**Ковзель Максим Анатолійович. Закономірності структуроутворення, кінетики бейнітного перетворення в білих високохромистих чавунах та підвищення їх зносостійкості: дис... канд. техн. наук : 05.16.01 / Національна металургійна академія України. - Д., 2005**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Ковзель М.А. Закономірності структуроутворення, кінетики бейнітного перетворення в білих високохромистих чавунах і підвищення їх зносостійкості. – Рукопис.  Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.01 – Металознавство і термічна обробка металів. – Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ, 2005.  Дисертація спрямована на підвищення зносостійкості білих високохромистих чавунів, що працюють в умовах ударно-абразивного зносу.  Вперше для чавуну типу ИЧХ16НМФТ, закристалізованого з різними швидкостями охолодження, вивчені кінетика і побудовані ізотермічні і термокінетичні діаграми розпаду переохолодженого аустеніту, показаний спадкоємний зв'язок кінетики фазових перетворень в твердому стані з вихідною литою структурою дослідженого чавуну.  Вивчено закономірності структуроутворення у високотемпературній і проміжній області температур розпаду переохолодженого аустеніту досліджуваних високохромистих чавунів типу ИЧХ16НМФТ. Встановлено взаємозв'язок між структурними параметрами і механічними властивостями в литому і термооброленому станах.  Вперше показано, що в процесі ударно-абразивного зносу чавуну типу ИЧХ16НМФТ спостерігається перерозподіл легуючих елементів, що приведе до структурних змін і зміцнення чавуну. Максимальну зносостійкість забезпечує термічна обробка з ізотермічною витримкою в бейнітній області температур.  Проведено порівняльні випробування чавуну з вмістом хрому 16% і 21% і запропоновані рекомендації з оптимізації складу і режимів термічної обробки на бейніт високохромистих чавунів. | |
| |  | | --- | | В дисертації викладені теоретичні узагальнення і запропоновані нові рішення наукових і практичних задач, що є базовими для розробки оптимальних режимів термічної обробки білих високохромистих чавунів. Це дозволить керувати структурою і властивостями досліджуваних чавунів з метою підвищення їх зносостійкості.  1. Аналіз літератури свідчить про те, що вивчення закономірностей формування структури, особливостей проміжного перетворення аустеніту у високохромистих чавунах і впливу легуючих елементів на кінетику розпаду аустеніту та на зносостійкість білих високохромистих чавунів, є актуальною задачею.  2. Металографічним методом вивчені закономірності структуроутворення в чавуні ИЧХ16НМФТ у литому стані. Отримали розвиток уявлення про те, що:  структура чавуну типу ИЧХ16НМФТ у литому стані являє собою карбідну евтектику аустеніт-карбід (Сг,Fе)7С3, продукти розпаду аустеніту (структури перлітного класу, мартенсит, бейніт), виділення вторинних карбідів і залишковий аустеніт, що розташовується як на периферії дендритних гілок первинних кристалів перетвореного аустеніту, так і в колоніях карбідної евтектики;  структура чавуну типу ИЧХ16НМФТ чуттєва до швидкості охолодження при кристалізації. Встановлено швидкість охолодження (~0,2 С/хв), при якій направленість евтектичних карбідів мінімальна, продукти розпаду аустеніту максимально однорідні, кількість залишкового аустеніту мінімальна (~12%).  3. За допомогою поліхроматичного методу Лауе уточнені кристалічна структура і симетрія монокристалів карбіду Ме7С3, екстрагованих з усадочної раковини синтетичного високохромистого чавуну. Показано, що ґратка карбіду Ме7С3 відноситься до дифракційного класу D6h=6/mmm, просторової групи C46v=P63mc. Тип ґратки віднесений до гексагональної сингонії.  4. На підставі даних рентгеноструктурного, дилатометричного і металографічного методів аналізу встановлено, що:  в литій структурі високохромистого (“експериментального”) чавуну і чавуну типу ИЧХ16НМФТ виявлені тільки карбіди типу Ме7С3, наявність цементиту не встановлено;  розпад переохолодженого аустеніту в литому високохромистому чавуні (“експериментальному”) цілком (100%) відбувається в перлітній області температур дифузійним шляхом з утворенням евтектоїду, що складається з a-фази з високим ступенем досконалості кристалічної структури і карбідів типу Ме7С3;  вперше показано, що в литому чавуні типу ИЧХ16НМФТ розпад переохолодженого аустеніту частково відбувається як в перлітній області температур по дифузійному механізму, так і в бейнітній області температур по зсувно-дифузійному механізму. У зв'язку з цим у литій структурі чавуну типу ИЧХ16НМФТ присутня a-фаза з різним ступенем досконалості кристалічної ґратки (a-фаза евтектоїду, a-фаза бейніту і мартенсит), деяка кількість залишкового метастабільного аустеніту і карбіди типу Ме7С3.  5. На основі даних локального рентгеноспектрального аналізу по розподілу легуючих елементів між фазами і структурними складовими в чавуні типу ИЧХ16НМФТ в литому стані показано, що в досліджуваному інтервалі швидкостей охолодження формується дендритна ліквація за рахунок нерівномірного розподілу Mo, Mn, Cr і Cu, що і приводить до неоднорідності структури продуктів розпаду аустеніту. Зі зниженням швидкості охолодження спостерігається зменшення кількості залишкового аустеніту, підвищення ступеня його легованості, а також збільшення кількості розчиненого молібдену в евтектичному карбіді (Cr,Fe)7C3, що веде до підвищення твердості чавуну типу ИЧХ16НМФТ. “Експериментальний” чавун в литому стані не схильний до дендритної ліквації.  