

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.¹, Калюжний П.Б.² (¹ФТИМС НАН України, г. Київ; ²ВНУ ім. В. Даля, г. Северодонецк) УСКОРЕННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ОТЛИВОК В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ НАПОЛНИТЕЛЯ НЕПОСРЕДСТВЕННО В ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЕ.....</i>	<i>40</i>
<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>	<i>41</i>
<i>Дорошенко В.С., Яковичин О.А. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ПРЕДПОСЫЛКИ ПРИМЕНЕНИЯ АЦЕТАТА НАТРИЯ («NOT ICE») В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛА РАЗОВЫХ МОДЕЛЕЙ.....</i>	<i>42</i>
<i>Дорошенко В.С. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ФОРМООБРАЗУЮЩИЕ И СВЯЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ ПРИ ЛИТЬЕ ПО ЛЕДЯНЫМ МОДЕЛЯМ.....</i>	<i>42</i>
<i>Дорошенко В.С. (ФТИМС НАН України, г. Київ) О ПОДДЕРЖАНИИ БАЛАНСА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА У СТЕНКИ ФОРМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК ПРИ ЛГМ.....</i>	<i>43</i>
<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>	<i>45</i>
<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>	<i>46</i>
<i>Дядюн К.В., Чебукина В.Ф. (Херсонский политехнический колледж, м. Херсон) ПРОЦЕСС НАНЕСЕНИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЦЕССОМ.....</i>	<i>47</i>
<i>Жбанова О.М., Хомовська А.О. (ДВНЗ «КНУ», м. Кривий Ріг) ПОКРАЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЛИТОГО КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ВІДХОДІВ.....</i>	<i>51</i>
<i>Жижкина Н.А., Илюшкин Д.А., Зенцова Е.А. (БГТУ, г. Брянск) КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ВАЛКОВОЙ ОТЛИВКИ.....</i>	<i>52</i>
<i>Затуловский А.С. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЛИТЬЕ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ, АРМИРОВАННЫХ ПРОДУКТАМИ РЕЦИКЛИНГА.....</i>	<i>53</i>
<i>Захарченко А.В. (Университет «Украина», г. Київ) МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ.....</i>	<i>54</i>
<i>Зеленый Б.Г. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ВЛИЯНИЕ ТЕРМОВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ И МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА ГАЗОНАСЫЩЕННОСТЬ ЧУГУНА.....</i>	<i>55</i>
<i>Золотоверх В.А.¹, Микитчик А.В.², Рудой Ю.Е.² (¹НТУУ «КПІ», м. Київ; ²МЦ 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>	<i>56</i>
<i>Идрис Г.Г., Акимов О.В., Марченко А.П. (НТУ «ХПИ», г. Харьков) КОМПЛЕКСНОЕ КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ПОРШНЕЙ.....</i>	<i>58</i>
<i>Исаева Л.Е. (НМетАУ, г. Днепропетровск) ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ НИТРИДНЫХ ФАЗ В КАВИТАЦИОННОСТОЙКИХ СТАЛЯХ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА.....</i>	<i>59</i>
<i>Иванов В.Г., Пірожкова В.П. (ЗНТУ, м. Запоріжжя) БУДОВА ГРАФІТОВИХ ВКРАПЛЕНЬ У ВИСОКОМІЦНИХ ЧАВУНАХ.....</i>	<i>60</i>
<i>Иванова Л.Х., Білий О.П., Алексєєнко А.С., Юрченко Ю.О. (НМетАУ, г. Дніпропетровськ) МОДИФІКУВАННЯ ТА ЛЕГУВАННЯ ВАЛКОВОГО ЧАВУНУ.....</i>	<i>61</i>
<i>Иванова О.С., Лисюк Р.О., Рибак В.М. (НТУУ «КПІ», м. Київ) МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ ФЛЮСІВ ЕШП.....</i>	<i>63</i>
<i>Иванова О.С., Сєдов М.П., Рибак В.М. (НТУУ «КПІ», м. Київ) КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОЇ ТИГЕЛЬНОЇ ПЛАВКИ НА РІДКОМУ СТАРТІ.....</i>	<i>64</i>
<i>Иванченко Д.В., Кадигроб С.В. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ МОДИФІКУВАННЯ АЛЮМІНІЄВО-КРЕМНІЄВОГО ЛИВАРНОГО СПЛАВУ АК5М ЦИРКОНІЄМ, ВВЕДЕНИМ ІЗ ФТОРИДУ.....</i>	<i>65</i>
<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>	<i>66</i>
<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>	<i>67</i>
<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>	<i>68</i>

Пробы для газового аналізу отбирали из исходного чугуна, в процессе его изотермической выдержки (от 5 до 35 мин) и чугуна после модифицирования. Содержание газов определяли на установках производства фирм «Бальцерс» и «Хиреус», анализаторе ТС-500 фирмы LECO.

