.

Другий розділ «Загальна методика і основні методи дослідження» на жаль свідчить про недостатню кваліфікацію автора в області практичного матеріалознавства. Це стосується, перш за все, широко розрекламованого в роботі методу структурного аналізу (2.4. Розробка методу автоматизованого визначення розміру кристалів в електрокристалізованих матеріалах), про недоліки якого опонент вказував вище. Не набагато краща ситуація із результатами рентгенівських досліджень (пункт 2.2), в тому числі методики визначення текстури (рис.2.3). Не має розрахунків періодів ґратки ні в анотуванні, ні в дисертації. Застосовані розрахунки, як для лабораторних робіт студентів. Всі наведені дані стосовно рентгеноструктурного аналізу виконані на рівні роботи студента. В роботі із рентгеноструктурних досліджень, коли оцінювали інтенсивності, не враховано фон, який виникає при зйомці заліза в Cu-K_α випромінюванні.

Велике питання виникає щодо розуміння автором поняття «механічні властивості матеріалів». Вони не можуть залежати від формули розрахунку (табл.2.4); повинні відображувати властивості всього об'єму покриття, а не тільки його поверхні, і, нарешті, повинні визначатись без порушень існуючих регламентів механічних випробувань.

Стосовно характеристик покриття, що визначаються з урахуванням об'ємних властивостей всього покриття, наприклад, зношування, або внутрішніх напружень, слід враховувати, що концентрація легуючих елементів по перерізу суттєво різна і, відповідно, вищезазначені властивості будуть змінними від поверхні до підкладки.

Третій розділ. «Вплив хрому та нікелю на особливості структури, морфології та властивості електрокристалізованих покриттів». На жаль, автор довільно трактує поняття структура та морфологія покриттів. В розділі велика увага приділена морфології поверхні. Наведено 64 рисунка морфології поверхні електрокристалізованого покриття на основі заліза, які автор хибно сприймає, як мікроструктуру покриття. Автор стверджує, що «формування яскраво виражених рельєфних утворень на поверхні сплавів» є відображенням зеренної структури матеріалу. Проте, запропонований автором новий метод потребує прямого співставлення із даними стандартного металографічного аналізу, оскільки отриманий рельєф може бути пов'язаний не тільки із особливостями росту

кристалів зерен, але із особливостями травлення електролітичним розчином покриття. Крім того, особливості формування поверхні не дозволяють однозначно трактувати структуру внутрішніх об'ємів покриття і тим більш судити про вплив легуючих елементів на структурні зміни в об'ємі. Для цього необхідно було б зробити металографічний аналіз перерізу покриття. В роботі відсутні будь які дані металографічного аналізу покриттів стосовно зміни розміру зерен по товщині покриття, їх анізотропію, тощо. Це особливо важливо, враховуючи незвичайну поведінку легуючих елементів в різних перерізах відносно підкладки. Згідно даних рентгеноспектрального аналізу (рис. 3.23 - 3.26) концентрація легуючих елементів в сплавах, легуваних Ni та Cr, змінюється від 0 до 1% Cr та від 0 до 1,5 % Ni. Цей результат автор залишив без уваги і не пояснює таку поведінку легуючих елементів при їх осадженні. Наслідком цього безумовно повинна бути зміна мікротвердості по перерізу покриття.

Для визначення характеристик покриття необхідно було б провести експеримент із визначення зміни мікротвердості по перерізу, як це робиться у класичних роботах цього напрямку.

В цьому сенсі зовсім не зрозумілі результати, наведені в табл. 3.2, де мікротвердість наведена в залежності від концентрації легуючих елементів в електроліті. Автор не наводить інформації про те, як ця концентрація елементів в електроліті вплине на розподіл легуючих елементів по перерізу покриття.

На жаль, ці надзвичайно важливі для досягнення мети роботи дані автор залишив практично без уваги. Але, на відміну від цього, він надзвичайно велику увагу приділив другорядному ефекту: появі текстури в покритті при осадженні. Однак, як відзначалось у розділі 2, ці експерименти виконані на рівні лабораторних робіт студентів. В роботі із рентгеноструктурних досліджень, коли оцінювали інтенсивності, не враховано фон, який виникає при зйомці заліза в Cu-K_α випромінюванні, також дослідження проведені по одній лінії.

Четвертий розділ. «Аналіз впливу спільного легування хромом та нікелем на структуру та властивості покриттів...» *Автор* продовжує розвивати свою методологію «структурного аналізу покриття», наводячи ще 21 рисунок рельєфу поверхні покриття, відзначаючи, що введення Ni сприяє формуванню сферолітичних утворень. При цьому на стор.188 автор стверджує, що «введення нікелю в електроліт різко змінює тип структури покриттів з дрібнокристалічної на квазікристалічну сферолітну структуру (рис. 4.9)». Цей текст, навряд, свідчить про виникнення квазікристалів у приповерхневому шарі покриттів, скоріш він вказує на низький рівень обізнаності автора в області матеріалознавства.

Саме в цьому розділі автор наводить відбитки мікротвердості рис. 4.26, які мають суттєво анізотропний вигляд, що пов'язано із співставленістю значень масштабу нерівностей поверхні з глибиною проникнення індентора в матеріал покриття. Зрозуміло, що при такій формі відбитку ні про яку відтворюваність результатів досліджень мова йти не може.

