

кристалізації та утворенням так званих «мостів» з застиглому металу поміж гідроканалами при наближенні температури поверхні фільтру до T солідусу сплавів. При товщині 20, 30 мм та діаметрах 2...5 мм розплав протікає через фільтр досить вільно у всьому діапазоні температур.

На базі отриманих емпіричних даних ефективності випробування фільтрів обох типів на основі корунду та кварцу, варіюванні їх технічних параметрів (товщина, пористість), зміни технологічної температури підігріву фільтру в залежності від T солідусу сплавів, що досліджувались, проводиться робота з застосування методу математичного планування експериментів з метою отримання регресійних рівнянь для виявлення ступеню впливу технологічних параметрів на ефективність рафінування.

Використання розроблених у ФТІМС НАН України (відділ фізико-хімії ливарних процесів) спільно з ДП НВКГ «Зоря» – «МАШПРОЕКТ» (м. Миколаїв), різних видів вогнетривів для ливарного оснащення з модифікованої кераміки, дозволило при отриманні виливків знизити брак за тріщинами та оксидними плівками, усадковою пористістю, що стають концентраторами напружень та здатні ініціювати зародження тріщин та руйнування конструкцій під час експлуатації деталей.

Квасницька Ю.Г., Максюта І.І., Михнян О.В., Нейма О.В.
(ФТІМС НАН України, м. Київ)

**ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ СІРКИ В
РОЗПЛАВАХ ЖАРОМІЦНИХ СПЛАВІВ ПРИ ОТРИМАННІ
ДЕТАЛЕЙ ГТД**

E-mail: mixnyan@ukr.net

Велику значущість в якості жароміцних нікелевих сплавів для литих деталей ГТД цільового призначення, а також спрямованого формування необхідних властивостей і структури деталей з них, займає врахування ступеню рафінування розплавів заготовок та виливків від газів та шкідливих домішок.

Метою та завданнями представленої роботи було виявлення за допомогою теоретичних уявлень та фізичного моделювання ефективних засобів рафінування розплавів жароміцних сплавів від шкідливих домішок, у даному випадку, від сірки, для підвищення властивостей литих виробів.

Об'єктом досліджень були розроблені за участю авторів у ФТІМС НАН України жароміцні сплави типу ХН60КМЮВТ та виливки з них для деталей ГТД, отриманні з застосуванням процесу, який включає рафінування розплаву внутрішньоформеним фільтруванням з кристалізацією виливків в оболонкових формах, отриманих за допомогою ППС-моделей, що розчиняються.

Визначено умови ефективного видалення з розплаву сірки різними методами: фазово-структурним – введенням хімічно активних добавок рідкоземельних металів (лантану), кінетикою процесу, тобто управлінням температурою і тривалістю рафінування розплаву, технологічним з використанням керамічних фільтрів для осадження сполук домішок з рафінувальними добавками у пористих каналах фільтрів. Визначено геометричні особливості внутрішньої будови гідравлічних каналів для фіксації найбільш імовірної локації осадження твердих частинок. Проведено в лабораторних умовах моделювання рухів потоку рідини підвищеної в'язкості з частинками домішок, що імітують рух металевого розплаву з домішковими сполуками в гідроканалах фільтру. Після вимірювання швидкості переміщення твердих частинок-імітаторів домішок введені поправочні коефіцієнти, що враховують в'язкість рідини-імітатора та металевого розплаву при високих температурах фільтрування, також масу частинок-імітаторів і масу домішкових частинок у розплаві. Дана оцінка рівню тиску, що діє на частинки різних розмірів і форм з боку розплаву.

Результати фізичного моделювання гідропереміщення твердих домішкових частинок з урахуванням теоретичних положень гідромеханіки дали можливість запропонувати фізико-хімічний критерій фільтрування частинок неметалевих виділень з розплавом гідроканалами фільтру ретикулярної будови для обґрунтованого вибору кінетичних параметрів процесу фільтрування та геометрії фільтру.

Аналіз вмісту газів (кисню, азоту, водню), вуглецю і сірки в твердому металі проводився на аналізаторах фірми «Леко» (США): RO-17, TN15, RH2, CS-144. Відносна помилка не перевищувала 10%. Нижня межа визначуваних концентрацій (мас. частка елементів, %) за киснем, азотом і воднем становить $(1 - 2) \cdot 10^{-4}$ і $4 \cdot 10^{-6}$, за вуглецем та сіркою – $1 \cdot 10^{-4}$. Швидкість потоку розплаву приймалася рівною 0,01 м/с, щільність розплаву жароміцного сплаву $8,7 \text{ кг/м}^3$, в'язкість розплаву, $0,64 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ при температурі заливання $1560 \text{ }^\circ\text{C}$. В процесі моделювання отримано розподіл швидкостей руху частинок розплаву в перетинах гідроканалів. При масі виливків 10 кг, швидкості 1,1 кг/с, оптимальну результативність очищення від сірки вдалося отримати при висоті фільтру 20 мм і діаметрі 50 мм (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив комплексного рафінування (модифікування + фільтрування) на рівень забрудненості сіркою (% мас.) виливків сплавів

| Сплави | Вміст сірки у шихтових заготовках | Вміст сірки у виливках після рафінування | Вміст сірки у тиглі (до/після фільтрування) | Вміст сірки у фільтрі (до/після фільтрування) |
|--------|-----------------------------------|--|---|---|
| СМ88У | 0,0017 | 0,0008 | 0,0029/0,0092 | 0,0004/0,0019 |
| СМ104 | 0,0019 | 0,0009 | 0,0027/0,0089 | 0,0005/0,0022 |

Кивгило Б.В., Ямшинський М.М.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЗМОЧУВАННЯ ТА СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ БІМЕТАЛУ СТАЛЬ-АЛЮМІНІЙ

Виготовлення виливків способом литтям на тверду заготовку передбачає ряд проблем – такі як незмочуваність з наступними проблемами, які витікають. Незмочуваність твердої металевої заготовки відбувається за рахунок отримання окисненого шару заготовки з утворенням окисних плівок, які мають високі температури плавлення і мають властивість захищати метал від