

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ „КПІ”**

**ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**



**НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ  
В МАШИНОБУДУВАННІ**

**МАТЕРІАЛИ**

**VIII Міжнародної науково-технічної конференції**

Україна, Київ

2016

<i>Дорошенко В.С.<sup>1</sup>, Калюжний П.Б.<sup>2</sup> (<sup>1</sup>ФТИМС НАН України, г. Київ; <sup>2</sup>ВНУ ім. В. Даля, г. Северодонецк) УСКОРЕННЕ ОХЛАДЖЕННЯ ОТЛИВОК В ПСЕВДООЖИЖЕНОМУ СЛОЕ НАПОЛНИТЕЛЯ НЕПОСРЕДСТВЕННО В ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЕ</i>	40
<i>Дорошенко В.С., Шинський І.О. (ФТИМС НАН України, м. Київ) ПРО РОЗРОБКУ НАУКОВИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАСАД КОНСТРУЮВАННЯ ВИЛИВКІВ, ОПТИМАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ЇХ ВИРОБНИЦТВА І АВТОМАТИЗОВАНИХ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ</i>	41
<i>Дорошенко В.С., Яковичин О.А. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ПРЕДПОСЫЛКИ ПРИМЕНЕНИЯ АЦЕТАТА НАТРИЯ («NOT ICE») В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛА РАЗОВЫХ МОДЕЛЕЙ</i>	42
<i>Дорошенко В.С. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ФОРМООБРАЗУЮЩИЕ И СВЯЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ ПРИ ЛИТЬЕ ПО ЛЕДЯНЫМ МОДЕЛЯМ</i>	42
<i>Дорошенко В.С. (ФТИМС НАН України, г. Київ) О ПОДДЕРЖАНИИ БАЛАНСА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА У СТЕНКИ ФОРМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК ПРИ ЛГМ</i>	43
<i>Дорошенко В.С. (ФТИМС НАН України, г. Київ) СОЧЕТАНИЕ ЛИТЬЯ ПО РАЗОВЫМ МОДЕЛЯМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ И ОПТИМИЗАЦИЕЙ ТОЛЩИН СТЕНОК ОТЛИВКИ КАК МЕТОД МЕТАЛЛОСБЕРЕЖЕНИЯ</i>	45
<i>Доценко Ю.В., Селівьорстов В.Ю., Доценко Н.В. (НМетАУ, м. Дніпропетровськ) ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИЛИВКІВ</i>	46
<i>Дядюн К.В., Чебукина В.Ф. (Херсонский политехнический колледж, м. Херсон) ПРОЦЕСС НАНЕСЕНИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЦЕССОМ</i>	47
<i>Жбанова О.М., Хомовська А.О. (ДВНЗ «КНУ», м. Кривий Ріг) ПОКРАЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЛИТОГО КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ВІДХОДІВ</i>	51
<i>Жижкина Н.А., Илюшкин Д.А., Зенцова Е.А. (БГТУ, г. Брянск) КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ВАЛКОВОЙ ОТЛИВКИ</i>	52
<i>Затуловский А.С. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЛИТЬЕ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ, АРМИРОВАННЫХ ПРОДУКТАМИ РЕЦИКЛИНГА</i>	53
<i>Захарченко А.В. (Университет «Украина», г. Київ) МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ</i>	54
<i>Зеленый Б.Г. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ВЛИЯНИЕ ТЕРМОВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ И МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА ГАЗОНАСЫЩЕННОСТЬ ЧУГУНА</i>	55
<i>Золотоверх В.А.<sup>1</sup>, Микитчик А.В.<sup>2</sup>, Рудой Ю.Е.<sup>2</sup> (<sup>1</sup>НТУУ «КПІ», м. Київ; <sup>2</sup>МЦ ЕПТ ІЕЗ ім. Є.О. Патона, м. Київ) ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИФУЗІЙНОГО БАР'ЄРНОГО ШАРУ В ЖАРОСТІЙКОМУ ПОКРИТТІ NiAl, ОТРИМАНОМУ ПО ОДНОСТАДІЙНІЙ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВІЙ ТЕХНОЛОГІЇ</i>	56
<i>Идрис Г.Г., Акимов О.В., Марченко А.П. (НТУ «ХПИ», г. Харьков) КОМПЛЕКСНОЕ КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ПОРШНЕЙ</i>	58
<i>Исаева Л.Е. (НМетАУ, г. Днепропетровск) ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ НИТРИДНЫХ ФАЗ В КАВИТАЦИОННОСТОЙКИХ СТАЛЯХ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА</i>	59
<i>Иванов В.Г., Пірожкова В.П. (ЗНТУ, м. Запоріжжя) БУДОВА ГРАФІТОВИХ ВКРАПЛЕНЬ У ВИСОКОМІЦНИХ ЧАВУНАХ</i>	60
<i>Иванова Л.Х., Білий О.П., Алексєєнко А.С., Юрченко Ю.О. (НМетАУ, г. Дніпропетровськ) МОДИФІКУВАННЯ ТА ЛЕГУВАННЯ ВАЛКОВОГО ЧАВУНУ</i>	61
<i>Иванова О.С., Лисюк Р.О., Рибак В.М. (НТУУ «КПІ», м. Київ) МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ ФЛЮСІВ ЕШП</i>	63
<i>Иванова О.С., Сєдов М.П., Рибак В.М. (НТУУ «КПІ», м. Київ) КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОЇ ТИГЕЛЬНОЇ ПЛАВКИ НА РІДКОМУ СТАРТІ</i>	64
<i>Иванченко Д.В., Кадигроб С.В. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ МОДИФІКУВАННЯ АЛЮМІНІЄВО-КРЕМНІЄВОГО ЛИВАРНОГО СПЛАВУ АК5М ЦИРКОНІЄМ, ВВЕДЕНИМ ІЗ ФТОРИДУ</i>	65
<i>Казлинський О.Є., Несін В.В. (ІСТЕ СБУ, м. Київ) СПЕЦИФІЧНА ДІЯ ЕЛЕКТРОГРАФІЧНОГО МАРКУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ТВЕРДОСТІ МАТЕРІАЛУ Р6М5 СПЕЦІАЛЬНИХ ФРЕЗ СКЛАДНОГО ПРОФІЛЮ</i>	66
<i>Калюжний П.Б. (СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк) ОДЕРЖАННЯ ВИЛИВКІВ ЛИТТЯМ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ГАЗИФІКУЮТЬСЯ, З АЕРОДИНАМІЧНИМ ПЕРЕМІЩЕННЯМ ФОРМУВАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ У КОНТЕЙНЕРІ</i>	67
<i>Квасницкая Ю.Г., Максютя И.И., Верховлюк А.М. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ИСПЫТАНИЯ НА СТОЙКОСТЬ К ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРОЗИИ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ</i>	68