П'ятий розділ. «Вплив марганцю, олова, міді на особливості структуроутворення покриттів на основі електрокристалізованого заліза». В цьому розділі наведено ще 22 рисунка морфології поверхні. Наведені результати досліджень впливу марганцю, олова та міді на формування рельєфу та складу електрокристалізованого заліза.

У висновках до цього розділу автор хибно продовжує стверджувати, що структура поверхні це є структура покриття по всьому перерізу. Автор вказує, що Mn слабо впливає

на структуру поверхні, а введення Sn сприяє утворенню дендритних структур та формуванню інтерметалідних фаз.

Шостий розділ. «Структура та властивості покриттів електрокристалізованими сплавами системи Fe – Zn». Приведено ще 37 рис. морфології поверхні, з яких автор робить висновок, що дослідження сплавів Fe-Zn, осаджених з хлоридного електроліту, не виявили будь-яких специфічних рельєфних утворень на їх поверхні, вказуючи на те, що їх формування є специфічною особливістю застосування сульфатних електролітів. За результатами роботи не зрозуміло, що автор розуміє під висловом «морфологія поверхні». Автор наводить інформацію про формування інтерметалідних фаз, проте, враховуючи зміну розподілу Zn по перерізу покриття від 30% на поверхні покриття до 0% на границі із матрицею, слід було, відповідно, і проаналізувати розподіл інтерметалідів по перерізу.

Сьомий розділ. «Рекомендації до практичного використання результатів досліджень та їх промислова апробація». З цього розділу стає зрозумілим, навіщо автор так багато уваги приділяв морфології поверхні, адже основний практичний результат, отриманий в роботі, стосується підвищення адгезійної міцності з'єднання. Хоча на відміну від класичного визначення адгезійної міцності, яка характеризує якість границі розподілу покриття –матриця, автор пропонує характеризувати адгезійну міцність, як якість з'єднання поверхні покриття із полімерним шаром. Зрозуміло, що в цьому випадку зростання шорсткості поверхні покриття приводить до покращення умов з'єднання покриття із пластиком, але зовсім не зрозуміло, яке це має відношення до властивостей електрокристалізованих покриттів та границі розподілу покриття-матриця.

8. Мова та стиль викладу матеріалу дисертації.

Робота написана українською мовою, загалом грамотно, проте впадає у вічі недостатня кваліфікація автора в галузі матеріалознавства. Це, перш за все, стосується невдалого аналізу до підходів дослідження в'язкості руйнування стор.95 та структури покриттів; використання не за призначенням класичного матеріалознавчого терміну «квазікристал» (стор.189. дис.) та хибне трактування терміну адгезійна міцність.

Стосовно оформлення автор проявив певну неповагу до опонента, переславши їй екземпляр дисертації де стор.46 була вставлена «догори ногами».

9. Зауваження.

Наведені в кожному розділі зауваження можуть бути доповнені зауваженнями стосовно цієї роботи в цілому.

1. З проведеного аналізу зрозуміло, що ні про яке співставлення впливу легуючих елементів на особливості структуроутворення та морфології електрокристалізованих покриттів сплавами на основі заліза та надання рекомендацій щодо створення на їх основі покриттів з підвищеними показниками фізико-механічних та експлуатаційних (функціональних) характеристик в роботі не йдеться.

2. Дуже насторожує, що проанонсовані в розділі 2 (п. 2.6.3. В'язкість руйнування) ніде не фігурують в експериментальних розділах. Наявність тріщин в зоні відбитку в покритті (рис. 2.10) не є характерним для малолегованих сплавів заліза і свідчить про надзвичайно низьку тріщиностійкість отриманих покриттів. Така поведінка покриттів суттєво обмежує їх використання і в сенсі впливу легуючих елементів потребує

дослідження, де цей ефект буде найменшим. Про вплив легування на окрихчення свідчить декілька рисунків дисертації (рис. 3.16 (дисертації) при збільшенні $\times 2000$ та 3.17, $\times 4000$, вихідні покриття), де наявність тріщин фіксується за відсутності індентування. З наукової точки зору це питання слід було проаналізувати, враховуючи вплив шкідливих домішок і в першу чергу водню на процеси окрихчення електрокристалізованих покриттів.

3. Стосовно питання про адгезію. Відомо, що границя розподілу покриття – матриця є слабким місцем, про що відзначалось в розділі 6. В цьому випадку при нанесенні пластику на деталь слід враховувати, що крім з'єднання покриття пластику, яке автору вдалося покращити, в запропонованих конструкціях може існувати слабке з'єднання покриття - матриця, яке відсутнє в альтернативній технології при нанесенні пластикового шару безпосередньо на матрицю, яка попередньо оброблена для підвищення шорсткості поверхні механічним методом, наприклад, обробкою дробом чи піщаноструменевою обробкою.

Враховуючи чисельні зауваження, що викладені при аналізі окремих розділів, та загальні зауваження до всієї роботи, опонент вважає, що дисертаційна робота

КОЛЕСНИКА ЄВГЕНА ВАЛЕРІЙОВИЧА «ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ ЛЕГУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОКРИСТАЛІЗОВАНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА» не відповідає вимогам пп. 9, 11 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, та всім вимогам МОН України до докторських дисертацій, а її автор не заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри металознавства і термічної обробки
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут»

 С.М. Чернега

Підпис підтверджую

Вчений секретар НТУУ «КПІ»



 А.А. Мельниченко