

більше мас. % кремнію в своєму складі є перспективними матеріалами для зміцнення високодисперсними частинками карбіду вольфраму WC, які модифікують фазу кремнію в мікроструктурі сплаву. Присутність кремнію в кількості до 1 мас. % в системі Al-TiC практично не впливає на взаємодію частинок карбіду титану розплавом алюмінію. Збільшення концентрації вмісту кремнію призводить до утворення силіцидів титану (TiSi, TiSi<sub>2</sub>) із рідкої фази, подальше підвищення вмісту кремнію тільки посилює взаємодію в даній системі, яка може нести загрозу взаємодії і деградації нанорозмірних частинок карбіду титану при їх використанні як модифікувальної добавки для зварювальних присаджувальних матеріалів, що містять у своєму складі більше 5% кремнію. Тому як модифікатори ультрадисперсні частинки карбіду титану прогнозовано будуть дієвіші для сплавів системи Al-Mg (типу AlMg), де їх взаємодія з розплавом менш імовірна, а продукти реакції не знижують модифікувального ефекту. Модифікувальну добавку дибориду титану в присаджувальні матеріали на основі алюмінієвих сплавів можна вважати термодинамічно стабільною, але при цьому такий модифікувальний ефект якої незначний щодо інших вивчених в даній роботі добавок.

Ця робота виконана в рамках проекту, що виконується в рамках двостороннього договору про науково-технічне співробітництво між Урядом України та Урядом Китайської Народної Республіки та технічного проекту провінції Гуандун (20180508).

**Дорошенко В.С., Смолянська В.Ф.**  
*(ФТІМС НАН України, м. Київ)*

**ПРО ВВЕДЕННЯ МОДИФІКАТОРА В ПРИДОННУ ЧАСТИНУ  
КОВША ПРИ ОТРИМАННІ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ**

**E-mail:** doro55v@gmail.com

При литті високоміцного чавуну (ВЧ) з кулястим графітом отримали поширення Mg-Si-Fe (ФСМг) лігатури з 5...7 мас. % Mg, а сендвіч-процес є найбільш використовуваним для виробництва ВЧ та має той недолік, що модифікатор на дні ковша, як правило, привантажують сталевим чи чавунним скрапом, чавунною стружкою, металевією плиткою з отворами тощо. Для розплавлення цього вантажу перегрівають розплав вихідного чавуну, контакт якого з модифікатором знижує ступінь засвоєння магнію через збільшення швидкості його пароутворення і швидке видалення з металу, а також ростуть енерговитрати та тривалість виплавки вихідного чавуну. За даними Волощенко С.М. при введенні Mg-Si-Fe модифікатора з 6% Mg на дно ковша без привантаження ступінь засвоєння Mg складає 27%, а з привантаженням чавунною стружкою – 34%.

Для спрощення подавання модифікатора типу ФСМг у ФТІМС НАНУ розроблено ряд способів, зокрема з оснасткою типу «труба (гільза) – поршень»

(пат. 139557 UA, опубл. 2020) для витискання поршнем зі штоком подрібненого модифікатора з труби в придонний шар розплаву чавуну в конічному (циліндричному) ковші (з коромислом для перевезення краном) шляхом руху поршня відносно труби, після чого трубу з поршнем і штоком видаляють з ковша. Спочатку трубу з модифікатором і закріпленим до неї поршнем зі штоком після опускання в ківш ставлять вертикально на його дно, шток поршня упирають в коромисло ковша, розкріплюють поршень від труби, заливають вихідний чавун у ківш і зразу витискають модифікатор в розплав чавуну рухом труби краном вгору відносно неподвижного поршня, зразу після цього виймаючи краном оснастку труба-поршень з ковша. Описано кілька варіантів застосування такої оснастки. Поршень роблять масивним, щоб служив «холодильником» для труби, яку кілька разів фарбують протипригарною фарбою, якщо вона металева, або беруть графітову чи шамотну трубу.

За пат. 131906 UA (опубл. 2019) для цехів, де застосовують вакуумування ливарних форм, запропоновано спосіб утримання модифікатора на дні ковша по методу виготовлення вакуумно-плівковою формовкою піщаного стрижня (з подрібненого модифікатора) і присмоктування його до дна ковша, в який заливають вихідний чавун. Герметизують такий стрижень алюмінієвою фольгою, у стрижень вводять вертикальну сталеву трубку для його вакуумування, і трамбують його в сипкому стані, притискаючи до дна ковша. Зверху стержень покритий фольгою, знизу без фольги стикується з ковшем. Верхній кінець трубки підключають до вакуум-насоса. Загерметизований модифікатор в чавуні не може спливати, бо вакуумом тримається на дні і на ньому миттєво «намерзає» тонка корка чавуну завдяки вакууму і масиву більш холодного модифікатора, потім вакуум відключають і трубку видаляють. Трубку зі сталі фарбують вогнетривкою фарбою, за короткий час в рідкому чавуні вона не встигає оплавитись.

Також головним технологом ФТІМС НАНУ Раздобаріним І.Г. випробувано спосіб замішування сипкого модифікатора з рідким склом, формовки такої «палянички» у стик до дна ковша і її висушування разом з підігріванням ковша. Рідким склом модифікатор приклеювався до дна і повільно розчинявся в розплаві чавуну.

Простота способів для подавання модифікатора в придонний шар чавуну в типових (неспеціалізованих) заливних ковшах при відпрацюванні нескладних операцій, не чинять ускладнень з огляду техніки безпеки для плавильників чи заливальників металу. Неперегрітий метал сприяє кращому засвоєнню магнію і зменшує піроефект при модифікуванні за допомогою легковагих лігатур.