**Узлов Олег Володимирович. Формування структури голчастого фериту та комплексу властивостей у мікро- та низьколегованих конструкційних сталях : дис... канд. техн. наук: 05.02.01 / Придніпровська держ. академія будівництва та архітектури. - Д., 2006. - Вставка блоку перевертом**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Узлов О.В. Формування структури голчастого фериту та комплексу властивостей у мікро- та низьколегованих конструкційний сталях. – Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство. Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпропетровськ 2006.  Дисертація спрямована на підвищення комплексу міцносних та в’язких характеристик низьколегованих конструкційних сталей шляхом розробки режимів термічної обробки, що дозволяють одержати структуру голчастого фериту.  В роботі доведено, що нітриди алюмінію та карбонітриди титана, а також їхні комплексні з'єднання служать ефективними центрами зародження рейок “інтрагранулярного” голчастого фериту в процесі бейнітного перетворення.  Встановлено, що з підвищенням температури нагріву під гартування до 1150 С частка “інтрагранулярного” голчастого фериту зростає до 90%, а потім знижується. Показано, що низьколегована конструкційна сталь зі структурою “інтрагранулярного” голчастого фериту має високий комплекс міцносних характеристик (s0,2 = 550...660 МПа) при задовільному рівні пластичності (d5 = 21...22 %) та високих показниках ударної в'язкості при знижених температурах (KCU-8035 Дж/см2). Прокат зі структурою «інтрагранулярного» голчастого фериту відповідає вимогам класу 440 за ГОСТ 19281 та С590Т за ГОСТ 27772 для фасонного і смугового прокату. Розроблений режим термічної обробки знайшов використання в практиці ВАТ “ДМЗ ім. Г.І. Петровського”, що підтверджується актом впровадження.  Показано, що попередня деформація істотно впливає на кінетику розпаду аустеніту. Розширюється область утворення надлишкового фериту, а також бейнітного перетворення. У процесі деформації зростає сумарна площа границь аустенітних зерен. У той же час у структурі стали 09Г2ФБ після розпаду гарячедеформованого аустеніту в області бейнітного перетворення виявляються області «інтрагранулярного» голчастого фериту.  На підставі встановлених температурно-часових інтервалів утворення бейнітних структур розроблений режим термічної обробки конструкційної сталі, мікролегованої нітридоутворюючими елементами, що дозволяє одержати прокат зі структурою «інтрагранулярного» голчастого фериту. Показана можливість одержання «інтрагранулярного» голчастого фериту в низьколегованій сталі типу 09Г2ФБ у процесі термомеханічної обробки. | |
| |  | | --- | | 1. Досліджено особливості фазових перетворень у низько- і мікролегованих конструкційних сталях в умовах попередньої термомеханічної обробки та ефективність застосування нітридоутворюючих елементів у якості легуючих. 2. У процесі бейнітного перетворення в сталях, легованих системою Al+Ti+N, спостерігається зміна морфології продуктів фазового перетворення внаслідок наявності в тілі аустенітного зерна рівномірно розподілених часток нітридів, карбонітридів і комплексних часток. При безперервному охолодженні в температурному інтервалі бейнітного перетворення такі частки служать центрами утворення рейок «інтрагранулярного» голчастого фериту, що зароджуються і ростуть усередині зерна аустеніту. Таким чином, «інтрагранулярний» голчастий ферит є продуктом бейнітного перетворення, на що вказує співвідношення Курдюмова-Закса між кристалами бейнітного фериту і залишкового аустеніту, а також наявності областей мартенситу і прошарків залишкового аустеніту в структурі сталі після закінчення перетворення. 3. Уперше показано, що карбонітриди титана та нітриди алюмінію, а також їхні комплексні з'єднання є ефективними центрами зародження рейок «інтрагранулярного» голчастого фериту в низьколегованих конструкційних сталях. Уперше також показано, що введення нітридоутворюючих елементів приводить до утворення «інтрагранулярного» голчастого фериту в конструкційних сталях з вмістом вуглецю до 0,2% (по масі). 4. Встановлено, що в конструкційній сталі (типу Ст20), мікролегованій нітридоутворюючими елементами системи Al+Ti+N, формуються карбонітриди титана Ti(C,N) із ГЦК ґраткою (а = 0,42417 нм); нітриди алюмінію AlN із ГЩ ґраткою (a=b= 0,31141 нм, c= 0,49792 нм), а також комплексні частки типу Ti(C,N)+AlN та Ti(C,N)+AlN+MeS. Формування в сталі часток карбонітридів титана, нітридів алюмінію і їхніх комплексних з'єднань приводить до подрібнення зерна аустеніту і, відповідно, феритного зерна в гарячекатаному стані. При нагріванні під термічну обробку частки нітридів і карбонітридів стримують ріст аустенітного зерна, тим самим, дозволяючи проводити нагрів під гартування при більш високих температурах, що забезпечує одержання структури «інтрагранулярного» голчастого фериту. 5. Показано, що конструкційна сталь (типу Ст20), легована системою (Al+Ti+N) зі структурою «інтрагранулярного» голчастого фериту, після термічної обробки дозволяє забезпечити клас 440 за ГОСТ 19281 для фасонного і смугового прокату (до 12 мм товщиною) і клас С590Т за ГОСТ 27772. Структура «інтрагранулярного» голчастого фериту значно підвищує комплекс механічних властивостей сталі і, особливо, ударної в'язкості при знижених температурах (KCU-80 35 Дж/см2на поперечних зразках при вимогах ГОСТ 19281 KCU-70 29 Дж/см2). 6. Розроблений режим термічної обробки в сполученні із системою легування (Al+Ti+N) дозволяє домогтися одержання структури «інтрагранулярного» голчастого фериту в процесі бейнітного перетворення. У той же час розроблений режим вигідно відрізняється від відомих аналогів меншими енерговитратами (не потрібні тривалі ізотермічні витримки) і, у зв'язку з цим, простотою реалізації в умовах промислового виробництва (немає необхідності в застосуванні соляних ванн). При цьому тонна конструкційної сталі (типу Ст20), мікролегованої нітридоутворюючими елементами (Al+Ti+N), за попередніми підрахунками на ~ 600...620 грн/т дешевше аналогів (сталей типу 16Г2АФ) при більш високому комплексі властивостей. Конструкційна сталь (типу Ст20), мікролегована нітридоутворюючими елементами (Al+Ti+N), не схильна до старіння. Ця сталь у процесі експлуатації може піддаватися зварюванню (СЭ 0,4). 7. Показано, що гаряча деформація переохолодженого аустеніту сталі 09Г2ФБ підвищує частку надлишкового (надмілкого) фериту і розширює область бейнітного перетворення. Незважаючи на підвищення сумарної площі границь аустенітних зерен при гарячій деформації, у процесі бейнітного перетворення в сталі 09Г2ФБ виявляються області «інтрагранулярного» голчастого фериту. 8. Досліджена в роботі система легування (Al+Ti+N) і режим термічної обробки для одержання структури «інтрагранулярного» голчастого фериту, знайшли застосування в практиці ВАТ «Дніпропетровський металургійний завод ім. Петровського» при виробництві профілів з високоміцних конструкційних низьколегованих сталей для вагонобудування. Вони також можуть бути використані в умовах інших металургійних комбінатів («Азовсталь», «Запорожсталь», ММК ім. Ілліча, АМК та ін.), що виробляють широкий сортамент фасонного та листового прокату для будівництва, машинобудування, транспорту й інших металоспоживаючих галузей. | |