

УДК 669.296-048.25

Чушкіна Ю.О.¹, Алексєєнко О.В.²

¹ студ. гр. ІФ-510м НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

МОДИФІКУВАННЯ ЖАРОМІЦНИХ СПЛАВІВ

Структура жароміцних ливарних сплавів, що використовуються для виготовлення не охолоджуваних та охолоджуваних повітрям лопаток ГТД наряду з їх хімічним складом - нікелева основа та хром (5,5...15 %), кобальт (4,6...15 %), титан (0,9...4,2 %), вольфрам (2,0...18,6 %), алюміній (1,0...6 %), тантал (2,8...12,1 %), є одним із основних чинників, що визначають їх властивості, такі як жароміцність, пластичність, опір втоми та інші. Тому отримання оптимальної структури сплаву є важливою умовою набуття властивостей і забезпечення підвищеної працездатності матеріалу.

Технологічні та експлуатаційні показники робочих лопаток турбін ГТД в значній мірі залежать від мікро- і макроструктури використовуваних нікелевих жароміцних сплавів. На формування сприятливих структурних складових в процесі виробництва лопаток істотно впливає модифікування металу.

При високотемпературній термічній втомі, коли температурні напружки не досягають межі текучості матеріалу, вплив границь зерен і прикордонних γ -фаз має бути аналогічним їх впливу на процес повзучості. В цьому випадку можуть бути загальними і принципи легування. На останній стадії високотемпературної повзучості розвиваються процеси утворення і зростання міжзернових тріщин. Багатьма дослідженнями показано, що ці процеси пов'язані з міжзерновим ковзанням і припливом вакансій в тріщини - зародки і мікропори.

Теорія і практика застосування мікродобавок таких елементів як ітрії, церій, бор, лантан, гафній і цирконій в жароміцні сплави показала їх істотний вплив на структуру кордонів зерен і сплавів.

Висока термодинамічна активність цирконію до ряду металів і неметалів послужила основою його застосування для модифікування різних сплавів. Було визначено вплив модифікування цирконієм на структуру і властивості жароміцних нікелевих сплавів ЖС6У-ВІ і ЖСЗДК-ВІ, додаванням в розплав (за розрахунком) 0; 0,05; 0,15; 0,25; 0,35 і 0,45 % (по масі) цирконія. Встановлено, що модифікування цих сплавів цирконієм зменшило кількість крихкої

складової в макрозломах. Зі збільшенням добавок цирконію зменшувалася відстань між осями дендритів другого порядку, що дозволяє очікувати меншого розвитку дендритних ліквіації. Модифікування сплавів ЖС6У-ВІ і ЖСЗДК-ВІ цирконієм призвело до зміни морфології карбідів. Уже при добавці 0,05 % цирконію спостерігалася подріблення гілок евтектичних карбідів типу "китайські ієрогліфи" і їх деяка глобуляризація. Збільшення добавки цирконію до 0,45% призводить до практично повного зникнення карбідів цього типу. [1].

При введенні модифікатора в сплави ЖС6У-ВІ і ЖСЗДК-ВІ тривала міцність сплаву перевищувала вимоги стандарту. Добавка 0,05 % цирконію в сплав сприяла підвищенню його стійкості до перегріву +1255°C, внаслідок чого спостерігали збільшення тривалої міцності до значень, що більш ніж в 2,6 рази перевищували вимоги стандарту і в 2,0 рази перевищували значення тривалої міцності сплаву без присадок цирконію. Зі збільшенням присадок цирконію більше 0,15 % відбувалося зниження жароміцності сплаву. [2].

Розглянуті матеріали впливу модифікування на структуру і властивості жароміцних сплавів дозволили зробити наступні висновки:

1. Технологічні особливості модифікування нікелевого сплаву безпосередньо пов'язані з хімічним складом металу, методом введення модифікатора, температурними умовами плавки металу і кристалізації виливка.

2. Сплави ЖС6У-ВІ і ЖСЗДК-ВІ з поверхневим модифікуванням мають знижену (~ в 3 рази) в порівнянні з металом, отриманим звичайною рівноважною кристалізацією, дифузійну проникність. Це пов'язано зі станом поверхонь розділу, як в міжосних областях дендритів, так і в міждендритних просторах.

3. Отримання сприятливих структурних складових, помітно подрібненого макрозерна в жароміцних нікелевих сплавах може здійснюватися модифікуванням всього обсягу розплаву (бор, цирконій і т.п.), або поверхневих зон кристалізуемого виливка.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лысенко Н.А., Кудин В.В., Долгов Б.В., Цивирко Э.И. Модифицирование цирконием литейных жаропрочных никелевых сплавов. Металловедение и термическая обработка металлов. 1998. №3. С. 14–17.

2. Лысенко Н.А., Кудин В.В., Клочихин В.Г., Цивирко Э.И. Жаропрочные никелевые сплавы, модифицированные гафнием и цирконием. Металловедение и термическая обработка металлов. 1999. №12. С. 22–27.