Значительное изменение содержания газов в расплаве наблюдали при его изотермической выдержке в индукционной печи. Выдержка расплава в течение 35 мин при температуре 1400 °С привела к снижению содержания кислорода в чугуне на 20,2% и азота на 25,3%. Повышение температуры изотермической выдержки с 1400 °С до 1450 °С позволило увеличить дегазацию расплава в 1,5 раза по кислороду и 1,7 раза по азоту при одной и той же длительности выдержки (35 мин). Доводка химического состава исходного чугуна после науглераживания по содержанию кремния присадкой в расплав ферросилиция ФС75 повышает содержание кислорода в чугуне в 1,3...1,8 раза и почти не сказывается на газонасыщенности его азотом. Использование для этих целей силикокальция СК30 снижает содержание кислорода в 2,0...3,0 раза и азота в 1,4...1,6 раза.

Обработка чугуна, выплавленного на основе стальных отходов, сфероидизирующими модификаторами, содержащими кальций, магний, РЗМ, кремний, позволяет значительно уменьшить содержание газов. При расходе 3,0% модификатора снижение содержания кислорода составило 72,1%, азота – 65,7%. Обработка жидкого чугуна модификатором ЖКМК2Р, содержащим в своем составе 1,57% РЗМ, способствовала более глубокой дегазации расплава. Степень дегазации по кислороду составила 83,8%, по азоту 71,8% при таком же расходе модификатора.

Обработка чугуна модификатором ЖКМК уменьшает содержание газов в чугуне более, чем на 70%. Введение в состав модификаторов, в том числе содержащих легирующие элементы, редкоземельных металлов (цериевой группы) привело к усилению их раскисляющей способности. При этом обнаружили снижение содержания кислорода до 86,1%, а азота до 73%. Модифицирование чугуна комплексными лигатурами, содержащими легирующие элементы, уменьшает их дегазирующую способность на 13...15%, по сравнению с модификатором ЖКМК, что может быть вызвано увеличением растворимости газов (особенно азота) в легирующих элементах.

Золотоверх В.А.¹, Микитчик А.В.², Рудой Ю.Е.²

(¹НТУУ «КПІ», м. Київ; ²МЦ 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

Для захисту високотемпературних деталей сучасних газотурбінних двигунів (ГТД), виготовлених із жароміцних сплавів, широко застосовуються жаростійкі покриття. Постійне підвищення робочої температури ГТД вимагає розробки жаростійких покриттів з підвищеним ресурсом. Довговічність покриттів залежить від термічної стабільності системи покриття-підкладка. За високої температури матеріал покриття деградує за рахунок взаємодифузії основних хімічних елементів між підкладкою і покриттям. Оптимальним рішенням проблеми зменшення взаємодифузії є нанесення бар'єрного шару на межі жароміцного сплаву з жаростійким покриттям.

Бар'єрний шар (як правило, з карбідів, боридів, нітридів або металів, таких, як хром, рутеній чи платина) наносять в окремому технологічному процесі перед осадженням жаростійкого покриття. Але доцільно об'єднати ці процеси в одному технологічному циклі.

Жаростійкі покриття на основі β -NiAl та бар'єрного шару хрому на межі з жароміцним сплавом ЭП-99 (ХН50МВКТЮР) наносились методом електронно-променевого випаровування та конденсації у вакуумі за один технологічний цикл. Мікроструктуру отриманих покриттів, а також їх товщину вивчали за допомогою растрового електронного мікроскопа

Tescan Vega 3. Хімічний склад оцінювали за допомогою енергодисперсійної приставки INCA-200 до сканувального електронного мікроскопу CamScan 4D.

Структура жаростійкого покриття β -NiAl без бар'єрного шару та з бар'єрним шаром після відпалу протягом 2 год у вакуумі при температурі 1080 °C показана на рис. 1, а та рис. 1, б відповідно. Розподіл елементів на межі між дифузійною зоною та β -NiAl наведено на рис. 2. Характерний для бар'єрного шару пік хрому зображений на рис. 2, б.

