# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0519U001631

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 18-10-2019

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Ямшинський Михайло Михайлович
2. Yamshynskyi Mykhailo Mykhailovych

**Кваліфікація:** к. т. н., 05.16.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор наук

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 05.16.04

**Назва наукової спеціальності:** Ливарне виробництво

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 10-10-2019

**Спеціальність за освітою:** Ливарне виробництво чорних і кольорових металів

**Місце роботи здобувача:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Перемоги, 37, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 26.232.01

**Повне найменування юридичної особи:** Фізико-технологічний інститут металів та сплавів Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417153

**Місцезнаходження:** бульв. Вернадського, 34/1, м. Київ, Київська обл., 03142, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Перемоги, 37, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 53.31.21.07, 55.15.15

**Тема дисертації:**

1. Жаростійкі та зносостійкі ливарні сплави на основі заліза для роботи в екстремальних умовах

2. Heat resistant and wear resistant iron based casting alloys for work under extreme conditions

**Реферат/анотація:**

1. У роботі розглянуто дослідження впливу легувальних елементів: хрому, алюмінію, вуг-лецю, титану та РЗМ на комплекс ливарних, механічних та спеціальних властивостей і структу-ру жаростійких сталей і визначено оптимальний вміст в них цих елементів, що забезпечує най-краще поєднання технологічних і експлуатаційних характеристик. Для виготовлення жаростійких литих деталей, що працюють в умовах високих темпера-тур та агресивних середовищ, створено стали такого хімічного складу, % мас.: C = 0,25…0,35; Cr = 25…32; Al = 1,2…3,5; Ti = 0,25…0,50; Si <1,0; Mn <0,8; P <0,025; S <0,025. Установлено, що для досягнення високих технологічних властивостей, тривалої та на-дійної експлуатації виробів в екстремальних умовах у сплавах необхідно витримува-ти відношення [%Cr] / [%Al] = 6…10, тобто, за вмісту в сталі 25% хрому кількість алюмінію має складати 3,5…4,5%, а для сталі з 30% хрому – 2,0…3,0% алюмінію. Вміст вуглецю в усіх сплавах має зберігатися в межах 0,25…0,35%, а титану – 0,25…0,50%.

Рентгенографічними та мікрохімічними дослідженнями оксидної плівки, яка утворюєть-ся на поверхні виробів в процесі їх експлуатації в умовах високих температур та агресивних се-редовищ, установлено, що вона складається з оксидів хрому, алюмінію, титану та незначної кі-лькості оксидів заліза. Оксидна плівка утворюється на поверхні виробу протягом декількох де-сятків хвилин на початку його експлуатації і в подальшому надійно захищає виріб під час робо-ти в екстремальних умовах внаслідок зростання в ній кількості оксиду алюмінію. Така плівка має найвищі захисні властивості й практично визначає термін експлуатації виробу. Дослідженнями механічних властивостей за високих температур і термостійкості ство-рених сталей установлено, що вибір марки сталі для виготовлення жаростійких виробів необ-хідно здійснювали, перш за все, спираючись на конфігурацію виробу, товщину стінки литої де-талі, її габаритні розміри та враховувати ливарні властивості створених сталей. Установлено, що за температур експлуатації понад 1100 °С середньовуглецеві хромо-алюмінієві сталі феритного класу мають набагато вищі окалиностійкість і ростостійкість, ніж хромонікелеві сталі аустенітного класу, хоча міцність і пластичність останніх дещо вищі в порі-внянні з хромоалюмінієвими сталями. Це підтверджує доцільність заміни дорогих хромонікеле-вих сталей дешевими хромоалюмінієвими для виготовлення литих деталей, які працюють в умовах високих температур та агресивних середовищ без зовнішніх навантажень. Визначено перспективність розширення меж використання рекомендованих сталей виго-товленням жаростійкої продукції з використанням термомеханічної обробки литих заготовок пресуванням і куванням. Для роботи в умовах інтенсивного зносу створено новий безнікелевий високозносостій-кий хромомарганцевий чавун з високими експлуатаційними та задовільними ливарними влас-тивостями хімічного складу, % мас.: 2,8...3,2 С; 18,0...20,0 Cr; 3,5...4,5 Mn; 0,6...0,8 Si; P < 0,05; S < 0,05. Для підвищення зносостійкості чавуну на 20...25% його доцільно мікролегувати тита-ном у межах 0,1...0,5%, ванадієм – 0,5...0,8% або сурмою – 0,1...0,2% й модифікувати бором у межах 0,005...0,020% або РЗМ – 0,1...0,25% (за присадкою). Для досягнення максимальної твердості металу та зносостійкості виробів із рекомендованих хромомарганцевих чавунів їх не-обхідно гартувати на повітрі з температур 900...950 °С. Створено банк даних щодо впливу хрому, алюмінію, вуглецю, титану й РЗМ на техноло-гічні та експлуатаційні властивості запропонованих сплавів. Розроблено й апробовано програм-не забезпечення розраховування шихти для виплавляння сплавів з високим вмістом хрому й прогнозування якості розплаву, що знаходиться в плавильному агрегаті, за результатами пер-шого хімічного аналізу та температурами його перегрівання в плавильному агрегаті й заливання в ливарні форми. Розроблено технологічні процеси виплавляння запропонованих жаростійких і зносостій-ких сплавів в індукційних і дугових печах з різними футеровками й виготовлення дрібних і ве-ликогабаритних тонкостінних виливків із цих сплавів литтям у разові об'ємні піщано-глинясті форми та спеціальними способами лиття: в оболонкові та металеві форми, за моделями, що ви-топлюються або газифікуються й відцентровим литтям. Із сплавів можна виготовляти виливки масою від декількох десятків грамів до декількох сотень кілограмів різної геометрії й з різними товщинами стінок. Для здійснення процесів плавлення розроблено відповідні технологічні ін-струкції.

