

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

ЗМІСТ

<i>Айкин Н.Д., Шаломеев В.А., Цивирко Э.И. (ЗНТУ, г. Запорозьє) МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ ДЛЯ ИМПЛАНТАТОВ В МЕДИЦИНЕ</i>	10
<i>Алаа Фадил Идан, Акимов О.В., Костик Е.А. (НТУ «ХПИ», г. Харьков) УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛЕЙ</i>	11
<i>Антоненко А.І., Прилуцький М.І.(НТУУ «КПІ», м. Київ) ЕЛЕКТРОШЛАКОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВИПЛАВКИ ЛАТУНІ ЛЦ16К4 З НЕКОМПАКТНИХ ВІДХОДІВ МІДНИХ СПЛАВІВ</i>	12
<i>Афтанділлянц Е.Г., Лопатько К.Г., Полищук А.В. (НУБІП, г. Киев) РАСКИСЛЕНИЕ И МОДИФИЦИРОВАНИЕ СТАЛИ НАНОЧАСТИЦАМИ</i>	13
<i>Баглюк Г.А., Куровский В.Я., Уськова Н.А., Максимова Г.А., Молчановская Г.М., Головка Е.С. (ИПМ им. И.Н.Францевича НАН Украины, г. Киев) ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗО-СТЕКЛЯННЫХ КОМПОЗИТОВ МЕТОДОМ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ</i>	14
<i>Баглюк Г.А., Уськова Н.А., Куровский В.Я., Максимова Г.А., Молчановская Г.М. (ИПМ им. И.Н. Францевича НАН Украины, г. Киев) ОБРАБОТКА ЧУГУНА БРИКЕТИРОВАННЫМИ ПОРОШКОВЫМИ МОДИФИКАТОРАМИ ПРИ ЛГМ ТЕХНОЛОГИИ</i>	15
<i>Бачинский Ю.Д., Бубликов В.Б. (ФТИМС НАН Украины, г. Киев) ПРОЦЕСС РАСТВОРЕНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ СПЛАВОВ В ЖИДКОМ ЧУГУНЕ</i>	16
<i>Белов Б.Ф., Троцан А.И., Бродецкий И.Л., Карликова Я.П. (ИПМ НАН Украины, г. Киев; ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь) ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ ФЕРРОСПЛАВОВ И ЛИГАТУР</i>	17
<i>Богусевский В.С., Сухенко В.Ю. (НТУУ «КПИ», г. Киев) РЕГУЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ МЕТАЛЛА В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ В МНЛЗ БЕЗ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША</i>	18
<i>Богусевский В.С., Сухенко В.Ю. (НТУУ «КПИ», г. Киев) УПРАВЛЕНИЕ АГРЕГАТАМИ ДОВОДКИ СТАЛИ</i>	19
<i>Ботвинко Д.В., Шаповалов В.А., Прилуцький М.І. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ІНДУКЦІЙНИЙ ПЕРЕПЛАВ ЗКОМПАКТОВАНОЇ ЗАГОТОВКИ ЗІ СТРУЖКИ СТАЛІ 29НК В СЕКЦІЙНОМУ КРИСТАЛІЗАТОРІ</i>	20
<i>Бубликов В.Б., Берчук Д.М., Бачинський Ю.Д. (ФТИМС НАН України, м. Київ) ВПЛИВ МАГНІЄВИХ ЛІГАТУР НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ ПРИ ВНУТРІШНЬОФОРМОВОМУ МОДИФІКУВАННІ</i>	23
<i>Бубликов В.Б., Нестерук Е.П. (ФТИМС НАН Украины, г. Киев) О ВЛИЯНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС МОДИФИЦИРОВАНИЯ В ПРОТОЧНЫХ РЕАКТОРАХ ЛИТНИКОВЫХ СИСТЕМ</i>	24
<i>Бубликов В.Б.¹, Сиропоринєв Л.М.², Форсюк О.І.², Берчук Д.М.¹ (¹ФТИМС НАН України, м. Київ; ²НТУУ «КПІ», м. Київ) СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ ПРИ ВНУТРІШНЬОФОРМОВОМУ ТА КОВШОВОМУ МОДИФІКУВАННІ</i>	25
<i>Бубликов В.Б. (ФТИМС НАН Украины, г. Киев) О МОДИФИЦИРОВАНИИ ЧУГУНА</i>	25
<i>Ведель Д.В., Степанчук А.М. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ТЕРМОДИНАМІЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНОЇ КЕРАМІКИ НА ОСНОВІ СПОЛУК ДЕЯКИХ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ</i>	26
<i>Верховлюк А.М., Нетребко Д.М. (ФТИМС НАН України, м. Київ) ВПЛИВ ХІМІЧНОГО ТА ФАЗОВОГО СКЛАДІВ МІДНИХ СПЛАВІВ НА ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ</i>	28
<i>Вичкін В.В., Прилуцький М.І. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ЕЛЕКТРОШЛАКОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВИПЛАВКИ БРОНЗИ Бр05Ц6С5 З НЕКОМПАКТНИХ ВІДХОДІВ МІДНИХ СПЛАВІВ</i>	29
<i>Волошко С.М., Бурмак А.П. (НТУУ «КПИ», г. Киев) ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ И МИКРОТВЕРДОСТИ ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16 ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УДАРНОЙ ОБРАБОТКЕ В РАЗНЫХ АТМОСФЕРАХ</i>	30
<i>Воронова О.И. (ОНПУ, г. Одесса) ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПО ШЛИКЕРНОЙ КЕРАМИКЕ</i>	30
<i>Глотка А.А. (ЗНТУ, г. Запорозьє) ВЛИЯНИЕ КАРБИДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НА СЛУЖЕБНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛИ 110Х18М</i>	31
<i>Гнатуш В.А., Кочешков А.С., Лютий Р.В. (НТУУ «КПІ», м. Київ) РОКІВ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ПРОФЕСОРА С. П. ДОРОШЕНКА</i>	33
<i>Гнатуш В.А. (г. Киев) МИРОВОЙ РЫНОК ЛИТЬЯ: ПОВЫШАТЕЛЬНЫЙ ТРЕНД</i>	34
<i>Григорчук Т.М., Абдуллаєва Е.Р., Богомол Ю.І. (НТУУ «КПІ», м. Київ) МІКРОСТРУКТУРА СПРЯМОВАНО ЗАКРИСТАЛІЗОВАНОГО СПЛАВУ Mo-ZrC</i>	38
<i>Доній О.М., Кулініч А.А., Санько Д.В. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГОМОГЕННОЇ КРИСТАЛІЗАЦІЇ СПЛАВУ Al-7%Mg</i>	39

