

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ КАРБІДОУТВОРЕННЯ У ВИСОКОХРОМИСТИХ ЧАВУНАХ

Проведені дослідження процесів утворення карбідної фази у високохромистих чавунах в процесі кристалізації виливок. Хімічний склад найбільш розповсюджених марок чавунів знаходиться в наступних межах: 1,1...4,0 % С, 11,0...38,0 % Cr, 0,6...7,0 % Mn, 0,8...2,5 % Si, 0,1... 3,0 % Ni. Високохромисті зносостійкі чавуни є природними композиційними матеріалами, що мають в'язку основу із вкрапленням твердих часток (карбідів). Карбідна фаза може складатися із карбідів різного хімічного складу та типу кристалічної ґратки ( $\text{Me}_{23}\text{C}_6$ ,  $\text{Me}_3\text{C}$ ,  $\text{Me}_7\text{C}_3$ ,  $\text{Me}_3\text{C}_2$ ). Особливість кристалізації високохромистих чавунів полягає в тому, що евтектика кристалізується в інтервалі температур. Первинні карбіди, що утворюється в рідкому стані, поділяють на карбіди евтектики та заевтектичних карбідів. Вторинні карбіди формуються у твердому стані за зменшення розчинності вуглецю в металевій основі під час охолодження виливків у формі або в процесі термічної обробки.

Хімічний склад первинних карбідів залежав від кількості карбідоутворюючих елементів їх спорідненості до вуглецю та швидкості охолодження. Елементи в ряду спорідненості до вуглецю, за зростанням, мають наступне розташування: Ni, Fe, Mn, Cr. Для визначення хімічного складу первинних карбідів досліджували усадкові пори та зони усадки. За кристалізації об'єм рідини зменшувався і первинні карбіди охолоджувались без контакту з металевою основою. Первинні карбіди показано на рис. 1.

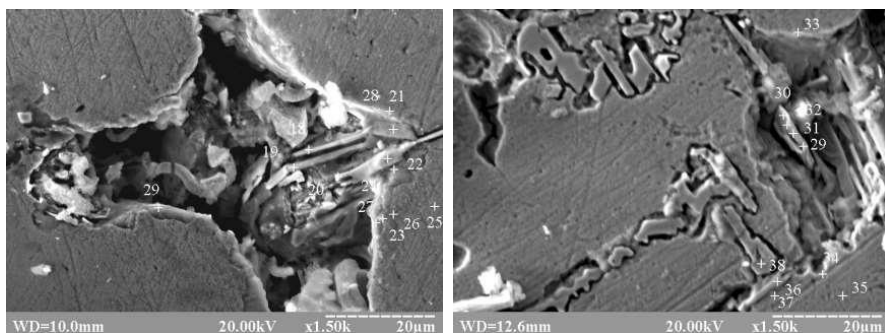


Рисунок 1 – Первинні карбіди та місця виміру хімічного складу.

В процесі охолодження хімічний склад карбідів, що контактували з металевою основою змінювався, шляхом заміщення елементів із меншою спорідненістю до вуглецю (Fe, Ni) на елементи із більшою спорідненістю (Mn, Cr) з урахуванням масштабного фактору (кількості марганцю та хрому). Вміст кремнію в карбідах визначався його кількістю в сплаві та подвійною природою, як створювати карбіди так і заміщувати вуглець в карбідах.

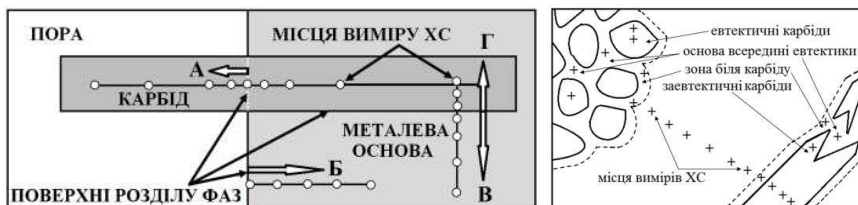


Рисунок 2 – Схеми вимірювання сегрегації хімічних елементів у карбідах і основі на відстані від межі розділу фаз пори – основа, карбід – основа.

Зміни хімічного складу в карбідах та основі досліджених чавунів на відстані від межі розподілу фаз наведено на рис. 3 та 4.