2. In this thesis work the influence of alloying elements: chromium, aluminum, carbon, titanium and REM on the complex of foundry, mechanical and special properties and the structure of heat-resistant steels has been examined and the optimal content of these elements has been determined, pro-viding the best combination of technological and operational characteristics. For the manufacture of heat-resistant cast parts, which operate in the conditions of high tem-peratures and aggressive environments, steels with the following chemical composition,% by weight: C = 0,25...0,35; Cr = 25...32; Al = 1,2...3,5; Ti = 0,25...0,50; Si <1,0; Mn <0,8; P <0,025; S <0,025 have been developed. It has been established that in order to achieve high technological properties, long and efficient operation of products under extreme conditions in alloys the ratio [% Cr] / [% Al] = 6 ... 10 must be kept, that is, with chromium content of 25% in steel aluminum should be 3.5 ... 4.5%, and for steel with 30% of chromium - 2,0 ... 3,0% of aluminum. The carbon content of all alloys should be kept within the limits of 0,25 ... 0,35%, and the titanium - 0,25 ... 0,50%. X-ray studies and microchemical tests of an oxide film which is formed on the surfaces of products during their operation in the conditions of high temperatures and aggressive environments have found that it consists of oxides of aluminum, chromium and titanium and small quantity of

ferrous oxide. The oxide film is formed on the surface of a product for several tens of minutes at the beginning of its operation and in future protects the product under extreme conditions due to the in-crease the amount of aluminum oxide in it. Such film has the highest protective properties and practi-cally determines the product lifetime. The research of mechanical properties at high temperatures and the thermal stability of created steels has established that the choice of the steel grade for the production of heat-resistant products should be based mostly on the configuration of a product, the thickness of the wall of a cast part, its overall dimensions and the foundry properties of the recommended steels should be taken into account. It has been established that for temperatures above 1100 ° C, medium carbon chromium-aluminum steels of the ferrite class have much higher oxidation resistance and resistance to growth than chromium nickel steels of austenitic class, although the strength and plasticity of the latter are somewhat higher if compare with chromium-aluminum steels. This confirms the expediency of replac-ing expensive chromium-nickel steels with cheap chrome-aluminum for the production of cast parts, which work in high temperature and aggressive environments without external loads. The prospect of expanding the limits of the use of recommended steels for the production of heat-resistant products with the use of thermo-mechanical treatment of cast sections by pressing and forging has been determined. To operate in conditions of intense wear, a new nickel-free high abrasion-resistant chromium-manganese cast iron with high operational and satisfactory foundry properties of chemical composi-tion,% mass: 2,8...3,2 C; 18,0...20,0 Cr; 3,5...4,5 Mn; 0,6...0,8 S; P <0,05; S <0,05 has been developed. To increase wear resistance of cast iron up to 20...25% it is advisable to microalloy it with titanium within the limits of 0,1...0,5%, vanadium – 0,5...0,8% or antimony – 0,1...0,2% and modify with boron in the range of 0,005...0,020% or REM – 0,1...0,25% (by additive). In order to achieve the maximum hardness of metal and wear resistance of products from the recommended chromium-manganese cast irons, they must be quenched in the air at temperatures of 900...950 °C. A data bank has been created on the influence of chromium, aluminum, carbon, titanium and REM on the technological and operational properties of the proposed alloys. The program has been developed and tested for calculation of charge for melting of alloys with high chromium content and the prediction of the quality of the melt in the melting unit, based on the results of the first chemical analysis and the temperatures of its overheating in the melting unit and pouring into molds. The technological processes of melting of the proposed heat-resistant and wear-resistant alloys in induction and arc furnaces with various lining and manufacturing of small and large-sized thin-walled castings from these alloys by casting in one-time three-D sandy-clay forms and special methods of casting: in shell and metal forms, for models that are hot or gasified and centrifugal casting. Cast-ings can be made from alloys from a few tens of grams to several hundreds of kilograms of different geometry and with different wall thicknesses. For implementation of melting processes, the corre-sponding technological instructions have been developed.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Могилатенко Володимир Геннадійович

2. Mogulatenko Volodimir Genadievich

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.16.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Могилатенко Володимир Геннадійович

2. Mogulatenko Volodimir Genadievich

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.16.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Хричиков Валерій Євгенович

2. Khrychykov Valerii Yevhenovych

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.16.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Пономаренко Ольга Іванівна

2. Ponomarenko Olha

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.16.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Луньов Валентин Васильович

2. Lunyov Valentyn Vasilyovich

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.16.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

## VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** Дубодєлов Віктор Іванович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** Дубодєлов Віктор Іванович

**Відповідальний за підготовку облікових документів**

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності**




Юрченко Т.А.