

Ковальчук О.Г., Ямшинський М.М
(НТУУ «КПІ», м. Київ)

ВПЛИВ ХРОМУ ТА АЛЮМІНІЮ НА ВЛАСТИВОСТІ ЖАРОСТІЙКОЇ СТАЛІ
E-mail:alex-kovalchuk@email.ua

До матеріалів, які працюють в умовах високих температур та агресивних середовищ, пред'являють такі вимоги: вони повинні мати високі температури плавлення, окислостійкість і термостійкість та задовільні ливарні властивості.

Найбільш перспективним і дешевим ливарним матеріалом для виготовлення жаростійких виробів будь-якого призначення є сплави на основі заліза, леговані хромом, алюмінієм, кремнієм, титаном тощо. Серед таких сплавів провідне місце посідають хромоалюмінієві сталі. Ці сплави повною мірою відповідають основним вимогам, які пред'являються до жаростійких матеріалів. Вони мають високі температури плавлення, корозійну стійкість в умовах високих (до 1300 °С) температур, задовільні ливарні властивості, є дешевими і недефіцитними.

Досвід експлуатації насадок пальників котлоагрегатів на теплових електростанціях України показує, що термін їх роботи становить 5,5...6,5 років, у той же час міжремонтний період експлуатації котлоагрегатів – 3,5...4,0 років. Отже перед експлуатаційниками постає дилема: при проведенні капітальних ремонтів залишати деталі, які знаходяться ще в робочому стані, чи замінювати їх новими.

Зрозуміло, що оптимальним був би такий варіант, при якому співпадали б термін експлуатації жаростійких деталей з міжремонтним періодом котлоагрегатів.

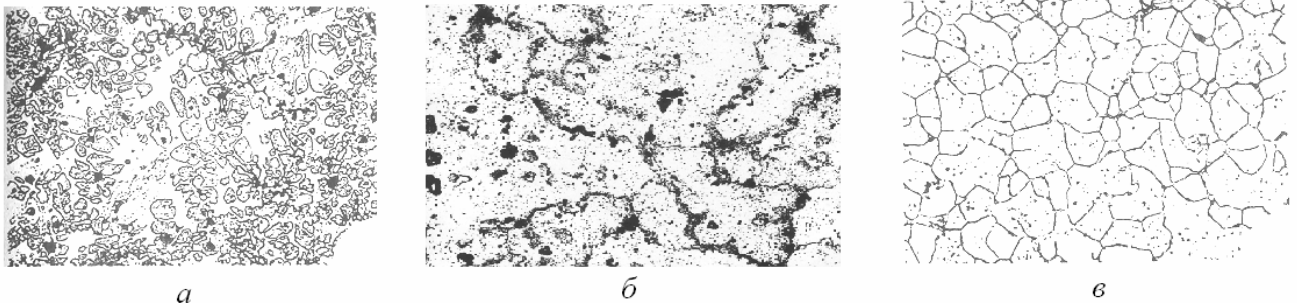
Дослідженнями підтверджена доцільність використання хромоалюмінієвих сталей із вмістом 25...30% хрому; 1,2...3,0% алюмінію; 0,25...0,35% вуглецю та 0,25...0,60% титану для виготовлення жаростійких литих деталей, які працюють в умовах агресивних середовищ при температурах до 1300 °С і мають високі технологічні властивості.

Підвищення вмісту хрому і алюмінію в досліджених сталях супроводжується зниженням їх щільності, оскільки хром і алюміній мають меншу в порівнянні з залізом щільність.

Щільність металу суттєво впливає на характеристики міцності виробів в умовах високих температур, особливо коли вони працюють як консолі. Зменшення щільності сприятиме зниженню рівня деформаційних процесів у таких виробах під час їх експлуатації.

Установлено, що збільшення концентрації хрому значною мірою знижує опір розриванню всіх досліджених сталей через зростання кількості шкідливих домішок і карбідів та їх коагуляції. В структурі металу (рис. 1) з'являються колонії крупних карбідів хрому, які мають гострокутну форму, що сприяє збільшенню концентраторів напружин. Кількість алюмінію в хромистій сталі необхідно визначати з урахуванням дії навантажень на виріб під час його експлуатації. Відомо, що сталі, які містять значну кількість легувальних елементів (хрому, алюмінію, кремнію) мають грубозернисту феритну структуру, яку не можна змінити ніякими режимами термічного оброблення. Поліпшити властивості таких сталей можна тільки додатковим обробленням карбідо- або нітридоутворювальними елементами, а також елементами, які сприяють дисперсійному твердненню металу у формі.

Механічні і експлуатаційні властивості сплавів визначаються, перш за все, їх структурою.



a – 13,8% Cr; *б* – 22,3% Cr; *в* – 30,7%

Рис. 1. Структура хромоалюмінієвої сталі (0,4% С; 1,0% Al) залежно від вмісту в ній хрому ($\times 100$)

Установлено, що суттєвим недоліком сталей з хромом та алюмінієм є їх низька пластичність. Підвищення концентрації хрому та алюмінію зменшує ударну в'язкість досліджених сталей. Під час дослідження міцності та ударної в'язкості за зламами зразків виявлено їх крихке руйнування, а тому відносне подовження всіх досліджених сплавів не перевищує 1%.

Крім того, вуглець у хромоалюмінієвій сталі утворює міцні карбіди з хромом та залізом, коефіцієнт термічного розширення яких нижчий, ніж легovanого алюмінієм фериту.

Установлено, що зміна вмісту титану від 0,25 до 0,60% зменшує схильність сталей до утворення гарячих тріщин, що пов'язано із додатковим мікролегуванням хромоалюмінієвого фериту титаном і очищення меж зерен від шкідливих домішок.

Найбільш гомогенну структуру має сталь, попередньо розкиснена алюмінієм. Така структура забезпечує високі механічні і, особливо, експлуатаційні властивості виробів. Алюміній сприяє очищенню меж зерен, покращанню властивостей легovanого хромом фериту, а титан справляє зміцнювальну дію внаслідок утворення великої кількості карбонітридів, які є додатковими центрами кристалізації і подрібнюють первинне зерно.

Суттєву зміну структури сталі під дією титану можна пояснити утворенням високотемпературних сполук (TiO_2 , Ti_2O_3 , TiO , TiN , TiC), які є додатковими центрами кристалізації, сприяють їй прискоренню і подрібненню первинного зерна.

Отже комплексне дослідження впливу хрому та алюмінію на властивості вуглецевих сталей дає можливість зробити важливий висновок: для виготовлення високоякісних виливків із жаростійких сталей з урахуванням ливарних та механічних характеристик, останні повинні мати в своєму складі 28...32% хрому та 1,2...2,2% алюмінію. Для виготовлення виливків простої конфігурації вміст алюмінію може бути збільшеним до 3,0%.