

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Кухара Івана Степановича «Вплив структурно-фазового стану хромистих сталей на їх окрихчення у свинцевих розплавах», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.02.01 – матеріалознавство

Актуальність теми. У зв'язку із розвитком науки і техніки актуальною є проблема забезпечення міцності і довговічності конструкційних матеріалів, що експлуатуються в активних і агресивних середовищах, зокрема, у металевих розплавах, що важливо для атомної енергетики, авіа- та ракетобудування, машинобудування, хімічної промисловості тощо. Дослідження характеру і закономірностей впливу рідкометалевого середовища на тверді метали вимагає комплексного і багатостороннього підходу з вивченням механічних властивостей металів, їх високотемпературної міцності і втомної довговічності у розплавах, механізмів адсорбції, розчинення та масоперенесення компонентів металів, впливу легуючих компонентів сталей і домішок у рідкому металі тощо. У зв'язку з цим тема кандидатської дисертації Кухара І. С. «Вплив структурно-фазового стану хромистих сталей на їх окрихчення у свинцевих розплавах» є актуальну і вносить свій вклад у забезпечення опірності сталей корозійно-абсорбційному впливу свинцевих теплоносіїв.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Своєчасність та доцільність цієї роботи підтверджена участю автора у виконанні низки планових науково-дослідних робіт у відділі високотемпературної міцності конструкційних матеріалів у газових і рідкометалевих середовищах Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України.

Ступінь обґрутованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність. Основні наукові положення роботи викладено з урахуванням відомих теоретичних та практичних надбань матеріалознавчої науки. Достовірність отриманих результатів ґрунтується на використанні сучасних матеріалознавчих, механічних і фізичних методів досліджень, виконаних у відповідності до існуючих нормативних документів, на

узгодженості більшості висновків роботи з літературними даними, широкому обговоренні отриманих даних на авторитетних наукових конференціях, їх публікації у рецензованих наукових виданнях.

Структура та зміст дисертації. Дисертація І.С. Кухара складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаної літератури із 95 найменувань, додатка. Викладена робота на 110 сторінках друкованого тексту, містить 53 рисунки і 5 таблиць, що повністю відповідає вимогам до обсягів кандидатських дисертацій.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету і поставлено відповідні завдання досліджень, висвітлено наукову новизну роботи та її практичну цінність, зазначено кількість публікацій та особистий внесок здобувача у кожній з них.

Огляд літературних джерел по темі досліджень присвячений особливостям впливу рідкометалевих середовищ на експлуатаційні властивості конструкційних сталей. Зокрема, розглянуто абсорбційний вплив розплавів на рідкометалеве окрихчення, основні чинники, що впливають на розчинність заліза та сталей у розплавах, причини селективної корозії. Проаналізовано основні закономірності рідкометалевого окрихчення; наведено існуючі моделі та механізми руйнування сталей за одночасного впливу корозійного середовища і статичних та динамічних механічних навантажень.

У другому розділі описано та обґрунтовано вибір сталей для дослідження, описано використані методики і відповідне обладнання.

У результаті проведених досліджень підтверджено ефект рідкометалевого окрихчення сталей феритного і феритно-мартенситного класів у розплавах свинцю та евтектики свинець-вісмут та його відсутність для аустенітної сталі. Наведено температурні інтервали, у яких спостерігається зміна механічних властивостей сталей. Проаналізовано вплив величини зерна на характер руйнування сталей при механічному навантаженні у розплавах.

Оцінено опірність руйнуванню в рідкометалевих середовищах сталей феритного, феритно-мартенситного і аустенітного класів за умов малоциклового чистого згину, коли максимальні деформації зосереджуються у приповерхневих

шарах досліджуваного матеріалу. Виявлено, що за втомних випробувань ефект рідкометалевого окрихчення фіксується на всіх досліджуваних матеріалах. Встановлено відмінності у механізмах деформування приповерхневих шарів сталей у адсорбційно-активних середовищах порівняно з вакуумом.

На основі проведених досліджень сформульовано практичні рекомендації щодо оптимального фазово-структурного стану сталей для забезпечення їх стійкості у свинцевих теплоносіях.

Наукова новизна. Автором встановлено вплив структурного класу сталей на рідкометалеве окрихчення у свинцевих розплавах за одновісного розтягу. Виявлено критичні температурні діапазони, у яких спостерігається максимальне окрихчення сталей. Встановлено, що сталь аустенітного класу Х18Н10Н стійка до окрихчення в умовах одновісного розтягу у свинцевому розплаві. Вперше встановлено взаємозв'язок між величиною зерна сталей і зміною їх пластичності за підвищених температур у розплаві свинцю. Виявлено синергетичний ефект впливу рідкометалевого середовища та циклічного деформування поверхневих шарів сталей феритного, феритно-мартенситного та аустенітного класів, що відображається у значному зниженні довговічності матеріалів. Показано, що розплав евтектичної суміші свинець-вісмут має більш негативний вплив на сталі порівняно з розплавом свинцю.

