

на нікелевій основі. Існуючий технологічний процес одержання виливків з жароміцних корозійностійких сплавів на основі нікелю методом лиття за моделями, що иплавляються, не виключає можливості взаємодії розплаву під час плавлення та кристалізації з агресивними домішками, які містяться в керамічних матеріалах ливарного устаткування.

Об'єктом дослідження обрано суміші на основі корунду з використанням етилсилікатного в'язучого. Для підвищення робочих та технологічних характеристик кераміки досліджували можливість її модифікування, тонкодисперсними порошками. Розплавлення введеного у шихту модифікатора вносить в твердофазний процес спікання кераміки елементи рідкофазного. Локальний розігрів, супроводжуваний окисленням, підвищує температуру реагентів. Утворенні оксиди вступають у взаємодію з продуктами розкладу в'язучого. Збільшення об'єму, супроводжує утворення оксиду, сприяє збільшенню поверхні контакту між зернами. Ці явища сприяють підвищенню міцності та зменшенню пористості стрижнів. Але модифікування підвищує чистоту поверхні вилівка не тільки завдяки зменшенню шорсткості поверхні стрижнів, а й зниженню взаємодії її з розплавом (в нашому випадку – промисловий жароміцний сплав марки ЧС70). За основний параметр, що характеризує ступінь взаємодії, було вибрано глибину “зони контакту”, яку вимірювали за допомогою металографічного мікроскопу та мікрорентгеноспектрального аналізатора. Випробування зразків одержаного сплаву на коротко- та довготермінову міцність показали, що при температурах, нижчих за 800 °С, глибина контактної зони в межах 40 мкм суттєво не впливає на механічні властивості. Проте, втомлювана міцність зразків, залитих у форми з різних матеріалів, має явну залежність від глибини зони контакту. Так межа витривалості на базі $2 \cdot 10^7$ циклів при $T = 800$ °С сплаву ЧС70 для зразків залитих у форму без модифікатора 40 – 42 кгс/мм², а з модифікатором – 43 – 44 кгс/мм². Результати досліджень показують, що за рахунок введення модифікаторів та зв'язування SiO₂ у більш стабільні сполуки зведено до мінімуму взаємодію метал – форма при кристалізації сплаву. Це дозволило одержати вилівки з мінімальною контактною зоною, що сприятиме підвищенню рівня механічних характеристик та зниженню трудомісткості подальшої обробки деталей.

Використання процесу спрямованої кристалізації при отриманні деталей ГТД

О. В. Михнян, Ю. М. Левченко

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

На промисловій установці УВНК-8П (ГП НПКГ «Зоря» – «Машпроект») за наслідками експериментальних вимірювань (термометрирування) та аналітичних розрахунків (одновимірною стаціонарною моделлю для виливків кінцевої довжини) в умовах регульованого тепловідводу отримано низку залежностей та теплофізичних факторів затвердіння виливків в умовах комбінованого (радіаційного і конвективного) охолодження (рідкий алюміній) форми з варіаціями швидкостей кристалізації $V_{кр.} = 2; 5; 10$ мм/хв. Як модельні було вибрано жароміцні нікелеві сплави типу ЧС-70, широко використовувані вітчизняною промисловістю для виготовлення робочих лопаток ГТД. Для отримання якісних виливків з направленою структурою необхідно використовувати ливарне оснащення (тигли, оболонкові форми, стрижні) з вищою термічною стійкістю і хімічною інертністю по відношенню до розплаву, оскільки час контакту метал – вогнетрив значно збільшується в порівнянні з процесом отримання рівноосного вилівка. Такі вимоги до вогнетривкої кераміки були досягнуті за

допомогою використання процесу модифікації вогнетривких сумішей введенням активних добавок. При електронно-мікроскопічному дослідженні показано, що мікроструктура матеріалу на основі модифікованого електрокорунду являє собою зрощені закристалізовані конгломерати зерен керамічної матриці з вкрапленнями частинок дисперсних (1 – 2 мкм) порошоків-модифікаторів. Для отримання кількісної залежності між конструктивними параметрами установки (товщина екранів між гарячою і холодною зонами кристалізатора, товщина і термічний опір стінок форми), технологічними чинниками процесу кристалізації (температура охолоджувача, температура металу, швидкість кристалізації) і ступенем регулярності отриманої направленої структури модельних сплавів, вилівок розглядався як складена тризонна модель.

За результатами досліджень сформульовані якісні і кількісні критерії, які визначають можливість отримання орієнтованої структури по всій довжині конкретного виробу. При вибраних оптимальних параметрах кристалізації по всій довжині виробу, включаючи перехідні перетини, формується регулярна дендритна структура.

Склад та захисні властивості титаноалітованих вуглецевих сталей

Т. В. Лоскутова, М. В. Аршук, А. Б. Бобін

Національний технічний університет України «КПІ», Київ

Дифузійні шари на основі алюмінію є більш корозійностійкими в багатьох агресивних середовищах, але поступаються покриттям на основі карбіду титану характеристиками міцності. Високий комплекс експлуатаційних властивостей матеріалів може бути досягнутий при формуванні багат шарових хромотитанових покриттів. В зв'язку з цим досліджено можливість отримання комплексних покриттів на основі карбіду титану та алюмінію, визначення їх фізико-хімічних властивостей.

Покриття наносили порошковим методом у спеціальному контейнері за умов зниженого тиску при температурі 1323 К протягом 2 годин. Сталеві вироби загрузали в контейнер і засипали сумішшю, яка складалася з 10 % алюмінію, 60 % титану, 26 % інертної речовини Al_2O_3 і 4,0 % активатора NH_4Cl . Загальна товщина отриманих дифузійних покриттів дорівнювала 20 мкм. Рентгеноструктурним пошаровим аналізом встановлено, що на поверхні зразків, отриманих при комплексному насиченні титаном та алюмінієм, утворюється структура, яка складається з трьох шарів. Дифрактограми, зняті з поверхні зразків, фіксують наявність дифракційних максимумів від карбіду TiC з періодом ґратки $a=0,4324$ нм, сполуки типу Ti_4Fe_2O з періодом ґратки $a=1,1309$ нм та твердого розчину заміщення $Ti(Al,Fe)$ з періодом ґратки $a=0,2931$ нм. Після зняття з поверхні $5 \cdot 10^{-6}$ м в покритті зафіксували дифракційні максимуми, що належать фазі TiC та α -твердому розчину заліза. При цьому період ґратки, яка належить карбіду титану, що межує з основою, зменшується і складає 0,4322 нм. Це може свідчити про зменшення кількості вуглецю в карбіді TiC та легуванні останнього залізом та алюмінієм. При подальшому знятті покриття до $(10 - 12) \cdot 10^{-6}$ м на дифрактограмах залишаються піки, що належать TiC та α -твердому розчину титану та алюмінію в залізі з відмінними від заліза параметрами ґратки.

Встановлено, що нанесення дифузійних покриттів, отриманих при комплексному титаноалітуванні сталі, призводить до зменшення в 1,5 – 3,0 рази швидкості корозії сталі 45 у воді, сольових розчинах, розчині лугу та у 14,0 – 63,0 рази у 10 % розчині сульфатної кислоти. Показана можливість отримання на поверхні сталі 45 комплексних титаноалітованих покриттів. Встановлено, що нанесення на