

Розроблення методології прогнозування структури і властивостей металу у виливках із сплавів на основі заліза з високим вмістом хрому

Разработка методологии прогнозирования структуры и свойств металла в отливках из сплавов на основе железа с высоким содержанием хрома

Development methodology prediction structure and properties of the metal in the casting of iron-based alloys with high chromium content

1. Номер державної реєстрації теми - 0113U000649, НТУУ «КПІ» - 2632-п.

2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Могилатенко В.Г., д.т.н., проф. Могилатенко В.Г., Ph.D., prof. Mogylatenko V.G.

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

Основна науково-технічна ідея роботи полягає в тому, щоб на підставі аналізу експлуатації литих деталей, виготовлюваних із сталей з високим вмістом хрому й використовуваних в умовах високих температур, агресивних середовищ і корозії, власних результатів досліджень впливу хрому на структуру і властивості заліза, визначення його оптимального вмісту в металі, який забезпечував би необхідні структуру і властивості, технологій виплавляння і створення необхідних умов кристалізації у формі з урахуванням її властивостей.

Робота виконувалася з метою створення методології прогнозування властивостей високохромистих розплавів до випускання їх із плавильного агрегату та структури й властивостей металу у виливках. Використано сучасні методики визначення ливарних, механічних і спеціальних властивостей.

Для досягнення поставленої мети створено масив даних щодо впливу хрому на ливарні, механічні і спеціальні властивості сплавів, отримано аналітичні залежності, що описують вплив хрому на окислостійкість сталей за різних температур, досліджено вплив технологічних факторів плавлення та розливання сплавів з високим вмістом хрому на формування структури і властивостей металу у виливках. Розроблено методологію прогнозування структури і властивостей металу у виливках, здійснено апробацію в лабораторних умовах розроблених методик контролю якості розплаву і процесів кристалізації металу в ливарній формі.

Розроблено методику та програмне забезпечення розрахування шихти для сплавів з високим вмістом хрому та програму прогнозування ливарних і механічних властивостей сплавів за результатами першого хімічного аналізу розплаву і температурою його перегрівання в плавильному агрегаті та перед заливанням у ливарну форму, що дає можливість своєчасно скоригувати хімічний склад і температуру металу перед випусканням його із печі.

(рос.)

Основная научно-техническая идея работы заключается в том, чтобы на основании анализа эксплуатации литых деталей, изготавливаемых из сталей с высоким содержанием хрома и используемых в условиях высоких температур, агрессивных сред и коррозии, собственных результатов исследований влияния хрома на структуру и свойства железа, определение его оптимального содержания в металле, который обеспечивал бы необходимые структуру и свойства, технологий выплавки и создание необходимых условий кристаллизации в форме с учетом ее свойств.

Работа выполнялась с целью создания методологии прогнозирования свойств высокохромистых расплавов до выпуска их из плавильного агрегата, структуры и свойств металла в отливках. Используются современные методики определения литейных, механических и специальных свойств.

Для достижения поставленной цели создан массив данных по влиянию хрома на литейные, механические и специальные свойства сплавов, получены аналитические зависимости, описывающие влияние хрома на окислостойкость сталей при различных

температурах, досліджено вплив технологічних факторів плавлення і розливу сплавів з високим вмістом хрому на формування структури і властивостей металу в отливках. Розроблена методологія прогнозування структури і властивостей металу в отливках, здійснена апробація в лабораторних умовах розроблених методик контролю якості розплаву і процесів кристалізації металу в литійній формі.

Розроблена методика і програмне забезпечення, що враховує шихту для сплавів з високим вмістом хрому і програму прогнозування литійних і механічних властивостей сплавів по результатам першого хімічного аналізу розплаву і температурою перегріву в плавильному агрегаті і перед заливкою в литійну форму, що дає можливість своєчасно скорректировать хімічний склад і температуру металу перед випуском його з печі.

(англ.)

The main idea of the scientific and technical work is that based on the analysis of operation of cast parts, made of steel with a high chromium content and used at high temperatures, corrosive media and corrosion, own research findings, influence of chromium on the structure and properties of iron, its definition the best content in the metal, which would provide the necessary structure and properties, smelting technology and the creation of the necessary conditions of crystallization in the form given its properties.

The work was performed in order to create methodology for predicting the properties of high-chromium melts to release them from the melting unit, the structure and properties of metal castings. The modern methods of determining casting, mechanical and special properties was used.