6. Вперше побудовано ізотермічні і термокінетичні діаграми розпаду переохолодженого аустеніту в «експериментальному» високохромистому чавуні і чавуні типу ИЧХ16НМФТ. Вперше встановлено критичні температури Ас1, Acm, Мн в залежності від вмісту хрому, легуючих елементів і швидкості охолодження при кристалізації. Показано спадкоємний зв'язок кінетики фазових перетворень в твердому стані з вихідною литою структурою дослідженого чавуну, що повинно враховуватися при розробці режимів термічної обробки конкретних деталей.  7. Детально вивчені закономірності структуроутворення у високотемпературній і проміжній областях температур розпаду переохолодженого аустеніту в досліджуваних високохромистих чавунах типу ИЧХ16НМФТ. Показано, що у високотемпературній області розпад аустеніту здійснюється по абнормальному механізму. Це приводить до формування евтектоїду (ферит+Me7C3), який утворюється з поділом фаз. В проміжній області температур виявлене утворення бейнітних структур з a-фазою різної форми, залишкового аустеніту чи карбіду (Me7C3). В досліджуваних чавунах проміжне перетворення сполучається з мартенситним, про що свідчить наявність пакетного чи дрібноголчастого мартенситу. Встановлено кристалографічні співвідношення аустеніт/феррит, аустеніт/мартенсит, які відповідають співвідношенню Курдюмова–Закса. Це дозволяє віднести бейнітні структури, що спостерігаються, до “нижнього” бейніту.  8. Для одержання максимальної твердості і зносостійкості виробів з чавуну типу ИЧХ16НМФТ в промислових умовах рекомендується термічна обробка з ізотермічною витримкою в області бейнітного перетворення. Режими термічної обробки захищені патентами України (деклараційний патент 59272 А; деклараційний патент 69795 А).  9. Вивчено зносостійкість чавуну типу ИЧХ16НМФТ у литому і термообробленому станах в процесі випробування на ударно-абразивний знос. Показано, що:  втрата маси зразка (DР, г), не залежно від передісторії, зі збільшенням часу іспитів з 20 до 100 хвилин зростає; відносна ударно-абразивна зносостійкість (e) також зростає, а інтенсивність зношування (IИ, х 10-3 г/хв) зменшується;  максимальні показники зносостійкості спостерігаються після термічної обробки на бейніт, мінімальні після термічної обробки на перліт, проміжні – у литому стані.  10. Вивчено структурні зміни в чавуні ИЧХ16НМФТ в процесі випробувань на ударно-абразивний знос. Показано, що:  не залежно від передісторії зразка після випробувань спостерігається збільшення розміру надлишкових карбідів у продуктах розпаду аустеніту;  в литому стані, і в зразках, оброблених на перліт, після випробувань в ділянках залишкового метастабільного аустеніту, як в евтектиці, так і на периферії первинних дендритів, з'являється мартенсит, кількість якого зростає зі збільшенням часу випробування;  після термічної обробки на бейніт, в результаті випробувань залишковий аустеніт стабілізується і не перетерплює мартенситного перетворення, в ділянках залишкового аустеніту спостерігаються сліди деформації у вигляді ліній зрушення.  11. Вивчено зміну властивостей, фазового складу та розподілу легуючих елементів в процесі випробування на ударно-абразивний знос в чавуні ИЧХ16НМФТ. Показано, що:  випробування на ударно-абразивний знос приводить до змін мікротвердості продуктів розпаду аустеніту і загальної твердості випробуваних зразків, як в литому, так і термообробленому станах. В процесі випробувань спостерігається зміцнення зразків. Максимальний приріст твердості спостерігається в зразках з бейнітною матрицею.  рентгенографічно показано, що кількість залишкового аустеніту в структурі досліджуваних чавунів після ударно-абразивного зносу зменшується в порівнянні з вихідним станом. Зменшення кількості залишкового аустеніту, зміна параметру ґратки аустеніту, б-фази, що утворилася, свідчить про фазові перетворення і перерозподіл легуючих елементів під час ударно-абразивного зносу.  методом локального рентгеноспектрального аналізу показано, що ступінь легованості залишкового аустеніту після випробувань нижча, ніж у вихідному термообробленому стані, а ступінь легованості евтектичного карбіду вища, що забезпечує зниження кількості залишкового аустеніту з 13,0% до 9%, підвищення мікротвердості евтектичного карбіду і, відповідно, зміцнення чавуну.  12. Проведено зіставлення зносостійкості чавуну типу ИЧХ16НМФТ після термічної обробки на бейніт і чавуну з вмістом хрому 21%, отриманого методом електрошлакового наплавлення, підданого нормалізації. На підставі результатів теоретичних і експериментальних досліджень сформульовані та прийняті до використання рекомендації на ЗАТ “Новокраматорський машинобудівний завод” з питань доцільності при виготовленні композитних валків використовувати чавун з вмістом хрому 16% та наступною термічною обробкою на бейніт (деклараційні патенти №№ 59272 А та 69795 А), що приведе до істотного скорочення витрат на вихідні матеріали при збереженні високого рівня зносостійкості (акт від 24 грудня 2004 року).  13. На підставі теоретичних розробок та експериментальних досліджень сформульовані та прийняті до використання рекомендації на ЗАТ “Дніпропромліт” з питань оптимізації складу і режимів термічної обробки на бейніт високохромистого чавуну, який використовується для виготовлення куль, що мелють (акт від 25 січня 2005 року). Також наукові результати знайшли відображення в учбовому процесі на кафедрі металознавства Національної металургійної академії України. Вони використовуються в курсах лекцій, практичних та лабораторних заняттях з дисциплін: „Металознавство”, „Сплави на основі заліза”, „Леговані чавуни”, а також при виконанні студентами дипломних проектів та випускних магістерських робіт (акт від 3 лютого 2005 року). | |