

УДК 629.12.084

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УДАРНОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**О.И. Стальниченко**

к.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология материалов»

**Д.В. Иоргачев**

к.т.н., доцент кафедры «Технология материалов»

*Одесский национальный морской университет*

**В.Д. Иоргачев**

к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения»

*Одесский национальный политехнический университет*

**Аннотация.** Рассмотрено влияние остаточных напряжений в сварных конструкциях, предложен способ их снятия.

Проведены испытания на усталость трех серий образцов с применением ультразвуковой ударной обработки, которые показали эффективность предлагаемого способа снятия остаточных напряжений и повышения работоспособности сварных конструкций.

**Ключевые слова:** сварной шов, ультразвуковая обработка, остаточные напряжения, сопротивление усталости.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ УДАРНОЇ ОБРОБКИ  
ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**О.И. Стальниченко**

к.т.н., профессор, завідувач кафедри Технологія матеріалів

**Д.В. Иоргачев**

к.т.н., доцент кафедры «Технологія матеріалів»

*Одеський національний морський університет*

**В.Д. Иоргачев**

к.т.н., доцент кафедры «Технологія машинобудування»

*Одеський національний політехнічний університет*

**Анотация.** Розглянуто вплив залишкових напружень в зварних конструкціях, запропонований спосіб їх зняття.

Проведено випробування на втому трьох серій зразків із застосуванням ультразвукової ударної обробки, які показали ефективність запропонованого способу зняття залишкових напружень і підвищення працездатності зварних конструкцій.

**Ключові слова:** зварний шов, ультразвукова обробка, залишкові напруги, опір втоми.

---

© Стальниченко О.И., Иоргачев Д.В., Иоргачев В.Д., 2018

УДК 629.12.084

RESEARCH OF EFFICIENCY OF ULTRASONIC SHOCK TREATMENT  
FOR WORK-HARDENING OF WELDMENTS

**O.I. Stalnichenko**

Ph.D., professor, head of the department «Technology of materials

**D.V. Iorgachev**

Ph.D., associate professor of the department «Technology of materials»

*Odessa National Maritime University*

**V.D. Iorgachev**

Ph.D., associate professor of the chair «Technology of mechanical engineering»

*Odessa National Polytechnic University*

**Abstract.** *The influence of residual stresses in welded structures is considered, a method for their removal is proposed.*

*Fatigue tests of three series of samples with the application of ultrasonic shock treatment were carried out, which showed the effectiveness of the proposed method for removing residual and improving the performance of welded structures.*

**Keywords:** *weld seam, ultrasonic treatment, residual stresses, fatigue resistance.*

При приварке пластин наружной обшивки корпуса судна либо при приварке к полотнищу набора различных кронштейнов и др. в сварных швах и околошовной зоне возникают остаточные напряжения, которые оказывают влияние на работоспособность конструкции. Наличие остаточных напряжений в околошовной зоне приводит к интенсификации процесса коррозии, а зачастую и к образованию трещин.

Радикальным средством снижения вредного влияния остаточных напряжений является снятие их, либо перераспределение в наиболее благоприятную эпоху в ослабленной зоне термического влияния. Известно, что критерием оценки эффективности способа снятия напряжений, является высокая сопротивляемость металла сварного шва и околошовной зоны усталостному разрушению.

Одним из способов снижения уровня остаточных напряжений в сварных швах является ультразвуковая ударная обработка (УУО). Чтобы подтвердить благоприятное влияние УУО, проводились испытания на усталость трех серий образцов;

- основной металл без сварных швов;
- сварные образцы без УУО;
- сварные швы, обработанные ультразвуком.

Образцы для испытаний изготавливались из одного прокатного листа толщиной 6 мм. Кромки под сварку обрабатывались механическим способом. При сварке образцов начало и конец шва выводили на технологические планки.

Для изготовления образцов сваривалось полотнище в свободном состоянии. После сварки полотнище разрезалось на образцы механическим способом. Размер образцов 400 x 100 мм. Общий вид образца, подготовленного для испытаний на усталость, показан на рис. 1.

Сварка образца из стали 45 производилась вручную при режиме:  $I = 80 - 90$  А,  $V_{св} = 0,3$  см/с электродом диаметром 3 мм.

Для создания концентратора напряжений в перпендикулярном шву направлении наплавлялся перекрестный валик.

УУО велась преобразователем ПМС-27 иглами диаметром 2,0 мм на режиме:

- усилие прижатия инструмента к обрабатываемой поверхности – 80 Н;
- скорость перемещения инструмента вдоль шва – 0,15 см/с;
- количество проходов – 1.

Обработка шва производилась с двух сторон. Ширина обрабатываемой полосы от кромки шва – 25 мм.

После обработки наклепанная поверхность имела сплошное расположение лунок, образовавшихся от удара игл-ударников.

