

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Нетребка Валерія Володимировича «Наукові та технологічні основи підвищення механічних і службових властивостей високохромистих чавунів», яка подається до захисту на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство

Актуальність теми дисертації. В дисертаційній роботі Нетребка Валерія Володимировича, яку подано до захисту розв'язується вельми важлива і актуальна задача – підвищення експлуатаційної стійкості деталей значної вартості, що використовуються в агресивних середовищах гірничої, металургійної, хімічної та будівельної галузях України. Низька стійкість деталей перекачувальних насосів, пульпопроводів, футеровок кулькових млинів та решти механізмів інтенсивного абразивного, гідроабразивного та корозійного зношування обумовлює не виправдані витрати на ремонт та відновлення обладнання. Поєднання необхідних, але взаємно неприйнятних властивостей для високохромистих зносостійких (ЗЧХ) чавунів обумовлює протиріччя, які не можливо подолати тільки в спосіб термічного оброблення.

Значний внесок у теоретична та практичне вирішення поставленої задачі автор зробив завдяки оптимізації хімічного складу та режимів термічної обробка ЗЧХ для різних умов експлуатації із урахуванням технологічних потреб міжгалузевого рівня.

Оцінка обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Обґрунтованість та достовірність основних наукових положень дисертаційної роботи підтверджено правильним вибором сучасного дослідного обладнання та проведенням коректних експериментальних досліджень. Результати, висновки та рекомендації дисертаційної роботи базуються на значному теоретичному та

експериментальному матеріалі, який узгоджується із сучасними уявленнями матеріалознавства і розкриває сутність вирішення наступних завдань:

- систематизовано утворення карбідних фаз та запропоновано зміни в діаграмі Fe-C-Cr;
- встановлені закономірності розподілу легувальних елементів між фазами у процесі кристалізації та охолодження виливків ЗЧХ у формі і наступної термічної обробки;
- визначено взаємозв'язок між хімічним складом, структурою, механічними, технологічними та експлуатаційними характеристиками ЗЧХ;
- розроблено хімічні склади високохромистих комплекснолегованих чавунів та їхнє термічне оброблення з урахуванням умов експлуатації.

Наукова новизна отриманих результатів. Новизна наукових положень дисертаційної роботи, які сформульовані автором, сприяють розвитку структуроутворення у високохромистих комплекснолегованих чавунах у литому та термообробленому станах, що відкриває широкі можливості підвищення терміну експлуатації ЗЧХ в жорстких умовах зношування.

Автором роботи визначені закономірності формування хімічного складу карбідів при кристалізації та охолодженні виливків у формі. Це надало можливість підвищувати властивості хромистих чавунів у процесі експлуатації в умовах зношування завдяки визначення вимог до їхнього хімічного складу, структури, і режимів термічної обробки.

Легування марганцем впливає на розподіл хрому між фазами при кристалізації, охолодженні виливків у формі, наступної термічної обробки та посилює збіднення хромових зон, які межують із карбідами. Тому відпал при 690...720 °C при ізотермічній витримці високохромистих чавунів, які містять більше двох процентів марганцю, частково визиває $\alpha \leftrightarrow \gamma$ перетворення у зонах біля карбідів.

Встановлений зв'язок між станом біля карбідних зон та зносостійкістю чавунів при гідроабразивному зношуванні у середовищі із пульпою та без неї. Це надало можливість оптимізувати хімічні склади чавунів для виробів, які працюють у відповідних умовах.

Практичне значення отриманих результатів. За результатами теоретичних узагальнень та встановлених закономірностей структуроутворення в системі Fe-C-Cr-Mn-Ni розроблено склади зносостійких чавунів та режими їхньої обробки для різних умов експлуатації з урахуванням технологічних вимог.

Загальний економічний ефект від впровадження у виробництво розроблених складів чавунів та режимів їхньої термічної обробки склав 3,18 млн. грн за рік.

Результати роботи використовуються в учбовому процесі: лекційних курсах з навчальних дисциплін “Триботехніка та основи надійності машин”, Фізичні і металургійні процеси при наплавленні та напиленні”, “Поверхневі фізико-хімічні процеси” та “Основи наукових досліджень”.

Зв'язок дисертаційного дослідження з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційне дослідження є складовою частиною держбюджетних тем: “Підвищення конструкційної міцності сплавів на основі заліза та алюмінію” (ДР 0113U005194), “Підвищення надійності і зносостійкості матеріалів і деталей машин та обладнання” (ДР0115U004669), “Забезпечення надійності та зносостійкості матеріалів і деталей машин та обладнання, що експлуатуються в екстремальних умовах” (ДР 0115U004671), “Підвищення механічних і службових властивостей сплавів на основі алюмінію та заліза” (ДР 0115U004672).

