

ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ МИКРОПОРАМИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПАРОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ ПОЛЗУЧЕСТИ

Дмитрик В.В., Глушко А.В.

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

Длительно эксплуатируемые сварные соединения паропроводов из теплоустойчивых перлитных сталей 12Х1МФ и 15Х1М1Ф повреждаются путем образования и развития пор ползучести и трещин усталости. Зарождающиеся и развивающиеся микропоры являются концентраторами напряжений, значения которых соответственно увеличиваются по мере роста пор и превращения их в трещины.

Образование микропор обеспечивается физико-химическими процессами, которые с различной интенсивностью проходят в металле сварных соединений паропроводов длительно эксплуатируемых в условиях ползучести.

Физико-химические процессы в металле сварных соединений обеспечивают: 1. Диффузионное перемещение хрома и молибдена из центральных зон зерен α -фазы в их приграничные зоны, что приводит к образованию сегрегаций; 2. Перемещение дислокаций и образование полигональной структуры зерен α -фазы; 3. Карбидные реакции $M_3C \rightarrow M_7C_3 \rightarrow M_{23}C_6$ и образование новых карбидов Mo_2C и VC ; 4. Коагуляцию карбидных фаз I гр. (в основном, $M_{23}C_6$).

Установили закономерность, что наиболее интенсивно порообразование происходит на тех участках сварных соединений, где с наибольшей скоростью изменяется микроструктура.

Значительную роль играют также и условия эксплуатации (перегревы, количество пусков-остановов, сложно-напряженное состояние и др.). Выявили, что в сварных соединениях паропроводов после их наработки 290000 ч (рабочее напряжение 25 МПа, температура 545 °С) – примерно 60 % пор образуется на участке неполной перекристаллизации зоны термического влияния (ЗТВ); 20 – на участке сплавления; 10 – на участке перегрева; 5 – в металле шва и 5 – в основном металле, не претерпевавшем сварочный перегрев. Можно показать, что на участке неполной перекристаллизации порообразование зависит от строения новых продуктов распада аустенита. Если такие продукты представляют глобуляризованный перлит и имеют место сегрегации в приграничных зонах зерен α -фазы, то порообразование заметно ускоряется. Например, количество пор размером около 1 мкм в аналогичных сварных соединениях, эксплуатируемых в близких условиях, при наличии новых продуктов распада аустенита в виде глобуляризованного перлита и сегрегаций составляло 700-800 пор/мм², а в виде сорбита, при отсутствии сегрегаций – 500-600.

Установили, что при наличии сегрегаций в структуре участка неполной перекристаллизации ЗТВ плотность пор 900 пор/мм², размером около 1 мкм, является критической. И превышение их количества может вызвать разрушение металла сварных соединений по хрупкому механизму.