To achieve the goal to create an array of data on the effect of chromium on the casting, mechanical properties and special alloys, analytical dependences describing the effect of chromium on scaling resistance of steels at different temperatures, the influence of process factors melting and casting alloys with high chromium content on the structure and properties metal castings.

Developed a methodology for predicting the structure and properties of metal castings, testing carried out in the laboratory developed methods of quality control of the melt and crystallization processes of the metal in the mold. The technique and software for calculating the charge alloys with high chromium content and a program of forecasting the casting and mechanical properties of the alloys after the first chemical analysis of the melt and superheat the melting temperature of the machine and prior to pouring into the mold, which enables a timely correct chemical composition and temperature of the metal before releasing it from the oven.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

Заплановано отримати 2 патенти на винахід.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Розроблені спеціальні сплави відповідають світовому рівню кращим відомим у світовій практиці ливарного виробництва. Визначення раціонального хімічного складу сталей та відповідні технологічні процеси їх виплавлення і розливання в ливарні форми дасть змогу не тільки забезпечити потрібні робочі характеристики та термін експлуатації спеціальних виливків, але і заощадити значну кількість феросплавів.

Розроблена програма прогнозування властивостей розплавів з високим вмістом хрому значною мірою полегшить виробникам вирішувати технологічні питання, пов'язані з виготовленням високоякісних литих деталей для роботи в екстремальних умовах. Розроблена програма не має аналогів у світовій практиці виробництва литих деталей з високим вмістом хрому для виготовлення виливків відповідального призначення.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Розроблені нові сталі з різним вмістом хрому та рекомендовані технологічні процеси забезпечать виробництво високоякісних виливків, які мають наперед задану структуру і властивості, для роботи в екстремальних умовах і будуть використані в ливарних цехах або спеціалізованих дільницях заводів, що виготовляють жароміцні, жаростійкі і корозійностійкі виливки відповідального призначення, через окремі господарчі договори, угоди.

Використання результатів НДР під час виготовлення литих деталей спеціального призначення із розроблених сплавів та за відповідними технологіями дасть можливість знизити собівартість виробів на 15-20% і одночасно підвищити їх працездатність на 20-25%.

Економічний ефект внаслідок оптимального вмісту хрому та інших елементів завдяки використанню розробленого програмного забезпечення та технологічних процесів за розрахунками складатиме в сучасних цінах не менше 12 тис. грн. на 1 т продукції.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Результати роботи можуть бути використані в ливарних цехах підприємств Мінпромполітики, Мінтопенерго України та за кордоном через продаж ліценцій на хімічний склад розроблених спеціальних сплавів і технології виготовлення із них деталей різними способами лиття.

Організації, які зацікавлені у використанні результатів роботи:

- як виробники спеціальних виливків: СО ПАТ «Донбасенерго», «Електроремонт», м. Донецьк, МПП «ПАТАР», м. Рівне, Придніпровський ремонтно-механічний завод, м. Дніпропетровськ та ін.

- як споживачі: теплові електростанції систем «Дніпроенерго», «Центренерго», «Востокенерго», «Київенерго», металургійні підприємства та підприємства по виробництву цементу.

8. Стан готовності розробки.

На даний момент розроблена програма прогнозування властивостей жаростійких хромоалюмінієвих сталей, яка значною мірою полегшить виробникам вирішення технологічних питань, пов'язаних з виробництвом жаростійких литих деталей із сталей цього класу.

Розроблені технологічні інструкції для виплавляння сталей з високим вмістом хрому в індукційних та дугових печах.

9. Існуючі результати впровадження.

Програма прогнозування властивостей жаростійких хромоалюмінієвих сталей та розрахунку шихти передана і успішно апробована підприємством СО «Електроремонт» ВАТ «Донбасенерго», м. Донецьк (базове підприємство спільної лабораторії жаростійких і зносостійких сплавів для теплоенергетичного обладнання Міністерства освіти і науки та Міністерства енергетики та вугільної промисловості, яка входить до складу кафедри ливарного виробництва НТУУ «КПІ»). Договір та кошти не отримано у зв'язку зі складною військово-політичною ситуацією в Донецькій обл.

