

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА И НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ
СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В работе проведено исследование образцов мартенситностареющих сталей ЧС-92 и ЧС-4, а также титанового сплава ТС-6, сваренных электронным лучом. Предварительно стальные образцы были подвергнуты закалке 900°C и 3-х часовой выдержке 500°C , а титановый сплав подвергнулся закалке 800°C и старению при 500°C 16 часов. Изучались шов, зона термического влияния и основной металл после различных обработок. После сварки часть стальных образцов подвергнута термоциклической (ТЦО) и изотермической (ИТО) обработке, а образец из сплава ТС-6 только термоциклической обработке. Режимы термоциклической и изотермической обработок заказчиком не указаны. Рентгеновским методом на дифрактометре ДРОН-2 для каждой зоны во всех образцах были определены фазовый состав, параметры решеток основных фаз, количество остаточного аустенита в сталях. Для титанового сплава проведено исследование напряженного состояния.

Основные фазовые составляющие во всех образцах из стали ЧС-4 (0,03С, 17,7Ni, 8,63Со 2,87Мо, 1,0Ti, 0,09Cr) как в исходном материале, так и в сварном шве и в зоне термического влияния – α -Fe (ОЦК-решетка, мартенсит) и γ -Fe (ГЦК-решетка, аустенит). В исходном состоянии присутствует небольшое количество интерметаллических фаз: Ni_3Ti , NiTi , Fe_2Mo , FeMo , Fe_7Mo_3 , Cr_2Ti . Количество Ni_3Ti в зоне термического влияния несколько выше, чем в основном металле и в шве. Количество аустенита меньше всего в зоне термического влияния (18 %), в шве и в основе – 24 % и 43 %, соответственно. В образце после изотермической обработки вследствие сильного окисления поверхности на данном этапе работы не представилось возможным качественно произвести фазовый анализ образца. После термоциклической термообработки обнаружены те же интерметаллидные фазы; наблюдается незначительное окисление. Количество остаточного аустенита во всех зонах около 15 %.

В образцах из стали ЧС-92 (0,02С, 11,2Cr, 9,94Ni, 1,75Мо, 1,17Ti, 0,6Al) основу составляют также аустенит и мартенсит; наблюдается немного интерметаллидов – Ni_3Ti , FeMo , Fe_3Mo , Ni_3Mo , возможно присутствие следов Cr_2Ti . Во всех образцах присутствует достаточное количество оксида $[\text{Cr,Fe}]_2\text{O}_3$ (в образце после ИТО немного больше, чем в остальных). Количество аустенита в сваренном образце и образце после ИТО схожее и составляет: 30-32 % в основе, 40-41 % в околошовной зоне и около 48 % в шве.

Основу образцов титанового сплава ТС-6 (10,65Cr, 7,08V, 3,11Al, 1,1Zr) составляют твердые растворы на основе α -Ti и β -Ti. Кроме твердых растворов обнаружены фазы Al_3Ti , Cr_2Ti , Al_5Ti_3 (в шве его немного больше, чем в основном металле). В исходном сварном шве количества Al_3Ti и Cr_2Ti меньше, а Al_5Ti_3 немного больше по сравнению с основным металлом. В образце после ТЦО также в зоне шва наблюдаются повышенные количества фаз Al_3Ti и Cr_2Ti . Значение параметра решетки β -Ti значительно меньше табличного, что говорит о существенном растворении легирующих элементов. В направлении от шва к основному металлу наблюдается изменение параметров, что может свидетельствовать о значительном изменении концентрации твердого раствора в процессе обработки титанового сплава электронным лучом. Очевидно, перераспределение касается, в первую очередь, циркония и ванадия, дающих непрерывные ряды твердых растворов с титаном.

Макронапряжения, определенные в основе и околошовной зоне исходного титанового образца – сжимающие (600 и 800 Мпа, соответственно), а в шве достигают 330 МПа. После ТЦО наблюдалось снижение остаточных напряжений в шве до 40 МПа.