

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ТИТАНОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Гущин А.Н., Пачурин Г.В.

Нижегородский государственный технический университет

Нижний Новгород, Россия

E-mail: PachurinGV@mail.ru

Изучение кинетики усталостного разрушения сварных соединений из технически чистого титана, имитирующих элементы сварных конструкций искусственных клапанов сердца, а также выбор на их основе оптимальных режимов термической и термоциклических обработок с целью повышения эксплуатационной долговечности представляют особый интерес, так как это непосредственно касается здоровья и жизни человека.

Снижение параметров усталости сварных соединений из титана связывается, как правило, с влиянием концентрации напряжений. Последняя оценивается изменением форм (геометрии) шва и внутренних дефектов (пор, включений и т.д.), остаточных напряжений, а также образованием в процессе сварки крупнозернистой околошовной зоны.

Качественное проведение сварки с использованием защитной газовой атмосферы, правильное оформление шва (наличие галтельных переходов) сводят к минимуму отрицательную роль концентраторов напряжений, вносимых сваркой, в снижении сопротивления усталостному разрушению сварных соединений. Влияние же остаточных напряжений на механические свойства металлических материалов со сварным швом в этом случае во многом будет определяться механической неоднородностью (неравномерностью распределения механических свойств по длине сварного соединения) и также структурным состоянием участка зоны термического влияния, по которому, как правило, идет локализация пластической деформации и разрушение.

В работе исследовались сварные образцы из титана ВТ1-0. Т-образный образец из проволоки диаметром 2 мм приваривался к квадратной пластине (12x12x1 мм) в вакуумной камере электронно-лучевой установки типа ЭЛУ-4 при остаточном давлении $133 \cdot 10^{-4} \dots 135 \cdot 10^{-5}$ Па. Перед сваркой стержень подвергался холодному волочению до степени деформации 55% и отжигу в терморегулируемой вакуумной печи (остаточное давление $133 \cdot 10^{-4} \dots 135 \cdot 10^{-5}$ Па) при температурах предварительного отжига $t_{ndo} = 450 \dots 900$ °С в течение 2 часов. Отжиг осуществлялся.

Термоциклическую обработку проводили по наиболее предпочтительным режимам, позволяющим за меньшее число циклов измельчить крупнозернистую (перегретую) структуру технически чистого титана по методике: нагрев в расплаве нейтральных солей (50% NaCl + 50% KCl) со скоростью 15 град/с, резкое охлаждение в соленой воде, рекристаллизационный отжиг - нагрев со скоростью 15 град/с в соляной ванне до 850 °С, выдержка 2 мин, охлаждение на воздухе.

Механические характеристики определялись на разрывных машинах «Instron-1115». Усталостные испытания проводились в физиологическом растворе Рингера-Локка по «мягкой» схеме консольного циклического изгиба при частоте 50 Гц на электромагнитной резонансной установке. Микроструктура изучалась на оптическом микроскопе «МИМ-8».

В работе:

- исследована повреждаемость при усталости сварных соединений из титана и показана ее взаимосвязь с изменением текущего прогиба образца в процессе циклического нагружения;
- получены механические характеристики материала при статическом растяжении и циклическом нагружении после различных режимов термоциклирования;
- установлены оптимальные режимы технологической обработки сварных соединений из титана, повышающих их циклическую долговечность;
- получены кривые усталости и кинетические диаграммы изменения относительной стрелы прогиба образца в функции времени испытания при заданном циклическом нагружении.
- предложена зависимость, позволяющая прогнозировать и повышать эксплуатационную долговечность сварных каркасов искусственных клапанов сердца.