Мікроструктура усіх ланок гетерогенна та полікристалічна. Графіт має таблитчатую форму – агрегати тонких пластинок. На периферії вкраплень графіту відклалися крупні таблитчаті кристали, у а центрі – дрібні.

При дослідженні у прохідному світлі встановлено, що пластинки прозорі, оптично анізотропні, мають високий показник світлопереломлення – 1,98 та вище. Нашаровуючись одна на іншу, пластинки утворюють пакети – агрегати різної форми. Найбільш розповсюджена була шестигранна форма. Ці агрегати вже непрозорі, ізотропні, сірого кольору з матовою поверхнею. При цьому, одні з таких агрегатів мають рівновеликі грані, нерідко наближаючись до окружності (кола), інші – різновеликі. Останні утворюють різні комбінації – призми з пірамідальними вершинами. Поряд з відміченими шестигранними формами, наявні і інші, у тому числі неправильні – частинки без кристалографічних контурів або плівкові з металовидним блиском. Деякі з пластин та агрегати пластин графіту були магнітні або слабомагнітні.

Таким чином, у кулястих вкрапленнях виявлено три морфологічних різновиди форми графіту: чітко огранована шестигранна, агрегати кристалів різної форми (іноді не оконтурені кристалографічними площинами) та плівкова (прихованокристалічна).

**Іванова Л.Х., Білий О.П., Алексєєнко А.С., Юрченко Ю.О.**

*(НМетАУ, г. Дніпропетровськ)*

**МОДИФІКУВАННЯ ТА ЛЕГУВАННЯ ВАЛКОВОГО ЧАВУНУ**

E-mail: ivanovalitvo@gmail.com

Комплексне легування та модифікування чавунів є ефективними способами підвищення механічних й службових властивостей виливків. Щорічно в Україні виробляється біля 1 млн. т виливків, і тільки 5...6% від їх випуску з високоміцних чавунів, що суттєво менше, ніж у світовому випуску таких виливків (30...60%).

Метою роботи було одержання суміші для модифікування та легування чавунів для підвищення їх термостійкості та міцнісних характеристик, яких потребує сучасне виробництво.

Натепер відомі суміші для одержання чавуну з кулястим графітом, наприклад суміш [1], яка містить по мас. %: шлак алюмотермічного виробництва лігатур на основі рідкісноземельних металів 80...90 та відходи виробництва надпровідників 10...20. За цього шлак алюмотермічного виробництва лігатур на основі рідкісноземельних металів містить, мас. %: оксид кальцію 40...45; оксид алюмінію 40...45; оксиди рідкісноземельних металів 5...7; діоксид кремнію 3...9. Відходи виробництва надпровідників містять, мас. %: ніобій 25...30; титан 25...30; мідь 40...50.

Була поставлена задача одержання суміші для модифікування та легування чавунів з підвищеними термостійкістю та міцністю за рахунок додаткового вмісту карбїду лантану.

