

УДК 621.74.5: 621.446.22

## *Дослідження процесів графітизації чавуну з кулястим графітом за допомогою термічного аналізу*

О.А. Чайковський, кандидат технічних наук

О.С. Хасан, Є.А. Литвінець

Національний технічний університет України "КПІ", Київ

*В роботі досліджено вплив температури заливання, товщини стінки виливка на процеси графітизації чавуну з кулястим графітом модифікованого у ливарній формі. Встановлено, що величина рекалесценції характеризує площу, зайняту включеннями графіту у перерізі шліфа, а тривалість евтектичного перетворення – розмір включень графіту.*

Високоєфективним способом отримання інформації є термічний аналіз, що дозволяє реєструвати процеси, які відбуваються у чавуні в рідкому стані, при кристалізації та при структурних перетвореннях. Аналіз кривої охолодження за допомогою сучасного математичного апарату у поєднанні з отриманими даними мікроструктурного аналізу та механічними властивостями дозволяє створити теоретичну базу розроблення математичних моделей процесу графітизації чавуну з кулястим графітом (ЧКГ), модифікованого у ливарній формі, для подальшого їх використання у прогнозуванні властивостей чавуну [1].

В роботі досліджено вплив температури заливання, товщини стінки виливка на процес графітоутворення в чавуні при модифікуванні у ливарній формі, а також на розмір і площу зайняту графітом у перерізі шліфа, нерівноважну температуру та тривалість евтектичного перетворення. Чавун (С – 3,8 %, Si – 1,8 %, Mn – 0,3 %, S – 0,03 %, P – 0,05 %, мас. частка) виплавляли в індукційній печі ICT - 006 і заливали в сухі піщано-глинисті форми. Тривалість заливання складала  $12 \pm 2$  с. Сфероїдизуюче модифікування чавуну здійснювали за допомогою модифікатора ФСМг-7 (ТУ 14-5-134-86) в формі. Для дослідження впливу товщини стінки виливка на структуру чавуну розроблено технологічну пробу, яка імітувала кристалізацію виливків за різних умов охолодження. Експериментальна проба дозволяла виготовляти зразки розміром 15x5x30, 15x10x30, 15x15x30, 15x20x30, 15x30x30 мм. Дослідження впливу температури заливання на площу, зайняту графітом у перерізі шліфа, проводили при температурах 1380, 1400 та 1450 °С.

Встановлено, що при підвищенні температури заливання збільшується площа, зайнята графітом (рис. 1 а). При 1380 °С вона становить 7 % та збільшується до 22 %, при підвищенні температури до 1450 °С. Збільшення температури призводить також до інтенсифікації взаємодії чавуну з модифікатором. При масовій швидкості заливання 200 – 250 г/с кількість розчиненого модифікатора збільшується від 0,25 до 0,30 % в одиниці об'єму чавуну. При цьому у чавун надходить більше кремнію з модифікатору, що створює умови для формування додаткових центрів кристалізації

графіту. Відбувається виділення більшої кількості прихованої теплоти кристалізації та підвищення температури (рекалесценція) розплаву. При підвищенні температури заливання від 1380 до 1450 °С відбувається збільшення значення рекалесценції від 2 до 54 °С (рис. 1 б).

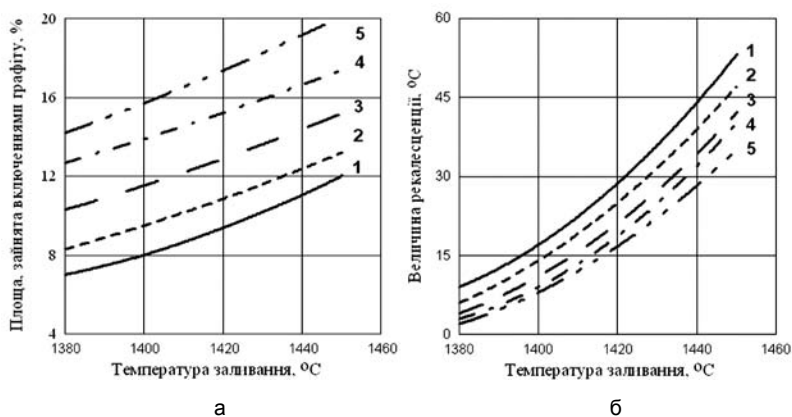


Рис. 1. Вплив температури заливання на площу, зайняту включеннями графіту (а), та на величину рекалесценції (б). Товщина стінки виливка: 1 – 5, 2 – 10, 3 – 15, 4 – 20, 5 – 30 мм.

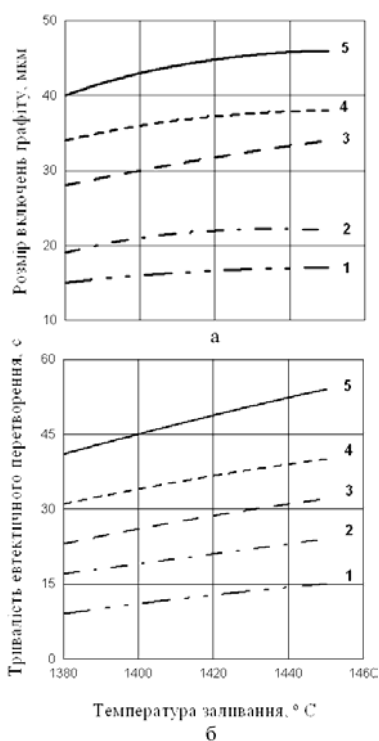


Рис. 2. Вплив температури заливання на розмір включень графіту (а) та на тривалість евтектичного перетворення (б). Товщина стінки виливка: 1 – 5, 2 – 10, 3 – 15, 4 – 20, 5 – 30 мм.