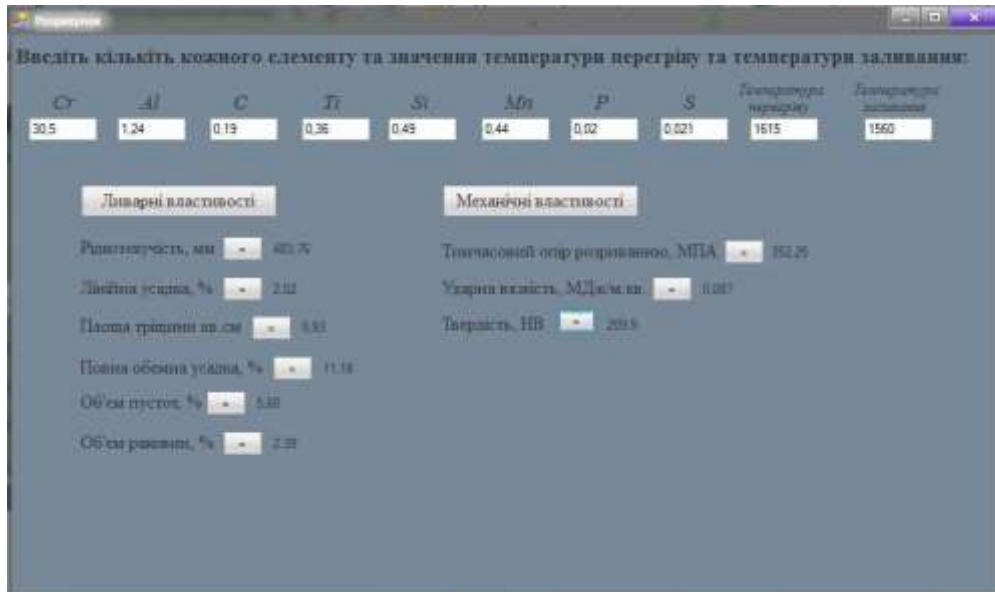
Матеріали роботи використано при підготовці нових лекційних курсів та циклів лабораторних робіт у дисциплінах «Сталева литва», «Кристалізація чавуну у формі», «Виробництво виливків із чавуну» та «Виробництво виливків із сталей».

За матеріалами роботи підготовлена кандидатська дисертація за темою: «Хромомарганцеві зносостійкі чавуни для роботи в умовах гідроабразивного зношування». Захист заплановано в лютому 2015 року. Готується докторська дисертація на тему: «Наукові основи прогнозування властивостей сплавів на основі заліза з високим вмістом хрому».

Основні положення роботи використано при написанні монографії «Стальное литье» / Г.Е.Федоров, М.М. Ямшинский, Е.А.Платонов, Р.В. Лютый. – К.:НТУУ КПІ, ПАО «Випол», 2013. – 896 с.

10. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ"КПІ", інженерно-фізичний факультет, кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів, 406-82-19, foundry@iff.kpi.ua



Головне вікно програми прогнозування з визначеними хімічним складом і властивостями хромоалюмінієвої сталі

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

Монографія:

1. «Стальное литье» / Г.Е.Федоров, М.М. Ямшинский, Е.А.Платонов, Р.В. Лютый. – К.:НТУУ КПИ», ПАО «Випол», 2013. – 896 с.

Наукові статті та тези:

1. Радченко К.С., Платонов Е.А., Ямшинский М.М., Федоров Г.Е. Влияние титана и редкоземельных металлов на структуру износостойкого высокохромистого чугуна // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2013 №4 С. 40...42.

2. Ямшинский М.М., Радченко К.С., Федоров Г.Е., Платонов Е.А. Служебные характеристики микролегированных и модифицированных белых чугунов // *Литье и металлургия*. – 2013 №4(73) С. 29...34.

3. М.М. Ямшинский, Г.Е. Федоров, Е.А. Платонов Физические и специальные свойства литейных хромоалюминиевых сталей // *Литье и металлургия*. – 2013 №4(73) С. 65...70.

4. Радченко К.С., Ямшинский М.М., Федоров Г.Е., Платонов Е.А. Повышение служебных свойств Ст-Mn-чугуна комплексным модифицированием // *Металлургия. Машиностроение*. – 2014. – №2, С. 22...25.

5. Грядовський І.О., Ямшинський М.М. Прогнозування ливарних і механічних властивостей хромоалюмінієвих сталей за їх хімічним складом і температурою розплаву перед заливанням у форму // *Міжнародна науково-технічна конференція. Нові матеріали і технології в машинобудуванні 2014, 20...21 травня 2014, м. Київ, С. 149-151.*