Бубликов В.Б.¹, Сиропоршнєв Л.М.², Форсюк О.І.², Берчук Д.М.¹
(¹ФТИМС НАН України, м. Київ; ²НТУУ «КПІ», м. Київ)

СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ ПРИ ВНУТРІШНЬОФОРМОВОМУ ТА КОВШОВОМУ МОДИФІКУВАННІ

Рівень виробництва високоміцного чавуну в Україні набагато нижчий, ніж у високо-розвинутих країнах світу. Це пояснюється тим, що на підприємствах використовують застарілі технології ковшового модифікування розплаву магнієвими лігатурами. Ковшове модифікування характеризується низьким засвоєнням магнію (30...35%), значним виділенням шкідливих речовин в атмосферу, недостатньою стабільністю процесу.

Модифікування грає основну роль в отриманні високоміцного чавуну, внаслідок чого змінюється хімічний склад, структура, фізико-хімічні властивості чавуну та створюються умови для формування в структурі кулястого графіту. Найбільш ефективними, екологічними та економічними вважаються пізні методи модифікування, за яких зменшується до мінімуму час від модифікування до кристалізації розплаву і збільшується рівень модифікувальної дії. У порівнянні з ковшовим, внутрішньоформове модифікування забезпечує більш оптимальне структуроутворення високоміцного чавуну і дозволяє виготовляти виливки з тонкими стінками без високотемпературного графітізуючого відпалу.

Проведено дослідження впливу магнієвої лігатури ФСМг-7 на структуру і механічні властивості високоміцного чавуну при внутрішньоформовому та ковшовому модифікуванні. Дослідження проводили з використанням стандартних клиновидних проб з товщиною біля основи 5, 10, 15, 20, 25 мм. Проби заливали в сирі піщані форми. Ступінь графітізації оцінювали за кількістю вкраплень кулястого графіту і фериту в клиновидних пробах.

Зі зменшенням товщини клиновидних проб від 25 до 5 мм кількість вкраплень кулястого графіту збільшується з 300 до 680 шт/мм² при внутрішньоформовому модифікуванні, а при ковшовому з 45 до 140 шт/мм². Кількість фериту зі зменшенням товщини проб змінюється з 95 до 65% при внутрішньоформовому модифікуванні та від 45 до 10% при ковшовому.

Межа міцності при ковшовому модифікуванні, в порівнянні з внутрішньоформовим, в середньому на 100 МПа вища, через менший вміст фериту. Зі зменшенням товщини проби з 25 мм до 5 мм збільшується межа міцності від 525 до 685 МПа. Відносне подовження при ковшовому модифікуванні збільшується від 6 до 10%, а при внутрішньоформовому модифікуванні значно вище і у всьому діапазоні товщин проб змінюється від 11,5 до 17,5%.

