

ВЛИЯНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ЦИКЛИЧЕСКУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СТЫКОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, УПРОЧНЕННЫХ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОКОВКОЙ

В. В. КНЫШ, С. А. СОЛОВЕЙ, Л. И. НЫРКОВА, В. Н. МИРЯНИН

ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины. 03150, г. Киев, ул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

В статье приведены результаты исследования эффективности применения технологии высокочастотной механической проковки для повышения характеристик сопротивления усталости стыковых сварных соединений стали 15ХСНД при последующем длительном воздействии климатических факторов внешней среды, характерных умеренно холодному морскому климату. Влияние данного климата моделировали выдержкой соединений в камере соляного тумана КСТ-1 при температуре (35 ± 2) °С и распылении раствора хлорида натрия 15 мин через каждые 45 мин. Продолжительность коррозионных испытаний образцов в камере КСТ-1 составила 1200 ч. После выдержки в камере КСТ-1 были проведены металлографические исследования поверхностного слоя металла шва и металла зоны термического влияния сварных соединений в исходном (неупрочненном) и упрочненном данной технологией состояниях. Вычислены глубина и степень поражения коррозионными пятнами и кавернами поверхностных слоев металла швов и зон термического влияния сварных соединений. Экспериментально установлены характеристики сопротивления усталости сварных соединений в исходном (неупрочненном) и упрочненном высокочастотной механической проковкой состояниях после воздействия нейтрального соляного тумана на протяжении 1200 ч. Библиогр. 11, табл. 1, рис. 6.

Ключевые слова: стыковое сварное соединение, нейтральный соляной туман, усталость, высокочастотная механическая проковка, повышение сопротивления коррозионной усталости

Благодаря высокой эффективности технология высокочастотной механической проковки (ВМП) широко применяется не только для повышения характеристик сопротивления усталости сварных соединений на стадии изготовления металлоконструкций, но и при ремонтно-восстановительных работах [1–5]. В мировой литературе технология ВМП получила и другие названия: «ультразвуковая ударная обработка» (ultrasonic impact treatment), «ультразвуковая проковка» (ultrasonic peening), «обработка высокочастотным механическим ударом» (high frequency mechanical impact treatment) [1–11]. Это связано с тем, что для выполнения проковки сварных соединений с высокой частотой удара бойка об обрабатываемую поверхность в оборудовании для ВМП используется энергия ультразвука. В статьях последних лет все чаще встречается расчет численным моделированием эффективности применения технологии ВМП в зависимости от состояния поверхностного слоя материала, технологических параметров обработки, наводимых остаточных напряжений сжатия и др. [6–8]. Данные расчетные модели предполагают, что поверхностный пластически деформированный технологией ВМП слой металла остается неизменным в процессе всего расчетного срока службы. Однако большинство сварных металлоконструкций (мосты, краны, подъемно-транспорт-

ные машины, железнодорожный транспорт и др.) в процессе длительной эксплуатации подвергаются одновременному воздействию внешнего переменного нагружения и коррозионно-агрессивных сред. Длительное воздействие коррозионных сред может привести к частичному или полному коррозионно-механическому уносу упрочненного слоя металла, снижению расчетных характеристик сопротивления усталости и, соответственно, к преждевременному разрушению конструкции [9, 10]. Так, в работе [9] исследованы характеристики сопротивления усталости стыковых сварных соединений железнодорожных рельс в исходном состоянии, после ВМП и после ВМП с последующей выдержкой на протяжении 450 ч в синтетической морской воде ($105 \text{ г/л NaCl} + 12,7 \text{ г/л MgCl}_2 + 7,7 \text{ г/л MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 12,15 \text{ г/л CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 0,5 \text{ г/л CaCO}_3$). Установлено, что предел ограниченной выносливости на базе $2 \cdot 10^5$ циклов сварных соединений в исходном состоянии составляет 256 МПа, после ВМП — 314 МПа, а после ВМП с последующей выдержкой в коррозионной среде — 290 МПа. Несмотря на подробное описание в этой работе структуры сварных соединений в исходном состоянии и после ВМП, причины снижения предела ограниченной выносливости на базе $2 \cdot 10^5$ циклов на 8 % после выдержки в коррозионной среде не исследуются. В работе [10]

экспериментально установлено, что выдержка в камере соляного тумана КСТ-1 (при температуре $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ и распылении раствора хлорида натрия 15 мин через каждые 45 мин) упрочненных ВМП тавровых сварных соединений стали 15ХСНД приводит к снижению их предела ограниченной выносливости на базе $2 \cdot 10^6$ циклов примерно на 24,5 % (с 265 до 200 МПа). Это вызвано существенным разрушением упрочненного ВМП слоя металла (на некоторых участках оставались лишь следы упрочненного слоя металла). Несмотря на это, предел ограниченной выносливости на базе $2 \cdot 10^6$ циклов упрочненных ВМП соединений на 48 % выше, чем неупрочненных. Результаты работ [9, 10] показывают, что исследование закономерностей сопротивления усталости упрочненных ВМП сварных соединений при длительном воздействии коррозионных сред и, соответственно, при определенном повреждении пластически деформированного слоя металла является актуальной задачей. Существенные коррозионные повреждения, характерные сварным соединениям металлоконструкций, эксплуатируемым в условиях умеренно холодного морского климата, как показано в работе [10], можно получить предварительной выдержкой сварных соединений в камере соляного тумана.

