

УДК 621.15:621.716: 621.791.7.012

Дуников О.С.¹

Куликовський Р.А.²

Камель Г.І.³

Кідун Р.А.⁴

¹ інженер, ЗАК ім. Івченка

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ д-р техн. наук, проф. ЗАК ім. Івченка

⁴ студент ІФ-316 НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРОБКА НАПЛАВОЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ РЕМОНТУ ДЕФЕКТІВ ЛИТТЯ ЖАРОМІЦНИХ СПЛАВІВ

При виготовленні лопаток газотурбінних двигунів (ГТД) з жароміцних сплавів типу ЖСЗДК-ВИ способом лиття за виплавлюваними моделями, можуть виникати дефекти у вигляді пір, шлакових включень, тріщин, які можна усувати підваркою.

На цей час питання створення жароміцного наплавочного металу на нікелевій основі розроблено недостатньо. Наразі відомо лише кілька

композицій покриттів електродів: НИАТ-6АМ, ВИ-ИМ-1, ЦТ-28. Вміст алюмінію в останньому становить всього 0,7...0,9 %. Жароміцність цих електродних матеріалів значно нижче, ніж широко застосовуваний в авіаційній промисловості жароміцний сплав ЖСЗДК-ВИ, який містить до 4,0...4,8% Al та до 2,5...3,0% Ti.

Відомо, що сплави типу ЖСЗДК-ВИ важко зварювати внаслідок низької пластичності та схильності до тріщин у зварному шві й пришовній зоні. Але підварка окремих невеликих ливарних дефектів на досить масивних стінках виливків з подібних сплавів цілком можлива. Підварка здійснюється на малих токах при короткочасній тривалості процесу (заварка електрозаклепками).

Сплави типу ЖСЗДК-ВИ - багатокомпонентна система легування. При зменшенні вмісту в наплавленні хрому, молібдену, титану, кобальту знижуються жароміцність та жаростійкість. Отже, наплавлений шар повинен містити всі ці елементи в певному співвідношенні близькому до основного металу.

Головною проблемою є вибір безокисного з'єднувача, який забезпечив би перехід в шов легко окислювальних елементів - алюмінію та титану. Рідке скло, яке зазвичай застосовується в якості з'єднувача, не може бути використано, через те, що кремній з покриття переходить в основний метал. Це є неприпустимим, тому що наявність в наплавленому металі більше 0,4% Si призводить до різкого зниження його жароміцності.

Було розроблено два склади електродних покриттів. В першому в якості з'єднувача був використаний алюмінат натрію (Na_2AlO_2 за ТУ 6-09-109 - 73). Для компенсації найбільш легко вигоряючих елементів (алюмінію і титану) до складу покриття був введений порошок ВКНА з підвищеним (до 23%) вмістом алюмінію (виготовлений за ТУ 14-127-37 - 73). У якості з'єднувача другого покриття використовувався колоїдний розчин фтористого кальцію (CaF_2), який застосовується в ливарному виробництві при литті фасонних титанових сплавів. Для збільшення міцності обмазки до складу покриття вводили декстрин. Щільність з'єднувача 1,2...1,4 г/см³.

Інші компоненти обох складів електродних покриттів були задіяні згідно рекомендацій роботи [1].

Перше електродне покриття забезпечувало хімічний склад наплавленого металу, відповідний сплаву ЖСЗДК-ВИ. Однак ці електродні матеріали мали ряд недоліків: 1) підвищена гігроскопічність; 2) низькі технологічні властивості; 3) нестабільне горіння дуги та 4) слабка міцність з'єднання обмазки зі стрижнем.

Хімічний і спектральний аналіз металу, наплавленого електродами з другим складом покриття, показав, що хімічний склад наплавлень відповідає сплаву ЖСЗДК-ВИ. Випробування міцності покриттів показало, що

електроди мають хороші технологічні характеристики: 1) задовільна стійкість дуги; 2) помірне розбризкування; 3) задовільне відокремлювання шлакової кірки; 4) невисока гігроскопічність електродів.

Таким чином, для подальших виробничих випробувань використовували електродні матеріали, із з'єднувачем з колоїдного розчину фтористого кальцію (CaF_2).

Випробування проводили на дефектних заготовках лопаток ГТД зі сплаву ЖСЗДК-ВИ, в яких були виявлені пори, шлакові включення та ін. Дефектні місця попередньо обробляли абразивним інструментом.

В якості стрижня для електродів використовували литі прутки зі сплаву ЖСЗДК-ВИ діаметром 2 мм та довжиною 110...120 мм, які відливаються по виплавлюваних моделях.

Виправлення дефектних місць здійснювали на постійному струмі зворотної полярності короткою дугою силою 60 А.

Виправлені місця секторних лопаток зачищали і піддавали контролю методом кольорової дефектоскопії. Пори і тріщини в місцях підварок секторів не були виявлені.