**Засадний Тарас Миронович. Оцінка та шляхи зниження водневої проникності малоактивованих реакторних сталей зі зварними швами: дис... канд. техн. наук: 05.02.01 / НАН України; Фізико-механічний ін-т ім. Г.В.Карпенка. - Л., 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Засадний Т.М. Оцінка та шляхи зниження водневої проникності малоактивованих реакторних сталей зі зварними швами. – Рукопис.  Дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство. – Фізико-механічний інститут ім.Г.В.Карпенка НАН України, Львів, 2004.  На основі вивчення впливу комплексного легування (метали IV-V груп, кремній, вуглець) на водневу проникність хромомарганцевої сталі Х12Г20В встановлено її оптимальний хімічний склад (Fe-осн., Mn-20,5, Cr-11,8, W-2,0, Si-0,08, Ti-0,18, C-0,22 мас.%), який дозволяє звести до мінімуму втрати водню та його ізотопів в навколишнє середовище. Розраховано величину екологічно безпечного рівня проникання водню (Ркр. = 2,410-12 моль/мсПа1/2), який дозволяє визначити у скільки разів необхідно понизити водневу проникність матеріалів реакторного обладнання. Проведено вивчення впливу наводнювання на фазово-структурний стан сталі Х12Г20В. Встановлено, що водень ініціює перерозподіл атомів марганцю, що приводить до утворення мікрообластей, збагачених цим елементом. Одночасно протікає процес феритизації сталі, який супроводжується виділенням областей a- заліза в аустенітній матриці.  Запропоновано новий методологічний підхід до вивчення розчинності водню у зварних з’єднаннях сталей, який полягає у вимірюванні водневої проникності Р методом Беррера та визначенні цієї характеристики у зварному шві за співвідношенням площ основного металу і зварного шва, вимірюванні коефіцієнта дифузії водню D методом електропровідності у зразках, вирізаних зі зварного шва, і розрахунку розчинності водню у самому шві за формулою S=P/D. Вперше встановлені значення P, D і S у зварних швах, отриманих лазерним зварюванням сталей Х12Г20В і 10Х9ВФА.  Встановлено, що нанесення захисних оксидних плівок зі шпінельною структурою знижує величину проникання водню та його ізотопів через реакторні сталі та їх зварні з’єднання у 120-160 разів, що нижче екологічно безпечного рівня. | |
| |  | | --- | | У дисертації запропоновано новий підхід до вирішення наукової задачі, яка полягає у розробці методики оцінки дифузійних параметрів водню у зварних швах реакторних сталей та встановленні закономірностей впливу водню на їх фазово-структурний стан в інтервалі температур 773 – 1073 К.   1. Запропоновано комбінований підхід до вивчення дифузійних параметрів водню у зварних з’єднаннях конструкційних матеріалів за високих температур, який полягає у визначенні водневої проникності зварного шва P методом проникання, коефіцієнта дифузії водню D методом електропровідності та розрахунку розчинності на основі вказаних характеристик за співвідношенням S = P / D.   Вперше розраховано величину екологічно безпечного бар’єра прониканню водню (Ркр.= 2,410-12 моль/мсПа1/2) через конструкційні матеріали, які пропонуються для виготовлення обладнання атомних та термоядерних енергетичних установок.  Вперше досліджено вплив комплексного легування металами IV-V груп, кремнієм та вуглецем на водневу проникність сталі Х12Г20В та встановлено її оптимальний хімічний склад (Fe-осн, Mn-20,5 , Cr-11,8 , W-2,0 , Si-0,08 , Ti-0,18 , C-0,22 мас.%), який дозволяє звести до мінімуму втрати водню та його ізотопів в навколишнє середовище.  Встановлено, що процес утворення збагачених марганцем мікрообластей і виділення -фази заліза в легованій сталі Х12Г20В завершується після 40 год. відпалу за температури 873 К і тиску водню 105 Па.  Показано, що сталь 10Х9ВФА має водневу проникність, яка перевищує екологічно безпечний рівень у 8-10 разів. Зростання цієї характеристики після відпалу у вакуумі та водні пояснено зневуглечуванням сталі. На основі вимірювання параметрів аномалії електроопору в околі температури точки Кюрі встановлено, що цей процес за температури відпалу 873 К і тиску водню 105 Па стабілізується після 20-22 год, що узгоджується з даними металографічного аналізу.  Вперше встановлені значення проникності, коефіцієнту дифузії та розчинності водню у зварних швах сталей 10Х9ВФА і Х12Г20В в інтервалі робочих температур термоядерного реактора (773-973 К).  Показано, що на границі розділу основний метал – зварний шов утворюється проміжна зона з дрібнозеренною структурою, яка за наявності розчиненого водню зростає, що можна пояснити водневим зневуглечуванням і прискоренням процесів рекристалізації за наводнювання.  Встановлено, що нанесення захисних оксидних плівок зі шпінельною структурою методом циклічного оксидування дозволяє понизити рівень проникання водню та його ізотопів через реакторні сталі та їх зварні з’єднання у 120-160 разів, що нижче екологічно безпечного рівня.  Сталі Х12Г20В (плавка №3) і 10Х9ВФА з оксидною плівкою рекомендовані як матеріали з мінімальними втратами водню та його ізотопів через зварні з’єднання і застосовуються для виготовлення реакторного обладнання та труб теплообмінника в сучасних енергетичних установках, що підтверджено відповідними документами. | |