Структура та об'єм дисертації: Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертації становить 383 сторінки, у тому числі 286 сторінок основного тексту, 54 таблиць, 160 рисунків, списку використаних

джерел (301 найменування) – 29 сторінках, восьми додатків – на 42 сторінках.

У вступі сформульована актуальність проблеми, визначено мету, основні завдання досліджень, наведені основні отримані автором результати практична їхня значимість і новизна.

Перший розділ містить аналітичний огляд публікацій за напрямом дисертації зокрема впливу хімічного складу та термічної обробки на структуру і властивості високохромистих чавунів із метою підвищення їхніх технологічних та експлуатаційних властивостей. Проведено аналіз різних процесів руйнування виробів із ЗЧХ та інших матеріалів.

На підставі літературного огляду проблеми, визначені мета і задачі дослідження.

Другий розділ присвячено методологічному обґрунтуванню експериментальних досліджень та вибору обладнання, яке застосовується для випробування високохромистих чавунів різного хімічного складу.

Оцінювання фізичного та механічного впливу різця на структуру та властивості ЗЧХ здійснювалось порівнянням структури та мікротвердості металеві основи до-та після механічної обробки.

Корозійну стійкість чавунів у водяному розчині HCl визначалась стандартним способом за втратою маси з одиниці площі поверхні зразків за тривалий термін. Оцінку зношування чавунів в результаті дії абразивного та гідроабразивного середовища проводили за випробуваннями на установці барабанного типу.

Обробка результатів досліджень проводилась із застосуванням сучасних методів математичної статистики.

У третьому розділі виконано систематизацію спеціальних карбідів, які виділяються у системах Fe-C-Cr та Fe-C-Mn. Цікавим є переконанням автора роботи про трансформацію карбідів у напрямку підвищення вмісту хрому та вуглецю.

Якісним досягнення роботи є встановлена специфіка впливу хрому та марганцю на концентрацію хрому в прикарбідних ділянках. Зокрема, що збільшення хрому в сплаві зменшує хімічну неоднорідність металевої основи.

Встановлені залежності мінімального вмісту хрому в основі, твердості та мікротвердості фаз від хімічного складу чавуну дозволили визначити оптимальні склади чавунів для різних умов функціонального призначення з урахуванням технологічних вимог.

У четвертому розділі вивчається позитивний вплив термічного оброблення на розподіл і формування карбідів та металевої основи на границі фаз карбід-основа та властивості чавунів.

Показано, що термічна обробка сприяє утворенню стабільних карбідів, які містять більше хрому та вуглецю, зменшує концентрацію хрому в металевій основі. Відпал при 690 °C та 720 °C збільшує неоднорідність розподілу хрому в металевій основі, а нормалізація від 1050 °C зменшує. Автором розроблена схема перерозподілу легувальних елементів в спеціальних карбідах після нормалізації від 1050 °C з утворенням ділянок аустеніту. Формування нової фази із збільшеним вмістом хрому в карбідах відбувається, як стверджує автор роботи, подібно до розпаду твердого розчину тобто подібно евтектоїдному розпаду.

Застосування методів математичної статистики дозволило оптимізувати хімічний склад чавуну та вибрати режим його термічної обробки і, відповідно, отримати максимальну твердість 67,8 HRC.

У п'ятому розділі показано позитивну роль від легування марганцем та нікелем на оброблюваність різанням високохромистих чавунів. Встановлені залежності зношування різця (I_p) від вмісту C, Cr, Mn та Ni. Регресійна залежність впливу хімічного складу чавуну на оброблюваність різанням лезвійним інструментом дозволила розробити зносостійкий чавун підвищеної оброблюваності різанням, який захищено патентом України.

Шостий розділ присвячено дослідженню процесів руйнування високохромистих чавунів в умовах корозійного та гідрообразивного середовища. Дослідження чавунів відбувається на границі розподілу фазових складових карбід-основа.

Позитивними результатами підтверджено на практиці застосування нормалізації, що пояснюється гомогенізацією металевої основи. Визначено хімічні склади чавунів із мінімальними втратами маси ($\text{г/м}^2 \text{ год}$) у стані литва та після різного виду термічної обробки. Після нормалізації, мінімальні втрати ($I_{\text{пульп}} 1050 - 4,5$) $0,31 \text{ г/м}^2 \text{ год}$ мав чавун з максимальним вмістом хрому і марганцю та мінімальним вмістом вуглецю і нікелю.