Дослідження впливу температури заливання на розмір включень графіту та на тривалість евтектичного перетворення показали, що з підвищенням температури збільшується розмір включень графіту (рис. 2 а) та тривалість евтектичного перетворення (рис. 2 б).

При зміні температури заливання від 1380 до 1450 °С розмір включень графіту знаходиться в межах 15 – 45 мкм. Збільшення розмірів включень графіту, при зростанні температури, зумовлено активізацією взаємодії модифікатора з металом, при цьому реєструється підвищення нерівноважної температури утворення евтектики.

При зміні товщини стінки зразка від 5 до 30 мм спостерігається збільшення площі, зайнятої графітом, від 7 до 16 % (рис. 3 а) та розмірів включень графіту від 15 до 45 мкм (рис. 3 б). Розмір включень графіту зростає за рахунок збільшення тривалості евтектичного перетворення від 8 до 54 с (рис. 4), що сприяє дифузії вуглецю з розплаву до центрів кристалізації. Площа, зайнята графітом, збільшується за рахунок збільшення розмірів включень графіту.

Проведені дослідження дозволили встановити вплив температури заливання і товщини стінки виливка на процес графітизації ЧКГ при модифікуванні у ливарній формі. Встановлено, що величина рекалесценції характеризує площу,

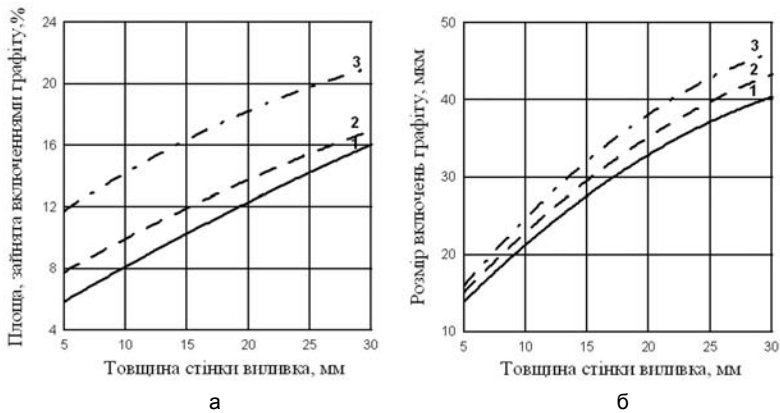


Рис. 3. Вплив товщини стінки виливка на площу, зайняту включеннями графіту (а) та його розмір (б). Температура заливання: 1 – 1380, 2 – 1400, 3 – 1450 °С.

зайняту включеннями графіту, а тривалість евтектичного перетворення – розмір включень графіту. При зміні температури заливання від 1380 до 1450 °С та товщини стінки виливка від 5 до 30 мм, площа зайнята включеннями графіту, змінюється від 7 до 22 %, а величина рекалесценції від 2 до 54 °С, розмір включень графіту збільшується від 15 до 45 мкм, тривалість евтектичного перетворення збільшується від 12 до 54 с.

Отримані результати можуть бути теоретичною базою для розроблення математичних моделей процесу графітизації ЧКГ модифікованого у ливарній формі, для прогнозування властивостей чавуну.

## Література

1. Адриан Удрю. Использование термического анализа для контроля процесса получения ВЧ. // Материалы семинара компании NovaCast. – Италия, 2002. – С. 1 – 15.

Одержано 26.10.09

А.А. Чайковский, О.С. Хасан, Е.А. Литвинец

### Исследование процессов графитизации чугуна с шаровидным графитом с помощью термического анализа

#### Резюме

В работе исследовано влияние температуры заливки, толщины стенки отливки на процессы графитизации чугуна с шаровидным графитом модифицированного в литейной форме. Установлено, что величина рекалесценции характеризует площадь, занятую включениями графита в сечении шлица, а длительность евтектического превращения – размер включений графита.

О.А. Tchaykovs'ky, O.S. Hasan, Ye.A. Lytvynec'

Study of iron with nodular graphite graphitization processes using thermal analysis

Summary

In this work influence of pouring temperature, wall thickness of the casting on the processes of graphitization of iron with nodular graphite by inmould – process was investigated. It is established that the level of recalescence characterizes an graphite inclusion area in the microsection, and duration of eutectic transformation characterizes size of graphite inclusion.

***Шановні колеги!***

**Триває передплата на науково-технічний журнал  
«Металознавство та обробка металів» на 2010 р.**

Для регулярного одержання журналу потрібно перерахувати  
вартість заказаних номерів на розрахунковий рахунок

Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України.

Вартість одного номера журналу – 20 грн., передплата на рік – 80 грн.  
з урахуванням ПДВ.

**Розрахунковий рахунок для передплатників,  
спонсорів і рекламодавців:**

*банк УДК в м. Києві, р/р 35226004000379, МФО 820019.*

*Отримувач – ФТІМС НАН України, ЗКПО 05417153,*

*з посиланням на журнал "МОМ".*

Копію документа передплати та відомості про передплатника

**просимо надсилати до редакції,**

**вказавши номер і дату платіжного документа.**