Практична цінність отриманих результатів. Результати дисертаційної роботи мають практичне спрямування, оскільки містять рекомендації щодо оптимізації структурно-фазового класу сталей, стійких до негативного впливу рідкометалевих середовищ свинцю та евтектики свинець-вісмут в широкому температурному режимі за прикладених механічних навантажень. Ці рекомендації використані у Національному науковому центрі «Харківський фізико-технічний інститут».

Повнота викладу основних результатів дисертації у наукових фахових виданнях. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 14 праць, з яких 8 статей у виданнях, включених до бази даних SCOPUS, 1 – у міжнародному журналі, 6 доповідей на вітчизняних та міжнародних конференціях.

Матеріали дисертаційної роботи неодноразово доповідалися на низці авторитетних міжнародних та вітчизняних наукових конференцій. Автореферат адекватно відображає зміст, основні положення та висновки дисертаційної роботи.

Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації та автореферату.

Дисертація і автореферат написані грамотною державною мовою. Матеріали дисертаційної роботи викладені логічно, послідовно, технічно грамотно, розділи взаємопов'язані та цілком розкривають поставлену мету. Тема і зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.02.01 – матеріалознавство. Оформлення як дисертаційної роботи, так і автореферату в цілому відповідає вимогам згідно наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 №40.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. У роботі виконано аналіз класичних і сучасних вітчизняних і закордонних літературних джерел, присвячених впливу рідкометалевих середовищ на конструкційні сталі. Акцентовано увагу на зміні механічних властивостей сталей внаслідок їх окрихчення у металевих розплавах, розглянуто моделі та основні механізми рідкометалевого окрихчення. Водночас явища масопереносу між твердим і рідким металами, що призводять до окрихчування, висвітлено менше, використано мало сучасних посилань.
2. Механізм впливу рідкометалевого середовища на сталі, що знаходяться у напруженому стані, визначається адсорбційним, корозійним та дифузійним чинниками. Проте автор дисертації не застосовує постулатів теорій адсорбції, дифузії та корозії для трактування отриманих результатів.
3. У роботі не наведено даних про зміну хімічного складу і структурно-фазового стану поверхневих шарів сталей після випробувань у розплавах, що б дозволило глибше зrozуміти механізм рідкометалевого окрихчення.
4. У п.1.1 наведено рівняння Арреніуса, в поясненні до якого допущено помилки.
5. На стор. 54 і 55 стверджується, що «вплив рідкометалевого середовища спостерігається до температури плавлення свинцю (327°C)». Чи коректно

говорити про вплив *рідкометалевого середовища* на метал, якщо за температури 200...300°C свинець ще перебуває у твердому стані?

6. На рис.3.14 наведено температурні залежності зміни пластичності сталі 20Х13 у вакуумі, свинці та евтектиці, а на 3.15 – розрахований на їх основі коефіцієнт впливу середовища. Згідно з рис.3.14, максимальне зниження пластичності у свинці спостерігається за 350...450 °C, а відповідно до рис.3.15 – за 500 °C. Який параметр доречніше використовувати для опису зміни пластичності?
7. У тексті дисертації подекуди трапляються дрібні невідповідності і неточності, тавтологія, друкарські та пунктуаційні помилки. Зокрема, назва таблиці 1.1 не зовсім відповідає її змісту; рис.3.17 відноситься до п.3.2, а вміщено у п.3.3; наступним після рис.3.17 є рис.3.24; на рис.4.12 позначення 20 °C на осі абсцис нелогічне.

Наведені вище зауваження, побажання та дрібні неточності не зменшують вагомості отриманих результатів і не змінюють позитивної оцінки роботи в цілому.

Висновок. Дисертаційна робота Кухара Івана Степановича «Вплив структурно-фазового стану хромистих сталей на їх окрихчення у свинцевих розплавах» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові наукові та практичні результати щодо встановлення основних закономірностей впливу структурно-фазового складу сталей на їх механічні характеристики в умовах одновісного розтягу та чистого згину у свинцевих розплавах за підвищених температур.

Дисертація І.С. Кухара за своєю актуальністю, науковою новизною, обґрунтованістю та достовірністю наукових положень, за отриманими оригінальними науково обґрунтованими результатами, висновками, практичними рекомендаціями та використанням сприяє вирішенню матеріалознавчих проблем, пов’язаних із забезпеченням міцності і довговічності конструкційних матеріалів, що експлуатуються у рідкометалевих середовищах.

Робота відповідає вимогам п. 9, 11, 12, 13 Постанови «Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів» діючого законодавства України, а її

автор Кухар Іван Степанович заслуговує присвоєння йому наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.02.01 – матеріалознавство.

Старший науковий співробітник
відділу корозійного розтріскування металів
Фізико-механічного інституту
ім. Г.В. Карпенка НАН України,
кандидат технічних наук, доцент

Х.Б. Василів



Omphuleton
16. 11. 2018