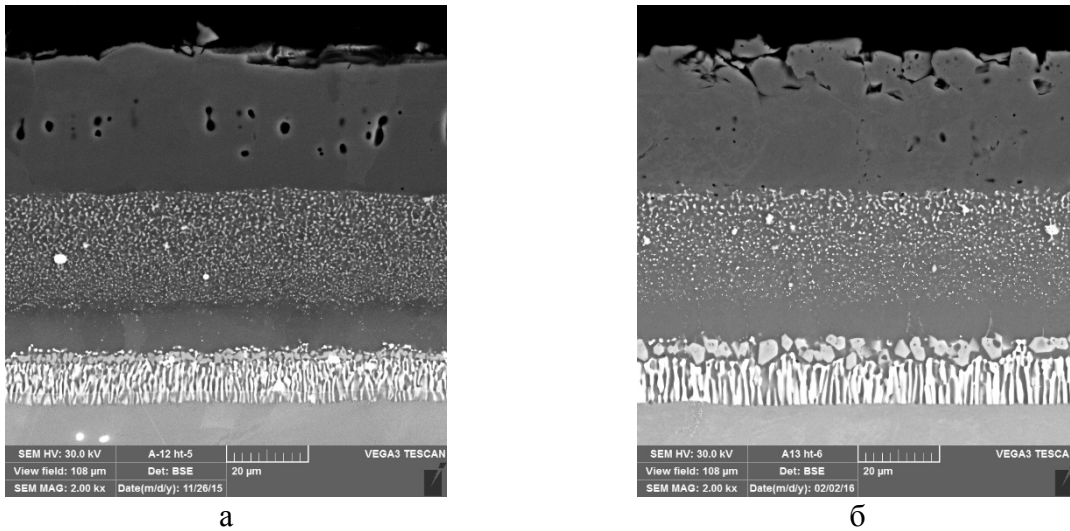


Рис. 1. Структура жаростійкого покриття β -NiAl після ТО: а – без бар'єрного шару; б – з бар'єрним шаром на основі хрому

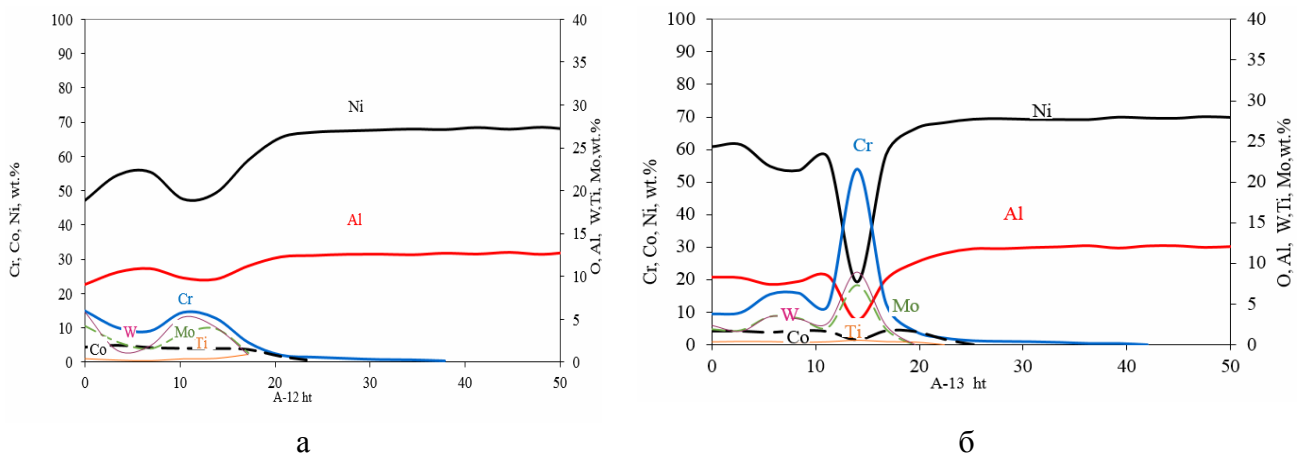


Рис. 2. Розподіл елементів жаростійкого покриття β -NiAl після ТО: а – без бар'єрного шару; б – з бар'єрним шаром на основі хрому

У вихідному стані товщина дифузійної зони покриття з додатковим бар'єрним шаром на основі хрому є меншою і становить 25 мкм у порівнянні з дифузійною зоною покриття без бар'єрного шару, яка складає 35 мкм. Після термооброблення у дифузійній зоні, біля поверхні жароміцного сплаву, утворюються бар'єрний шар карбідів хрому, мікротвердість яких знаходиться на рівні 10 ГПа. Нанесення додаткового шару хрому сповільнює дифузію алюмінію з покриття в жароміцний сплав.

На підставі наведених результатів показана можливість ефективного формування бар'єрних шарів методом електронно-променевого випаровування і конденсації у вакуумі.