Сьомий розділ містить порівняльні властивості розроблених чавунів різного функціонального призначення, які мають високі показники стійкості у відповідних умовах експлуатації і відповідають певним технологічним вимогам виробництва.

Визначені чинники, що позитивно впливають на експлуатаційні характеристики зносостійких чавунів. Рекомендовані чавуни, за окремими показниками, перевищують властивості чавуну 300X28H2 у декілька разів.

Впровадження у виробництво розроблених чавунів та технологічних рішень, які дають змогу зменшити собівартість виробів із високохромистих чавунів та отримати значний (очікуваний) економічний ефект 3,18 млн. грн за рік.

Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації, а його оформлення, в цілому, відповідає вимогам, які висуваються до докторських дисертацій.

Публікації за темою дисертацій. Основні результати і положення дисертації викладені у 41 науковій праці, з яких вісім публікацій у закордонних виданнях, одна публікація входить до бази даних Scopus, 20 публікацій входять до інших баз даних, один патент України, чотири статті у фахових виданнях України та 15 тез доповідей.

Дисертаційна робота Нетребка Валерія Володимировича заслуговує позитивної оцінки. Разом з тим вона містить низьку недоліків:

1. Висновки написані у констатуючому плані, не розкривають суті проблем. Наприклад, у першому висновку, а він дуже важливий для характеристики наукової новизни, автор просто написав, що у метастабільних карбідах вміст хрому зменшується від центральних до поверхневих шарів, що зумовлює в них водночас хімічну і структурну неоднорідності. А хотілось б побачити, в чому полягає структурна неоднорідність спеціальних карбідів, тобто, як змінюється кристалічна ґратка карбіду.
2. На сторінці 236 дисертації автор помилково стверджує, що легування нікелем сприяє утворенню аустеніту несхильного до наклепу, що на його думку, зменшувало зношування різця.
3. Автором не зроблено теоретичного підґрунтя для наведеної можливої схеми трансформації карбідів: $(\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{C} \rightarrow (\text{Cr}, \text{Fe})_7\text{C}_3$; $(\text{Fe}, \text{Cr})_7\text{C}_3 \rightarrow (\text{Cr}, \text{Fe})_7\text{C}_3$; $(\text{Fe}, \text{Cr})_7\text{C}_3 \rightarrow (\text{Cr}, \text{Fe})_3\text{C}$, які мають різний тип кристалічної ґратки та іншу стехнометрію.
4. Висновок автора щодо збільшення вмісту хрому у сплаві сприяє зростанню масової частки вуглецю в карбідах – давно відомий факт.
5. Автором приділено занадто багато уваги рентгеноспектральним випробуванню хімічного складу карбідів, водночас основні результати досліджень дисертації ґрунтуються на структуро-фазових складових тобто рентгеноструктурному аналізі.
6. Зустрічаються не зовсім вдалі вирази, описки та повтори, на які вказано дисертанту.

Водночас, зроблені зауваження не є запереченням завершеності роботи і не зменшують її теоретичної та практичної цінності, а також не викликають сумніву у достовірності її наукових положень, висновків і практичних рекомендацій.

У роботі присутні усі елементи пошуку – від теоретичних та лабораторних досліджень до апробації на виробництві, що спільно може бути охарактеризовано, як успішне розв'язання важливої науково-практичної задачі, пов'язаної із впровадженням у виробництво розроблених марок високохромистих чавунів та технологічних рішень підвищення їхньої ефективності.

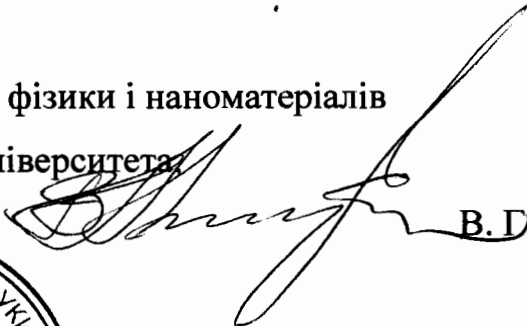
Дисертаційна робота Нетребка Валерія Володимировича «Наукові та технологічні основи підвищення механічних і службових властивостей високохромистих чавунів» є завершеною науково-дослідною роботою, яка за вмістом, важливістю отриманих науковообґрунтованих результатів, висновків та рекомендацій, їхньою достовірністю та практичною значимістю відповідає вимогам п.п. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 року зі змінами МОН України №656 від 29.08.2015 року, щодо докторських дисертацій, а її автор Нетребко В.В. заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавства.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри прикладної фізики і наноматеріалів

Запорізького національного університета

д-р техн. наук, професор



В. Д. Міщенко

Вчений секретар ЗНУ



О. А. Проценко