Вплив окремих елементів на структуру і властивості чавуну дуже різноманітний, і так само є багато додаткових факторів, які можуть змінювати вплив того або іншого елемента. Змінний якісний і кількісний вплив різних елементів на структуроутворення сплавів ускладнює можливість їхньої класифікації за ознакою інтенсивності цього впливу, тим більше, що в багатьох випадках наявність у сплавї двох, наприклад, карбїдоутворювальних елементів не обов'язково посилює їх окремиї вплив, а іноді нівелює його. Тому задача з підбирання модифікувального та легувального комплексу у суміші зводилася до того, щоб нейтралізувати небажаний вплив окремих елементів і посилити їх спільний вплив.

При розробленні складу суміші для модифікування та легування чавунів виходили з наступного. Для досягнення поставленої мети необхідно одержати ферито-перлітну структуру з рівномірно розподіленими дрібнодисперсними вкрапленнями графіту кулястої форми. Співвідношення фериту і перліту у структурі та одержання дрібнодисперсних

графітних вкрапель кулястої форми досягалося, з одного боку, модифікуванням рідкісноземельним шлаком та карбідом лантану (феритизувальний та диспергувальний вплив), а з іншого – легуванням міддю (перлітизувальний вплив) та підвищенням ступеню дисперсності продуктів розпаду аустеніту за рахунок легування титаном та ніобієм.

За проведеними раніше дослідженнями було встановлено, що для одержання підвищеного рівня міцнісних властивостей необхідно ввести у розплав компонентів шлаку, мас. %:  $R_2O_3$  – 0,15...0,35;  $SiO_2$  – 0,11...0,45;  $CaO$  – 1,5...2,2;  $Al_2O_3$  – 1,5...2,2; компонентів відходів надпровідників, мас. %: 0,2...0,4 міді, 0,15...0,30 титану та 0,15...0,30 ніобію, а також карбиду лантану 0,3...0,7.

У промислових умовах були одержані дослідні партії рідкісноземельних шлаків та карбиду лантану – відходів виробництва рідкісноземельних лігатур та легувального комплексу – відходів виробництва надпровідників (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень

Номер чавуну	Кількість компонентів у суміші, мас. %			Кількість структурних складових у чавуні, %			Розподіл вкрапель графіту за ГОСТ 3443-87	Властивості матеріалу виливків	
	шлак виробництва лігатур на основі РЗМ	відходи виробництва надпровідників	карбід лантану	графіт	ферит	перліт		$\sigma_B$ , МПа	термостійкість, см
1	71	25	4	8,5	38,5	53,0	ВГр5	750	0,13
2	73	20	7	8,0	45,0	47,0	ШГр4	800	0,11
3	75	15	10	9,5	46,0	44,5	ШГр4	815	0,10
4	77	10	13	10,0	45,0	45,0	ШГр4	820	0,09
5	79	5	16	11,5	55,5	31,0	ШГр3	775	0,12
6	80	20	–	10,0	44,0	46,0	ПГр8	785	0,14
7	90	10	–	12,0	44,0	44,0	ПГр8	770	0,15

У високочастотній індукційній печі ЛПЗ-67М виплавляли валковий чавун складу, мас. %: С – 3,32, Si – 0,80, Mn – 0,54, P – 0,06, S – 0,02, Fe – решта. Усі суміші присаджувалися на дно ковша у кількості 5,0%. Після досягнення температури  $(1320 \pm 5)^\circ\text{C}$  заливали розплавом кокільні форми. З одержаних виливків вирізали зразки для металографічного аналізу, визначення термостійкості та границі міцності при розтягу. Визначення міцності при розтягу здійснювали за стандартним методом. Термостійкість визначали за протяжністю тріщин після 100 термоциклів: нагрівання при температурі  $(650 \pm 5)^\circ\text{C}$ , охолодження у воді –  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Застосування запропонованої суміші для модифікування та легування дозволило досягти поставленої мети: при високому рівні міцності (більше на 2...6%) термостійкість чавуну збільшилися на 24...38%. Новий склад суміші для модифікування та легування чавунів був запатентований [2].

## Література:

1. А.с. № 1371973 СССР, МКИ С21С 1/00. Смесь для модифицирования и легирования железоуглеродистых сплавов / Е.В. Колотило, Л.Х. Иванова, И.И. Ануфриев и др. (СССР). – № 4074422/31-02; заявл. 28.04.86; опубл. 07.02.88, Бюл. № 5. – 4 с.

2. Пат. 111086 Україна, МПК С21С 1/00. Суміш для модифікування та легування чавуну / Іванова Л.Х., Колотило Є.В., Хитько О.Ю., Муха Д.В., Білий О.П., Алексеевко А.С. (Україна); заявник та патентовласник НМетАУ. – №201402951; Заявл. 24.03.14; Опубл. 25.03.16, Бюл. № 6. – 3 с.