Одновременно с неупрочненными и упрочненными ультразвуком образцами испытывались образцы из основного металла.

Рис. 1

За основной критерий оценки циклической долговечности принималось количество циклов, при котором происходит полное разрушение образца. При этом фиксировалось напряжение в образце и количество циклов.

Кривая усталости строилась по уравнению, полученному на основании статистической обработки напряжений и долговечности образцов, составляющих испытанную серию. По данным расчетов строились кривые усталости.

64

Испытания на усталость осуществлялись на машинах, работающих по принципу чистого изгиба по знакопеременному симметричному циклу (рис. 2). Частота циклов – 430 в минуту. Испытания проводились на воздухе. База испытаний принята  $2 \times 10^6$  циклов.

Результаты испытаний на усталость приведены на рис. 3.

Уменьшение предела выносливости образцов после упрочнения ультразвуком по сравнению с основным металлом можно отнести за счет различия свойств металла шва и основного металла.

Надо полагать, что литая структура металла сварного шва имеет несколько ниже сопротивляемость усталостному разрушению. Однако, это влияние невелико, т.к. по данным испытаний оно составляет лишь 6 %.

Испытания на усталость показали, что метод УУО является эффективным средством снятия остаточных напряжений и повышения работоспособности сварных конструкций.



*Рис. 2. Обработка образца ультразвуком*

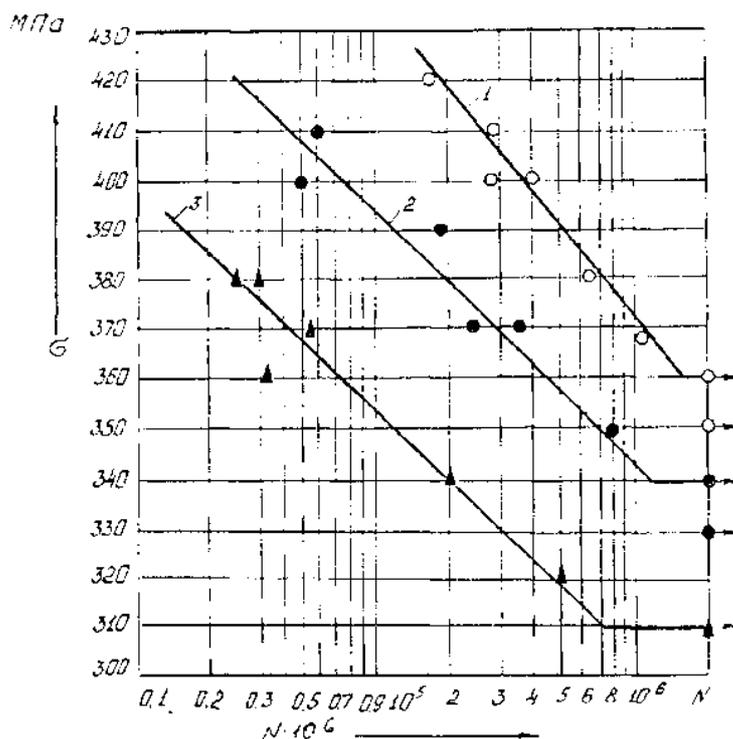


Рис. 3. Кривые усталости образцов:  
1 – основной металл;  
2 – образцы, упрочненные ультразвуком;  
3 – без упрочнения

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кравцов Т.Г. Технологические возможности способа ультразвуковой ударной обработки и его применение в судоремонте // Экспресс информация: Серия «Судоремонт». – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1992. – Вып. 1(644). – 14 с.
2. Труфянов В.И., Михеев П.П., Статников Е.Ш. Повышение сопротивления усталости сварных соединений металлоконструкций ультразвуковой ударной обработкой: Информ. письмо ИЭС им. Е.О. Патона. – 1988. – № 32.
3. Кобзарук А.В., Стальниченко О.И. Методика оценки усталостной прочности толстолистовых элементов и наплавленных участков в судокорпусной конструкции судоремонте / Труды V международного семинара «Современные проблемы техносферы и подготовка инженерных кадров» // Сб. трудов. – Тунис, г. Табарка. – 2011. – 4 с.

4. *Стальниченко О.И. Применение ультразвуковой ударной обработки в судоремонте / Труды III международного семинара «Современные проблемы техносферы и подготовка инженерных кадров» // Сб. трудов. – Тунис, г. Сус. – 2009. – С.131-133.*
5. *Стальниченко О.И. Восстановление деталей судов: Монография / Д.В. Иоргачев, В.Д. Иоргачев. – К., 2014. – 324 с.*

*Стаття надійшла до редакції 15.02.2018*

**Рецензенти:**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Машинознавство» Одеського національного морського університету  
**А.В. Конопльов**

доктор технічних наук, професор директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського **Б.В. Косой**