

становитиме близько 35...36 HV, а для сплаву з 9,0 % Si – близько 56...57 HV [2]. Нижче вказаного значення загальна твердість повністю обумовлена вмістом кремнію, вище – здебільшого твердістю металевої матриці з незначним впливом кремнію.

Одночасне зростання пластичності міцності після гарячої деформації здебільшого викликано зміною морфології кремнієвих включень. Вони подрібнюються і їх форма стає близькою до сферичної. Такі включення значно менше діють як концентратори напруг і мікродефекти, що розривають металеву матрицю при деформації. Проміжні охолодження між гарячими деформаціями імовірно додатково сприяти сфероїдизації включень.

### Список літератури

1. Каверинский В. В. Повышение пластичности доэвтектического силумина з счёт деформационно-термической обработки / В. В. Каверинский, А. И. Троцан, З. П. Сухенко // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – № 3. – 2020. – С. 48 – 58. DOI: 10.34185/0543-5749.2020-3-48-58

2. Kaverinsky V. V. About Al–Si Alloys Structure Features and Ductility and Strength Increasing after Deformation Heat Processing / V. V. Kaverinsky Z. P. Suchenko, G. A. Bagliuk, D. G. Verbylo // *Метолофізика та новітні технології*. – Том. 44. № 6. – 2022. – С. 769 – 784. DOI: 10.15407/mfint.44.06.0769

УДК 669.245.018:629

**Ю. Г. Квасницька, І. І. Максjuta, О. В. Михнян, О. В. Нейма,**

**К. Г. Квасницька**

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

*e-mail:* [Neima\\_Alex@ukr.net](mailto:Neima_Alex@ukr.net)

### **МЕХАНІЗМ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ ПРИ ОТРИМАННІ ВИСОКОТОЧНИХ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ЖАРОМІЦНИХ СПЛАВІВ**

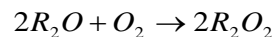
Для забезпечення необхідного рівня експлуатаційних характеристик сучасні дисперсійнотверднучі жароміцні сплави для найбільш навантажених деталей енергетичних установок повинні мати строго контрольований вміст елементів основного та додаткового легуючого комплексу при мінімальному показнику шкідливих домішок. Дослідниками показано що, наприклад натрій, калій, кремній, сірка, фосфор, вісмут, та

інші, здатні утворювати з компонентами сплаву сполуки, наприклад, Ni-Si, Ni-P, легкоплавку евтектику Ni-S та інші сполуки, що стають концентраторами напружень та здатні ініціювати зародження тріщин та руйнування конструкцій під час експлуатації деталей в екстремальних умовах впливу термічних, хімічних та динамічних навантажень.

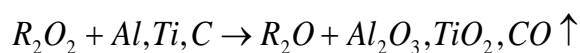
Згідно аналізу науково-патентної літератури за напрямком, що досліджують та розглядають автори даного повідомлення, були виконані термодинамічні розрахунки, визначені умови та окреслені можливі шляхи ефективного видалення з розплавів сучасних складнолегованих жароміцних сплавів шкідливих домішок, неметалевих вкраплень, газів різними способами: управлінням температурою та тривалістю рафінування розплаву, введенням високоактивних добавок РЗМ, застосуванням керамічних фільтрів різного типу для осадження сполук домішкових елементів.

**Метою та завданням** представленої роботи автори вважають дослідження механізму нейтралізації таких лужних металів, як **натрій та калій**.

Природа активного каталітичного впливу **лужних металів**, які, в тому числі, містяться в матеріалах керамічних вогнетривів (тигли, оболонкові форми, стержні) на окиснення жароміцних сплавів при високих температурах пов'язана зі спроможністю натрію та калію при температурах, близьких до 900 °C утворювати пероксиди:



Пероксиди калію і натрію, в свою чергу, легко відновлюються до оксидів алюмінієм, титаном, вуглецем та іншими активними по спорідненості до кисню елементами, що входять до складу жароміцних сплавів, за реакціями:



Крім того, **оксиди** лужних металів калію та натрію можуть накопичуватися на внутрішніх шарах керамічних форм разом із залишками модельної маси після випалювання ливарних форм при використанні модельних мас на основі карбаміду або вуглецевміщуючих сполук при застосуванні модельної маси на основі органічних сполук.

Так, на ряді підприємств знаходить застосування модельні маси, складовими яких, поряд з карбамідом, є калійна селітра  $KNO_3$ . Після видалення моделей на внутрішніх поверхнях ливарної форми можуть залишатися сліди модельної маси. В процесі випалювання ливарних форм відбувається розкладання карбаміду на газові складові та їх видалення. При цьому калієва селітра, розкладаючись в процесі прожарювання ливарних форм, утворює на внутрішній поверхні пероксид калію, який при контакті з

розплавом, що кристалізується, є джерелом дефектів виливків у вигляді плівок та газових раковин.

Небезпека неповного видалення модельної маси збільшується при наявності на поверхні кераміки різних дефектів, що формуються при неякісному виготовленні моделей або при нанесенні першого шару кераміки.

Таким чином, окрім попадання шкідливих домішок в розплав з матеріалами шихти та модельної маси, в процесі виплавляння виробів значне забруднення може бути внесено при використанні тиглів, стрижнів, кераміки форми, що виготовлені з керамічних вогнетривів (плавленого магнезиту, корунду, муліто-корунду та таке ін.), за звичайною для серійного виробництва технологією. Тому, важливе значення для запобігання від засмічення лужними металами під час плавлення та кристалізації заготовки має розробка більш хімічно – та термостабільних керамічних матеріалів. Також, як показали дослідження авторів, використання ливарних пінополістиролових (ППС) моделей, які розчинюються або випалюються, замість різних видів парафіно-стеаринових композицій, що можуть вміщувати лужні метали, сприяє значному, до 30 %, зниженню забрудненості лужними металами.

УДК 621.74.002.6:681.3

**С. І. Клименко, В. С. Дорошенко**

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м.Київ

*e-mail: ukrdeplit15@ukr.net*

### **ПРО ПЕРЕДУМОВИ І НАПРЯМИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Поширення цифровізації – одна з базових ознак нової економіки, що формується в сучасному світі шляхом впровадження досягнень науково-технічного прогресу. Проте, процес цифровізації у ливарному виробництві ще перебуває на ранній стадії [1]. Ступінь адаптації цифрових технологій на крупних ливарних підприємствах з огляду реалізації їхнього економічного потенціалу експертно оцінюють приблизно в 20 % [2], маючи на увазі вирішення питань автоматизації управління технологічними процесами з використанням цифрових АСУ ТП. Останні дозволяють управління процесами в замкнутому контурі (локально) за певними алгоритмами, оптимізувати планування управління та автоматично виконувати послідовності операцій (пуск та зупинку