



УДК: 621.22

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЧНОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ



FACTORS INFLUENCING STRENGTH WELDED CONNECTIONS

Рагимова Махлуга Сурхаевна

кандидат технических наук, ассистент,
ассистент кафедры механика,
Азербайджанский государственный
университет нефти и промышленности
Rahimova_mahluqa@mail.ru

Намазова Гюльнара Иззатуллаевна

докторант, научный сотрудник,
Азербайджанский государственный
университет нефти и промышленности

Аннотация. В реальных сварных соединениях места концентрации рабочих и остаточных напряжений совмещаются с зоной термического влияния сварки. Возникающие в этой зоне пластические деформации могут упрочнить металл, повысив его предел текучести.

Некоторые исследователи этому обстоятельству придавали большое значение, полагая, что повышенная сопротивляемость металла зоны полностью нейтрализует вредное влияние остаточных напряжений.

Ключевые слова: деформация, металл, прочность, сварная соединения.

Ragimova Makhluqa Surkhaevna

Candidate of Technical Sciences, Assistant,
Assistant of the department Mechanics,
Azerbaijan state oil and industry university
Rahimova_mahluqa@mail.ru

Namazova Gulnara Izzatullaevna

Doctoral student, research fellow,
Azerbaijan state oil and industry university

Annotation. In real welded joints, places of concentration of working and residual stresses are combined with the heat affected zone of welding. Plastic deformations arising in this zone can harden the metal, increasing its yield strength.

Some researchers attached great importance to this circumstance, believing that the increased resistance of the zone metal completely neutralizes the harmful effect of residual stresses.

Keywords: deformation, metal, strength, weld.

Введение

На прочность сварных соединений морских гидротехнических сооружений наиболее существенное влияние оказывают концентрация напряжений, абсолютные размеры поперечного сечения, качество, состояние и свойства поверхностного слоя, характер изменения рабочих напряжений и окружающая среда.

Материалы и методы

Сварным соединениям свойственна повышенная концентрация напряжений не только от действующих нагрузок, но и от остаточных напряжений, порождаемых тепловыми упругопластическими деформациями в процессе образования швов [1]. Остаточные напряжения, изменяя асимметрию цикла, при определенных условиях могут существенно влиять на сопротивление усталости сварных соединений. Вместе с тем влияние этого фактора часто рассматривается в связи с изменением свойств металла околошовной зоны под влиянием термомеханического цикла сварки. Предполагается, что под действием пластической деформации и эффекта термической обработки металл околошовной зоны приобретает повышенную сопротивляемость усталостным разрушениям. Возможное понижение выносливости под влиянием растягивающих остаточных напряжений как бы компенсируется повышенным сопротивлением усталости околошовной зоны. Поэтому оба эти фактора относят к второстепенным по сравнению с основным- концентрацией рабочих напряжений.

Результаты

Успехи в области применения искусственно образуемых сжимающих напряжений для увеличения долговечности деталей машин показали их существенную роль в усталостных процессах, а соответствующие закономерности явились предметом дальнейших исследований, среди которых определенный интерес представляют экспериментальные данные, свидетельствующие о значительном влиянии растягивающих остаточных напряжений на сопротивление усталости сварных соединений.

В ряде исследований не было обнаружено падения выносливости под действием растягивающих остаточных напряжений. Опыты проводились на образцах, не имевших надрезов, выточек, изменений



сечений и т.п. Как было установлено позже, остаточные напряжения усиливают свое действие при наличии концентраторов напряжений. В этом случае остаточные напряжения могут существенно изменить долговечность соединений, особенно в области сравнительно низких рабочих напряжений [2].

При некоторых условиях растягивающие остаточные напряжения снижают предел выносливости изделия или образца на 35–50 %. В опытах ИЭС им. Е.О. Патона при плоском изгибе и симметричном цикле напряжений испытывались пластины из малоуглеродистой стали М16С шириной 200 мм и толщиной 26 мм с шлифованным участком и отверстием посередине. В одной партии образцов для создания у края отверстия растягивающих остаточных напряжений в соответствующих местах на контактной машине производился точечный нагрев до 530 °С. Остальные образцы не нагревались, остаточных напряжений в них не было. Ограниченный предел выносливости образцов без нагрева (следовательно, и без остаточных напряжений) составил свыше 120 МПа, а с нагревом только 60 МПа (рис. 1).

