**Рабкіна Мар'яна Данилівна. Вплив структурно-механічної анізотропії сталевого прокату на опір шаруватим руйнуванням зварних конструкцій. : Дис... д-ра наук: 05.03.06 – 2007**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Рабкіна М.Д. Вплив структурно-механічної анізотропії сталевого прокату на опір шаруватим руйнуванням зварних конструкцій. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.06 «Зварювання та споріднені технології». Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Київ, 2007.  Дисертацію присвячено вивченню закономірностей виникнення і розвитку шаруватих руйнувань зварних з'єднань і розробці теоретичних принципів і технологічних заходів їх запобігання на всіх етапах створення і експлуатації зварних конструкцій з урахуванням з текстури основного металу і умов експлуатації, включаючи температуру, навантаження і дію водневовмісних середовищ.  Встановлено, що шаруваті розтріскування зафіксовані двох видів низько- і високотемпературне. Основна причина розвитку низькотемпературного шаруватого розтріскування полягає у підвищеній щільності в сталевому прокаті сімейства кристалографічних площин сколу {001} <011>. Встановлено, що залишковий ресурс конструкцій після тривалої експлуатації у водневовмісних середовищах визначається ступенем ураження стінки корпусу шарувато-водневими тріщинами. Залежно від їх відносних розмірів, в'язкості руйнування і товщини прошарку "здорового металу", вони можуть або розвиватися, або набувати форми міхурів. Встановлено залежність між опором шаруватому руйнуванню і структурними елементами ЗТВ у зварних з'єднаннях низьколегованих сталей, внаслідок чого за результатами стандартних механічних випробувань з урахуванням розмірів структурних елементів отримали розвиток розрахункові методи оцінки характеристик трещиностойкости і . | |
| |  | | --- | | 1. Вперше встановлено існування двох видів шаруватого розтріскування: низько- та високотемпературного. Перше характеризується зміною температури крихко-в'язкого переходу Тх. Друге – без помітної зміни Тх – виявляється у формі зниження значень в'язкості руйнування на верхньому «шельфі» її температурної залежності. 2. Отримали розвиток нові уявлення про причини аварій зварних конструкцій, обумовлених текстурою основного металу, яка визначає анізотропію пластичності, в'язкості і топографії руйнування. Це дозволило сформулювати основні вимоги до *Z*–сталей для вузлових трубчастих з'єднань відповідальних зварних конструкцій. 3. Встановлено, що основною причиною розвитку низькотемпературного шаруватого розтріскування є кристалографічна текстура, яка виникає в металі при низьких температурах кінця прокату. Це обумовлено переважною наявністю в прокаті компоненту {001} <011>, перпендикулярного дії максимальної нормальної напруги. Вплив інших компонентів, зокрема {112} <011>, проявляється в зміні траєкторії руйнування та підвищенні тріщиностійкості. 4. Показано, що шарувато-в'язкий злом характеризується міжзереним типом руйнування, ознаками якого є макро- та мікротераси. Макротераси сумірні з розмірами деформованих первинних зерен аустеніту, а мікротераси – з розмірами зерен і субзерен вторинної структури. Їх кількість перевищує вміст неметалічних включень в них. 5. Встановлено закономірності розподілу щільності дислокацій в залежності від напряму прикладеного навантаження в процесі деформації низьколегованих сталей. При розтягуванні у напрямку товщини листа загальна щільність дислокацій в металі приблизно у 3,5 рази менша, ніж при розтягуванні в поздовжньому і поперечному напрямах. Збільшення щільності хаотичних дислокацій з 1109 см-2 в початковому стані до приблизно 11011 см-2 у стані передруйнування локалізується переважно в області неметалічних включень, викликаючи їх розтріскування або відшарування від матриці. Збільшення щільності дислокацій, розташованих у вигляді стінок, обумовлено фрагментацією субзереної структури. 6. Результати досліджень дослідних партій сталі на базі марки 09Г2С з різними значеннями температури кінця прокату покладено в основу технічних умов для відповідальних зварних конструкцій. Найбільша ізотропність товстолистового низьколегованого прокату забезпечується при температурі кінця прокату 750 С (нижня частина +- області) та 820 С (верхня частина +- області) з водяним охолодженням. 7. Встановлено залежність між опором руйнуванню та структурними елементами ділянки перегрівання в зварних з'єднаннях низьколегованих сталей, в зв'язку, з чим отримали розвиток методи оцінки характеристик тріщиностійкості та за результатами стандартних механічних випробувань з урахуванням розмірів цих елементів. 8. Встановлено закономірності утворення і розвитку шарувато-водневого розтріскування. Воно виникає в зневуглецьованих зонах внаслідок тиску метану і/або водню як на початкових стадіях свого розвитку, так і в зоні передруйнування перед фронтом магістральної тріщини і є взаємодією окремих мікротріщин і пор, що викликає локальну концентрацію пластичних деформацій з супутнім збільшенням вмісту молізованих газів. Вперше зневуглецювання, що успадковує текстуру матеріалу, зафіксовано в оболонках нафтохімічного устаткування з конструкційних сталей, яке, на відміну від існуючих уявлень, протікало при невисоких значеннях температури (~60 С) і тиску пари вуглеводів (). Розвиток шарувато-водневого розтріскування обумовлений переважною кількістю в прокаті компоненту кристалографічної орієнтації {001} <011>. Наявність яскраво вираженої текстури в оболонках конструкцій обумовлює також пошаровий розвиток в них виразкової і щілинної корозії в процесі переробки нафти. 9. Встановлено, що залишковий ресурс конструкцій, що експлуатуються у водневовмісних середовищах, визначається, насамперед, ступенем ураження оболонки з низьколегованих сталей шарувато-водневими тріщинами, які внаслідок дифузії водню в зону пружно-пластичного спотворення кристалічної решітки можуть або розвиватися, або набувати форми міхурів; при цьому експлуатаційне окрихчення металу носить другорядний характер. Основною причиною руйнування устаткування з різнорідних сталей є дифузійні прошарки на лінії сплавлення зварного з'єднання; вони характеризуються навуглецьованим шаром з боку аустенітного (високолегованого) і зневуглецьованим з боку неаустенітного (низьколегованого) металу, що надалі обумовлює утворення корозійної порожнини. Результати випробувань на тривалу міцність і повзучість дозволяють стверджувати, що стан оболонок з теплостійких сталей після напрацювання 150 тис. годин не зважаючи на розвиток структурних змін в цілому зберігається задовільним.   Головний підсумок роботи полягає в узагальненні результатів досліджень і спрямований на вирішення важливої науково-практичної проблеми – запобігання шаруватим руйнуванням зварних конструкцій, що експлуатуються в атмосферних умовах, а також при дії водневовмісних середовищ. | |