

(наличие галтельных переходов) сводят к минимуму отрицательную роль концентраторов напряжений, вносимых сваркой, в снижении характеристик усталости 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 на основании исследования микроструктуры и распределения микротвердости по длине сварных соединений изучено поведение модельных образцов из технически чистого титана, имитирующие узлы ИКС, при статическом и циклическом нагружении в физиологическом растворе Рингера-Локка.

Испытания проводились на Т-образных сварных образцах из титана ВТ 1-ОС. Цилиндрический стержень Т-образного образца диаметром $d_0 = 2$ мм приваривался к квадратной пластинке методом вакуумной электронно-лучевой сварки. Стержень изготавливался из проволоки, которую подвергали холодному волочению до степени деформации 55%. Радиус галтельного перехода от пластинки к стержню после механической обработки 1,5 мм.

Получены прочностные (σ_b , $\sigma_{0,2}$), пластические (δ , ψ) характеристики, предел усталости (σ_{-1}) на базе испытаний $N = 10^7$ циклов и кривые усталости исходного металла и сварных образцов. Показано, что структура сварных соединений состоит из четырех характерных участков: собственно шва, околошовной крупнозернистой зоны (средний условный диаметр зерна $\bar{d} \sim 820$ мкм), участка рекристаллизации ($\bar{d} \sim 10-17$ мкм) и основного металла. При этом микротвердость участка рекристаллизации (разупрочнения) составляет ~ 1500 МПа, что меньше микротвердости околошовной зоны и основного металла соответственно в 1,8 и 1,9 раза. Указанная структурно-механическая неоднородность по длине сварного соединения обуславливает локализацию пластической деформации и разрушения при статическом нагружении по участку разупрочнения.

На основании исследования микроструктуры и микротвердости установлены закономерности, связывающие механические характеристики при статическом и циклическом нагружении с механической неоднородностью и величиной зерна разупрочненного металла сварных образцов из титана. Даны рекомендации оценки усталостных характеристик сварных соединений по виду механической неоднородности и структурному состоянию. Результаты исследования использованы при изготовлении каркасов сварных ИКС, выполненных из титана ВТ 1-ОС.

АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ УСЛОВИЯ РАВНОПРОЧНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ТИТАНА ВТ 1-ОС

Гущин А.Н., Пачурин Г.В.

Нижегородский государственный
технический университет,
Нижний Новгород

Изготовление каркасов искусственного клапана сердца (ИКС) из цельного металла представляет собой определенные технологические трудности и высокие затраты. Поэтому актуальным является переход на высокотехнологичные и малоотходные сварные конструкции ИКС. В работе эксперименты проводились на Т-образных сварных образцах из проволоки ВТ 1-ОС, после волочения до степени 55%.

Условие равнопрочности сварного соединения для нашего случая имеет вид:

$$\alpha_\phi \leq \alpha_b = \frac{1}{3} \left(K_1 - \frac{P}{4} \right),$$

где $\alpha_\phi = \frac{h}{d_0}$: $h \sim 1,5$ мм – длина участка разупрочнения;

$K_1 = \frac{H_{0.м.}}{H_{3.т.в.}^{\min}}$ – коэффициент механической неоднородности ($H_{0.м.}$ и $H_{3.т.в.}^{\min}$ – микротвердость

основного металла и минимальная микротвердость зоны термического влияния, соответственно). В нашем случае условие равнопрочности не выполняется,

так как $\alpha_\phi = 0,75 > \alpha_b$.

С целью варьирования структурного состояния сварных образцов холоднотермометрированной титановая проволока до сварки подвергалась отжигу в интервале температур 450-700 °С (выдержка 30 мин). После сварки образцы также отжигались при 400-900 °С (выдержка 2 ч).

Результаты исследований показали, что по структурному состоянию и характеру изменения микротвердости сварные образцы можно разделить на две группы:

1. *Образцы, структура которых состоит из шва, участка рекристаллизации (разупрочнения) и основного металла.* Величина зерна участка разупрочнения $\sim 10-17$ мкм, $K_1 = 1,08-1,9$, $\alpha_\phi = 0,75 = \text{const}$. Разрушение при статическом растяжении и знакопеременном циклическом изгибе происходит по участку рекристаллизации.

2. *Образцы, в структуре которых отсутствует участок рекристаллизации, вносимый сваркой.* Разрушение при статическом растяжении и знакопеременном циклическом изгибе происходит по основному металлу, величина зерна которого в зависимости от режимов термической обработки $\bar{d} = 11,5 - 103$ мкм. При этом смещение усталостного разрушения на некоторое расстояние от околошовной зоны можно объяснить тем, что вследствие механической неоднородности, характеризуемой коэффициентом

$$K_2 = \frac{H_{0.3}}{H_{0.м.}} = 1,12 - 1,45 \quad (H_{0.3} - \text{наибольшее значение}$$

микротвердости околошовной зоны), напряженное состояние основного металла, прилегающего к более прочной околошовной зоне, приобретает объемный характер и сдерживает развитие пластических деформаций при циклическом нагружении.

