

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ИЗ СТАЛИ 10Х9К3В1М1ФБР В УСЛОВИЯХ СТАРЕНИЯ

Дмитрик В.В., Сыренко Т.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Высокохромистые мартенситные стали типа Р91, Р92, Р122, Р911 и др., применяются в энергоблоках тепловых станций США, Японии и других стран ЕС, эксплуатируются при температурах 580-650°C и давлении до 340МПа. Данные стали подвергаются термической обработке представляющей собой нормализацию и последующий среднетемпературный отпуск. Отпуск обеспечивает выделение нано-частиц типа М (С,N) и М₂₃С₆, от объемной доли, размера и распределения которых зависит стабильность структуры сварных соединений в условиях эксплуатационного старения. В сталях, содержащих никеля 0,7-1,5%, отмечается следующая стадийность карбидных превращений

М₃С→М₂С→ М₂₃С₆. В легированном цементите доля Fe составляет около 20% от металлических атомов. В карбонитриде М₂ (С,N) хром составляет около 50-55% от количества металлических атомов, а молибден-до 30% (масс.). Частицы М₂ (С,N) выглядят в виде пластин длиной 100нм и более, а частицы М₂₃С₆ имеют округлую форму.

При содержании в приведенных сталях никеля ≤ 0,6% карбидная реакция будет следующей М₃С→М₇С₃→ М₂₃С₆.

Карбидная реакция М₃С→М₇С₃ может протекать по механизму внутренней перестройки решетки цементита, что вызывает диффузия хрома из мартенсита. Однако реакция М₃С→М₇С₃ может протекать как эффект независимого зарождения М₇С₃, поскольку химический состав М₃С и М₇С₃ существенно различается по содержанию хрома и железа. Реакция М₇С₃→М₂₃С₆ может идти по механизму перестройки решетки М₇С₃ в решетку М₂₃С₆. Однако механизм данной реакции может обеспечиваться и путем независимого зарождения карбида М₂₃С₆. Заметим, что М₇С₃ и М₂₃С₆ располагаются в зернах мартенсита по точным ориентационным направлениям, что подтверждает их зарождение как частиц с когерентными границами. Карбид М₇С₃ может содержать хрома ≥ 80%(ат.) и по своему химическому составу он близок к карбиду М₂₃С₆. Однако М₇С₃ и М₂₃С₆ имеют различные кристаллические решетки. В процессе эксплуатации М₇С₃ претерпевают распад при образовании М₂₃С₆. Увеличение в стали Р911 содержания ниобия до 0,086 и азота до 0,06% приводит к полной замене М₂ (С,N) на М (С,N), который обогащен ниобием. Можно предположить, что М (С,N) в стали Р911 является в условиях эксплуатационного старения стабильной фазой, что требует уточнения.