Таким чином, перехід з ковшового на внутрішньоформове модифікування більш ніж у три рази збільшує кількість вкраплень кулястого графіту і більш ніж у два рази кількість фериту, в результаті чого міцність при розтягуванні знижується на 15...20 %, а відносне подовження збільшується в 1,5...2,0 рази, що дозволяє одержувати виливки з феритного високоміцного чавуну у литому стані без проведення енергоємної термічної обробки.

Бубликов В.Б.
(ФТИМС НАН України, г. Киев)
О МОДИФИЦИРОВАНИИ ЧУГУНА

В структуре мирового выпуска литья отливки из чугуна составляют 75%, из цветных металлов – 15%, из стали – 10%. В структуре чугунного литья технологически развитых стран преобладает высокопрочный чугун с шаровидным графитом, выпуск которого находится на уровне или превышает выпуск серого чугуна с пластинчатым графитом. Из серого чугуна производятся, главным образом, марки с высокой прочностью при растяжении ($\sigma_B = 250...350$ МПа), для получения которых, как и получения высокопрочного чугуна, необходимо применять модифицирование. В широком смысле термин модифицирова-

ние означает обработку расплавов с целью измельчения структуры и повышения свойств сплавов. Модифицирование положительно сказывается на большинстве технико-экономических показателей качества литых изделий.

В производстве серого чугуна модифицирование является средством решения следующих задач: 1) предотвращения образования цементитной фазы (отбела) при кристаллизации тонкостенных отливок; 2) предотвращения формирования при высокой скорости охлаждения междендритного графита и сопутствующей этому ферритизации металлической основы; 3) создания условий для формирования в структуре мелкого однородно распределенного графита типа «А» по классификации стандарта США А48/А48М-00; 4) получения высоких механических свойств ($\sigma_B > 250$ МПа) и однородной твердости. Модифицирование уменьшает степень переохлаждения при кристаллизации, предотвращает образование цементита, измельчает эвтектические ячейки, уменьшает размер пластинчатого графита, способствует повышению прочности и, в целом, качества серого чугуна.

При получении высокопрочного чугуна с шаровидным графитом модифицирование является обязательной технологической операцией, которая обеспечивает достижение трех главных целей: 1) формирование при кристаллизации включений шаровидного графита; 2) предотвращение перехода к метастабильному варианту кристаллизации в результате переохлаждения расплава, обусловленного вводом магния; 3) измельчение структуры, повышение литейных и механических свойств высокопрочного чугуна. В таком многоцелевом модифицировании принято выделять следующие составляющие:

- сфероидизирующее модифицирование для получения шаровидной формы графитных включений;
- графитизирующее модифицирование для интенсификации процесса графитизации и предотвращения перехода к метастабильному варианту кристаллизации;
- инокулирующее модифицирование для увеличения количества активных центров кристаллизации шаровидного графита, которое способствует измельчению структуры, уменьшает усадку и ликвацию, повышает долю феррита в феррито-перлитной металлической основе, создает условия для одновременного повышения прочности и пластичности высокопрочного чугуна. Эффективность инокулирующей составляющей повышается при наличии в составе модификаторов Ва, Са, Mg, Zr и при сближении во времени процессов модифицирования и кристаллизации, что достигается при обработке расплава в литейной форме.

Эффект модифицирования определяется не только особенностями применяемых модификаторов, но и в равной степени качеством исходного расплава чугуна и методом модифицирующей обработки. Модифицирование чугуна наиболее целесообразно и с большим эффектом осуществляется в проточных реакторах литниковых систем. Использование исходного чугуна с низким содержанием серы ($<0,015\%$), фосфора ($<0,06\%$) и марганца ($<0,35\%$) является непременным условием высокоэффективного модифицирования, оптимального структурообразования, получения высоких литейных, технологических, механических свойств и, в целом, высокого качества изделий из высокопрочного чугуна.

Ведель Д.В., Степанчук А.М.
(НТУУ «КПІ», м. Київ)

ТЕРМОДИНАМІЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНОЇ КЕРАМІКИ НА ОСНОВІ СПОЛУК ДЕЯКИХ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ

E-mail: astepanchuk@iff.kpi.ua

Наразі однією із важливих проблем енергетики та аерокосмічної техніки є забезпечення надійних службових характеристик матеріалів, елементів їх конструкцій, які працюють при високих температурах – лопаток турбін, сопел ракет, камер згорання та іншого. Перспективними матеріалами для їх виготовлення можуть бути різні види конструкційної кераміки на основі тугоплавких сполук перехідних металів IVa-VIa групи з неметалами: карбіди, нітриди, силіциди, бориди [1]. Серед них особливе місце займає