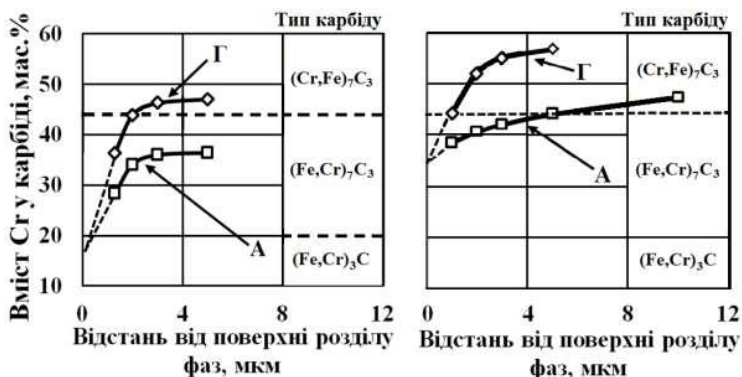


Рисунок 3 – Зміни вмісту хрому в карбідах чавунів 250X12Г3НЗ (а) та 320X22Г5НЗ (б) на відстані від межі розподілу фаз у напрямках А та Г

Таким чином, первинні карбіди, що утворюються у високохромистих чавунах під час кристалізації, мають складну структуру (шарувату будову), а саме всередині їх знаходяться об'єми з карбідів  $(Cr, Fe)_7C_3$  або  $(Fe, Cr)_{23}C_6$ , а на поверхні залежно від вмісту Cr і C та термодинамічних факторів – шари із цементиту або карбіду  $(Fe, Cr)_7C_3$ . Фактично первинні карбіди є безперервними твердими розчинами різних типів карбідів, у яких відбувається поступова заміна заліза на хром.

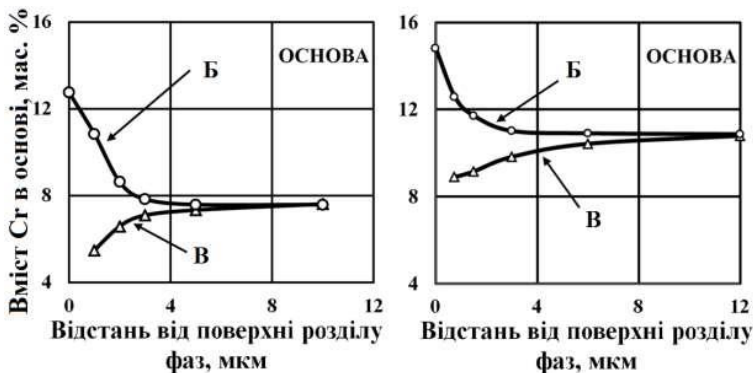


Рисунок 4 – Зміни вмісту хрому в основі чавунів 250X12Г3Н3 (а) та 320X22Г5Н3 (б) на відстані від межі розподілу фаз у напрямках Б та В

Модель шаруватих карбідів, що утворюються із рідини під час кристалізації вилівка із ЗЧХ показано на рис. 5.

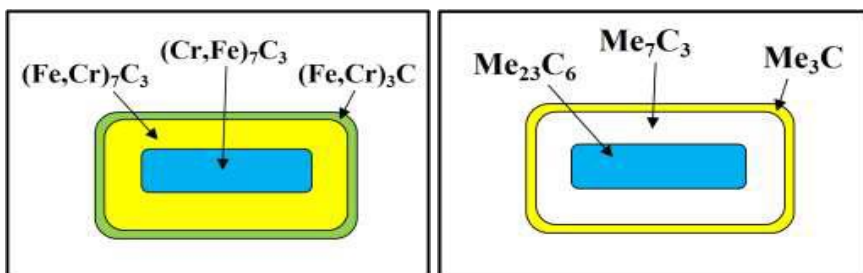


Рисунок 5 – Модель шаруватих карбідів, що утворюються із рідини під час кристалізації вилівка із ЗЧХ

**Висновки.** За кристалізації евтектики у високохромистих чавунах, що відбувається в інтервалі температур, утворюються карбіди із значною хімічною ліквідацією карбідоутворюючих елементів. Такі карбідні фази мають шарувату будову і належать до метастабільних фаз складного хімічного складу і структури. Вміст хрому в таких утвореннях зменшується від центральних шарів до поверхневих із відповідними змінами в кристалічній будові карбіду.

За термічної обробки відбувається перерозподіл елементів між карбідами та металевою основою, що може призвести до утворення зон збіднених на хром та сприяти виникненню міжкристалічної корозії. Ці процеси потрібно вивчити у подальших дослідженнях.