Цель настоящей работы — оценить эффективность применения технологии ВМП для повышения характеристик сопротивления усталости стыковых сварных соединений металлоконструкций при последующем длительном воздействии климатических факторов внешней среды, характерных умеренно холодному морскому климату.

Материал и методика исследований. Экспериментальные исследования проводили на образцах стыковых сварных соединений низколегированной стали 15ХСНД, которая широко применяется для изготовления элементов металлоконструкций длительной эксплуатации (например, в пролетных строениях железнодорожных и автомобильных мостов), имеет повышенную прочность, хорошо сваривается, устойчива в атмосферных условиях и работоспособна в диапазоне температур от -70 до 45°C . Химический состав стали, мас. %: 0,142 С; 0,466 Si; 0,63 Mn; 0,020 S; 0,013 P; 0,31 Ni; 0,66 Cr; 0,34 Cu. Механические свойства: $\sigma_T = 400$ МПа, $\sigma_B = 565$ МПа, $\delta_5 = 26$ %.

Заготовки под образцы стыковых сварных соединений вырезали из горячекатаного листового проката толщиной 12 мм 12 категории в направлении проката. Размер заготовок составлял 600×175 мм. Стыковые сварные соединения получали двухсторонней однодуговой автоматической сваркой пластин без разделки кромок (зазор по стыку 0...1,0 мм) под флюсом ОР 192 (фирмы

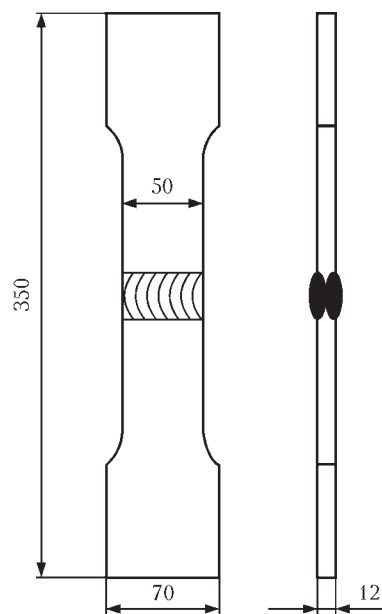


Рис. 1. Форма и геометрические размеры образца стыкового сварного соединения

Oerlikon) проволокой Св-08Г1НМА диаметром 4 мм. Сварку проводили на обратной полярности от электрического выпрямителя ВСЖ-1600. Режимы сварки первого шва: $U = 55$ В, $I = 650 \dots 700$ А, $v = 26,7$ м/ч; а второго (с противоположной стороны): $U = 57$ В, $I = 760 \dots 780$ А, $v = 26,7$ м/ч. Второй шов выполняли лишь после полного охлаждения первого шва. После сварки с каждой из полученных сварных пластин размером 600×350 мм вырезали 8 образцов размером 350×70 мм. Форма и геометрические размеры образцов стыковых сварных соединений приведены на рис. 1.

Экспериментальные исследования проводили на электрогидравлической машине УРС-20 при переменном растяжении с асимметрией цикла $R_\sigma = 0$ и частотой 5 Гц. Критерием завершения испытаний служило полное разрушение образцов или превышение базы испытаний $2 \cdot 10^6$ циклов перемен напряжений.

Образцы испытывали в исходном и упрочненном ВМП состоянии после выдержки в коррозионной среде.

Упрочнение сварных соединений технологией ВМП проводили оборудованием USTREAT-1.0, в котором ручной компактный ударный инструмент с пьезокерамическим преобразователем соединен с ультразвуковым генератором выходной мощностью 500 Вт. При упрочнении сварных соединений технологией ВМП поверхностному пластическому деформированию подвергали узкую зону перехода металла шва в зону термического влияния (по линии сплавления). В качестве упрочнителя использовали однорядную четырехбойковую насадку с диаметром бойков 3 мм. Скорость выполнения ВМП при обработке стыковых сварных соединений составляла 2 мм/с, а амплитуда коле-

баний торца волновода ручного ударного инструмента — 25 мкм.

Для получения предварительных коррозионных повреждений сварные образцы помещали в камеру КСТ-1. Исследования проводили по ГОСТ 9.401-91 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов (метод 1, Б)» в камере соляного тумана КСТ-1 при температуре (35 ± 2) °С при распылении раствора хлорида натрия 15 мин через каждые 45 мин исследований. Концентрация хлорида натрия в растворе — (50 ± 5) г/дм³, *pH* — от 6,5 до 7,2, плотность — 1,03 г/см³. Электропроводность дистиллированной воды для приготовления раствора хлорида натрия — не более 20 мкОм/см при температуре (25 ± 2) °С. Продолжительность пребывания сварных образцов в условиях влияния нейтрального соляного тумана составляла 1200 ч.

