**Козак Дмитро Сергійович. Особливості одержання, структура та властивості заевтектоїдної сталі з кулястим графітом. : Дис... канд. наук: 05.16.04 – 2007**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Козак Д.С. Особливості одержання, структура та властивості заевтектоїдної сталі з кулястим графітом**. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.04 – „Ливарне виробництво”. – Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ, 2007.  Дисертаційна робота присвячена розробленню параметрів енергозберігаючого процесу одержання графітизованої заевтектоїдної сталі з кулястим графітом з підвищеними ливарними та механічними властивостями.  Встановлені закономірності впливу внутрішньоформового модифікування, хімічного складу та швидкості охолодження на утворення структурно-фазового складу і визначені умови одержання заевтектоїдної сталі з кулястим графітом, що дозволяє суттєво підвищити ливарні, механічні та службові властивості і значно зменшити енергоємність виробництва в порівнянні із традиційною графітизованою сталлю. Розроблено технологію одержання виливків із заевтектоїдної сталі з кулястим графітом на основі застосування внутрішньоформового модифікування. Проведені виробничі випробування виробів із сталі з кулястим графітом і зроблена оцінка ефективності їх застосування. | |
| |  | | --- | | 1. Теоретично обґрунтовані та експериментально визначені параметри, за яких у процесі кристалізації заевтектоїдної сталі формуються сферокристали графіту і не утворюється структурно-вільний цементит, що відкриває перспективу для значного підвищення ливарних, механічних та експлуатаційних властивостей графітизованої сталі при одночасному радикальному зменшенні енергоємності її виробництва.  2. Визначено, що структуроутворення і кристалізація модифікованої заевтектоїдної сталі проходить згідно з механізмом, характерним для залізовуглецевих сплавів доевтектичного складу. Кристалізація починається із зародження і росту дендритів первинного аустеніту. При охолодженні до температури евтектичного перетворення кристалізується аустенітно-графітна евтектика. У структурі заевтектоїдної сталі, яка модифікована графітизуючими модифікаторами, утворюються включення вермикулярного графіту, що розташовуються у вигляді розірваної сітки. В результаті сфероїдизуючого модифікування магнієвими лігатурами формується евтектика – „кулястий графіт-аустеніт”.  3. Установлено, що в результаті модифікування заевтектоїдної сталі феросиліцієм ФС75 в залежності від вмісту кремнію та товщини стінки виливка розплав може кристалізуватися як з утворенням колоній з включень дрібного вермикулярного графіту, так і з утворенням більш крупних включень вермикулярного графіту, які розташовані в металевій основі у вигляді розірваної сітки. З підвищенням вмісту кремнію від 2,0 до 2,8% структура металевої основи змінюється від перлітної до перліто-феритної з часткою фериту до 40% у виливках з товщиною стінки 15 мм.  4. Модифікування силікобарієм СБ20 призводить до формування у міждендритному просторі включень вермикулярного графіту, незначної кількості дрібного кулястого графіту діаметром до 10 мкм. Металева основа заевтектоїдної сталі, яка модифікована СБ20, переважно перлітна. При модифікуванні силікокальцієм СК25 у структурі заевтектоїдної сталі можуть формуватися як включення вермикулярного, так і кулястого графіту. Показано, що утворенню вермикулярного графіту сприяє високий вміст вуглецю у сталі. За вмісту вуглецю у межах 1,4-1,7% і низькому вмісту сірки (0,008%) у структурі утворюється переважно кулястий графіт, а також вермикулярний графіт у кількості 10-15%.  5. Встановлено, що при двостадійному модифікуванні розплаву 0,7% Fe63Ni30Mg7 та 1,5% СБ20 у ливарній формі, за рахунок створення додаткових центрів кристалізації сферокристалів графіту в структурі литої заевтектоїдній сталі формуються включення кулястого графіту з високим ступенем його сфероїдизації (>90%) і не утворюється структурно-вільний цементит.  6. Одержані математичні залежності у вигляді поліномів другого порядку, які адекватно описують сумісний вплив вуглецю, кремнію та товщини стінки виливка на кількість включень кулястого графіту, кількість фериту в металевій основі та твердість заевтектоїдної сталі з кулястим графітом.  7. Визначені основні технологічні параметри плавки, хімічного складу, двостадійного модифікування магнієвою лігатурою Fe63Ni30Mg7 та силікобарієм СБ20 у ливарній формі, що забезпечують одержання сталі з кулястим графітом.  8. Розроблена заевтектоїдна сталь з кулястим графітом наступного хімічного складу (у мас. частках, %): 1,45-1,70 С; 2,30-2,70 Si; 0,10-0,30 Mn; 0,04-0,10 Cr; 0,30-0,60 Ni; 0,025-0,40 S; 0,035-0,05 P; 0,03-0,040 Mg, яка має підвищену в 1,3 рази рідкоплинність порівняно з традиційною графітизованою сталлю та наступний рівень механічних властивостей у литому стані: в=660-680 МПа, 0,2=520-540 МПа, =5-8%, КС=15-35Дж/см2, 241-255 НВ.  9. Досліджено режими термічної обробки, зокрема нормалізації, відпалу, гартування та відпуску, які дозволяють підвищити механічні та службові властивості сталі з кулястим графітом. Розроблено режим відпалу, який забезпечує феритизацію металевої основи заевтектоїдної сталі з кулястим графітом і одержання наступних механічних властивостей: в=530-560МПа, 0,2=400-430, КС=160-180Дж/см2, =20-24%, НВ=150-162. Феритна сталь з кулястим графітом відрізняється від традиційної графітизованої сталі феритного класу підвищеними показниками міцності на 30%, підвищеними у 2,0-2,3 рази відносним подовженням та ударною в’язкістю.  10. Розроблено технологію одержання виливків із заевтектоїдної сталі з кулястим графітом на основі застосування внутрішньоформового модифікування. Для ЗАТ „Київський склотарний завод” виготовлені виливки плунжерного кільця та плунжера інструменту склоформуючого оснащення.Проведена дослідно-промислова перевірка їх довговічності на автоматичній лінії з виготовлення скловиробів. Встановлено, що довговічність плунжерного кільця та плунжера із заевтектоїдної графітизованої сталі з кулястим графітом, порівняно з подібними деталями із сталі 40Х13, підвищується на 15%. Економічний ефект від заміни заготівок з прокату сталі 40Х13 на виливки із заевтектоїдної сталі з кулястим графітом становить 12000 грн. на одну тону заготівок | |