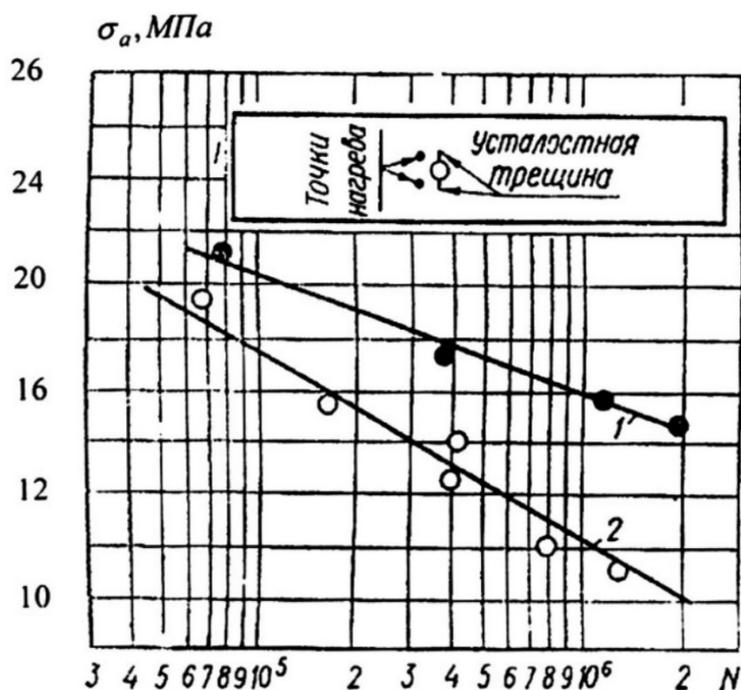


Рисунок 1 – Снижение выносливости под влиянием растягивающих напряжений

Подтверждения

В описанном опыте обращалось внимание на то, чтобы механические свойства и структура металла у отверстия в местах наибольшей концентрации напряжений была такая же, как и вдали от нагрева. Выносливость образцов изменялась под влиянием только одного фактора-остаточных напряжений. В реальных сварных соединениях места концентрации рабочих и остаточных напряжений совмещаются с зоной термического влияния сварки. Возникающие в этой зоне пластические деформации могут упрочнить металл, повысив его предел текучести. Некоторые исследователи этому обстоятельству придавали большое значение, полагая, что повышенная сопротивляемость металла зоны полностью нейтрализует вредное влияние остаточных напряжений. В качестве доказательства приводились результаты испытаний крестовых образцов со щелью между концевыми планками (рис. 2).

После высокого отпуска сопротивление усталости таких образцов понижалось, а после предварительного растяжения отожженные и не отожженные образцы повышали свою выносливость в одинаковой степени (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов с резким концентратором напряжений

Состояние	σ_0 , МПа	Относительное значение предела выносливости, %
Исходное (после сварки)	4,5	100
После высокого отпуска при 650 °С	3,9	87
После предварительного растяжения	6,3	140
После высокого отпуска и предварительного растяжения	6,3	140

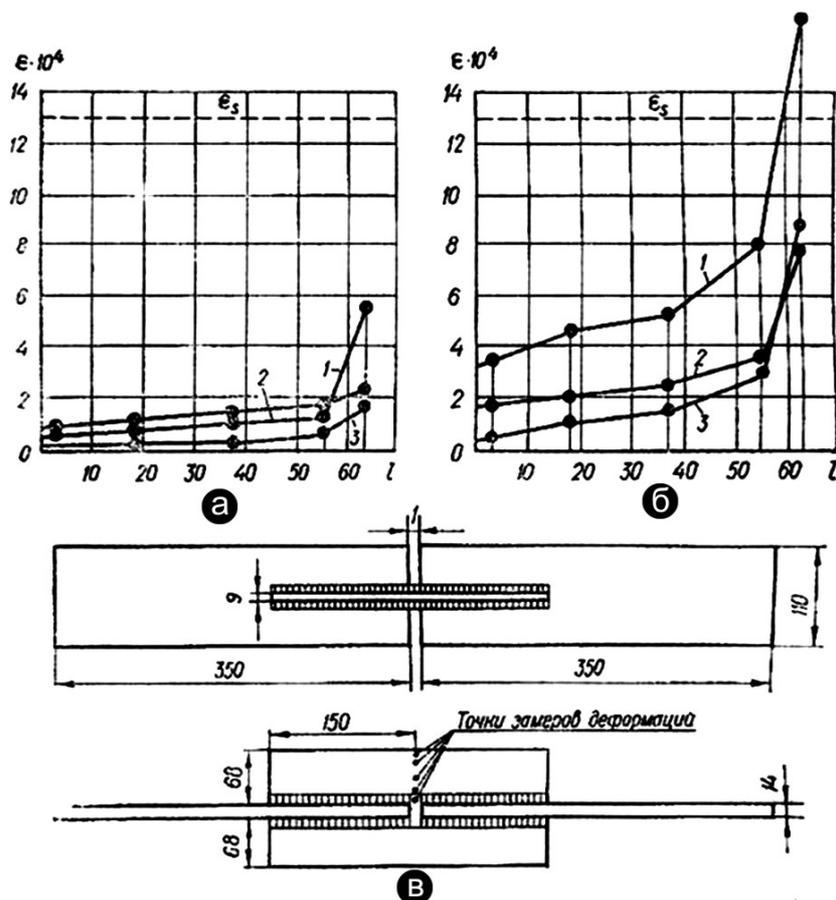


Рисунок 2 – Деформация в крестовом образце (в) при нормальных напряжениях:
 а) 40 МПа, б) 80 МПа;
 1 – общая деформация; 2 – упругая деформация; 3 – пластическая деформация.

Выводы

Полученные результаты послужили основанием для вывода о том, что наклеп, создаваемый сваркой, а тем более внешним нагружением, более существенно изменяет выносливость металла в районе концентратора напряжений, чем растягивающие остаточные напряжения.

Литература

1. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Расчет, проектирование и изготовление сварных конструкций. – М. : Машиностроение, 1971. – 316 с.
2. Партон В.З., Перлин П.И. Методы математической теории упругости. – М. : Наука. 1981. – 688 с.
3. Кудрявцев И.В., Наумченков Н.Е. Усталость сварных конструкций. – М. : Машиностроение, 1976. – 270 с.

References

1. Nikolaev G.A., Kurkin S.A., Vinokurov V.A. Calculation, design and manufacture of welded structures. – M. : Mechanical Engineering, 1971. – 316 p.
2. Parton V.Z., Perlin P.I. Methods of Mathematical Theory of Elasticity. – M. : Science, 1981. – 688 p.
3. Kudryavtsev I.V., Naumchenkov N.E. Fatigue of Welded Structures. – M. : Mechanical Engineering, 1976. – 270 p.