Механические характеристики образцов первой группы в значительной мере определяются механической неоднородностью K_1 . С увеличением K_1 происходит рост предела прочности и снижение характеристик пластичности ψ и ψ_p (равномерного сужения образца), что можно объяснить повышением «жесткости» объемного напряженного состояния участка рекристаллизации. При этом, когда K_1 превышает некоторое критическое значение $K_1^{кр} \sim 1,5$, интенсивность изменения механических характеристик существенно уменьшается.

Экспериментальные зависимости характеристик усталости сварных соединений от α_b показывают, что с увеличением α_b , то есть по мере реализации условия равнопрочности, предел усталости возрастает по линейному закону:

$$s_{-1} = 149 + 115 \alpha_b,$$

а величины показателей β_1 и β_2 монотонно снижаются и в функции α_b аппроксимируются уравнениями:

$$b_1 = 0,2421 \exp(-0,1334 \alpha_b);$$

$$b_2 = 0,0619 \exp(-1,3054 \alpha_b).$$

Усталостные характеристики образцов второй группы определяются как механической неоднородностью K_2 , так и величиной зерна основного металла: уменьшение показателя K_2 и величина зерна приводят к росту предела усталости σ_{-1} и снижению показателей β_1 и β_2 . Эти зависимости аппроксимируются уравнениями:

$$s_{-1} = 140 + 11 \left(-K_2^{-1} \bar{d}^{-\frac{1}{2}} \right);$$

$$b_1 = 0,3919 \exp \left[-0,1545 \left(-K_2^{-1} \bar{d}^{-\frac{1}{2}} \right) \right];$$

$$b_2 = 0,0728 \exp \left[-0,0913 \left(-K_2^{-1} \bar{d}^{-\frac{1}{2}} \right) \right].$$

При испытаниях на статическое растяжение влияние K_2 на механические характеристики не проявлялось.

Эксперименты показали, что для предварительной оценки усталостных характеристик необходимо определить вид механической неоднородности сварных соединений (K_1 , K_2). В случае механической неоднородности K_1 следует проверить возможность реализации условия равнопрочности по соотношению $\alpha_\phi \leq \alpha_b$. Если данное соотношение не выполняется и при изменении исходного состояния металла до сварки $\alpha_\phi = \text{const}$, а структурное состояние участка разупрочнения меняется слабо, то при проведении

послесварочной обработки необходимо стремиться к снижению механической неоднородности. В случае механической неоднородности K_2 необходимо при назначении предварительной обработки металла (до сварки и послесварочной обработки) оценить возможность получения минимальной величины зерна разупрочненного металла при минимальном значении K_2 , то есть оценить возможность получения наибольшего соотношения $K_2^{-1} \bar{d}^{-\frac{1}{2}}$. Эти выводы подтверждаются натурными испытаниями ИКС.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРУКТУРНОЙ ОРАГНИЗАЦИИ ШЕЙНО-ГРУДНОГО (ЗВЕЗДЧАТОГО) УЗЛА ЧЕЛОВЕКА В ПРЕ- И ПОСТНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДАХ ОНТОГЕНЕЗА

Кладько А.В.

ГОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»,
Барнаул

Вегетативная нервная система контролирует функции внутренних органов, сосудов и желез, обеспечивая адаптационно-трофическое влияние на организм человека. Вегетативные расстройства являются одной из актуальных проблем современной медицины. Практически нет таких патологических состояний, в развитии и течении которых не играла бы роль вегетативная система.

Одним из важнейших узлов автономной нервной системы является шейно-грудной ганглий, поскольку он осуществляет иннервацию органов шеи, грудной полости, верхних конечностей, а так же обеспечивает регуляцию тонуса сосудов вертебрально-базиллярного бассейна. В настоящее время в клинической практике распространены хирургические вмешательства и блокады данного узла при таких заболеваниях, как облитерирующие заболевания верхних конечностей, синдром Рейно, пальмарный гипергидроз, рефлекторная симпатическая дистрофия.

Морфология симпатической нервной системы довольно хорошо изучена. Одним из наиболее изученным считается шейно-грудной (звездчатый) ганглий симпатического ствола человека. Но многое остается неуточненным, сохраняется противоречивость литературных данных относительно структурно-функциональной организации указанного узла.

Цель исследования. В настоящей работе принята попытка определить закономерности онтогенетического развития шейно-грудного узла человека в процессе формирования нейронов с оценкой факторов, определяющих их функциональную активность. Для этого мы отдельно для краниального и каудального полюсов звездчатого узла людей разных возрастных групп определили закономерности гистоархитектоники и капилляро-глио-нейроцитных отношений.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужили препараты звездчатых узлов человеческих плодов и людей разных возрастов обоого пола, причина смерти которых не была