Металлографические исследования поверхностного слоя металла шва и зоны термического влияния (ЗТВ) стыковых сварных соединений после выдержки в камере КСТ-1 проводили на образцах в исходном (неупрочненном) и упрочненном технологией ВМП состояниях. Результаты металлографических исследований поверхностного слоя металла шва и ЗТВ аналогичных сварных соединений в исходном и упрочненном технологией ВМП состояниях до коррозионного влияния приведены в работе [11].

Результаты исследований. После выдержки в камере соляного тумана КСТ-1 на протяжении 1200 ч большинство образцов было покрыто сплошным слоем продуктов коррозии толщиной 1...2 мм. При этом на некоторых образцах вдали от сварного шва наблюдались участки с исходным горячекатаным поверхностным слоем металла светлого-черного цвета, которые не подверглись коррозии. Толстый слой продуктов коррозии пре-

пятствовал визуальному установлению места нахождения зоны проковки с характерной канавкой (рис. 2). При подготовке образцов к усталостным испытаниям продукты коррозии частично удаляли, до металлического блеска зачищали боковые грани и захватные части образцов. Рабочая часть образцов зачистке не подвергалась, в процессе усталостных испытаний продукты коррозии отслаивались. По всей площади поверхности образцов наблюдались коррозионные пятна с кавернами и каверны с питтингами внутри.

Поскольку усталостные трещины, как правило, образуются по линии сплавления, то исследовали коррозионные повреждения в зоне перехода металла шва в металл ЗТВ.

В неупрочненных сварных соединениях после выдержки в камере КСТ-1 в зоне перехода металла шва в металл ЗТВ как в металле шва, так и в металле ЗТВ образовались коррозионные повреждения в виде пятен и каверн глубиной 0,104...0,390 мм (рис. 3, а, б). Степень поражения коррозионными повреждениями металла шва и ЗТВ составила 53,7 и 100 %, соответственно (таблица).

После упрочнения ВМП под канавкой сформировались пластически деформированные слои металла шва шириной 1,35 мм и металла ЗТВ шириной 1,45 мм. При этом их глубина, характеризующаяся видимыми изменениями структуры металла под канавкой, до помещения в камеру КСТ-1 составляла 325 мкм [11]. После выдержки образцов стыковых сварных соединений в камере КСТ-1 упрочненного ВМП слоя металла не наблюдается (рис. 3, в, г), что свидетельствует о полном разрушении (коррозионно-механическом уносе) упрочненного слоя. В упрочненных ВМП сварных соединениях по сравнению с неупрочненными после выдержки в КСТ-1 глубина коррозионных повреждений (пятен и каверн) в металле шва снизилась до 0,039...0,195 мм, а в металле



Рис. 2. Внешний вид зоны шва упрочненного технологией ВМП образца стыкового сварного соединения после выдержки в камере КСТ-1 на протяжении 1200 ч до (а) и после (б) частичного удаления продуктов коррозии

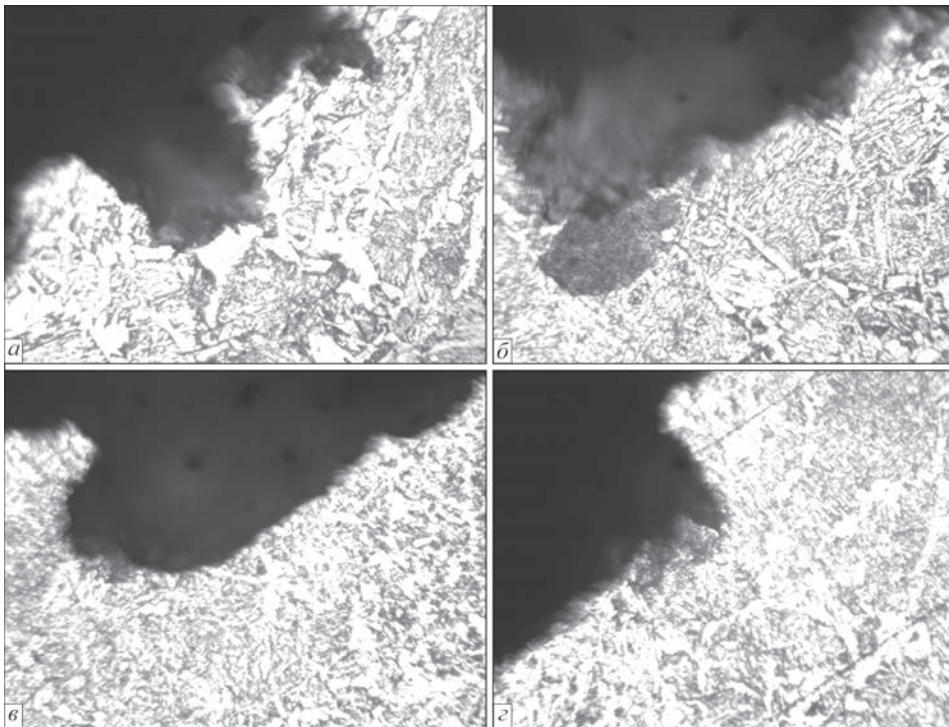


Рис. 3. Коррозионные повреждения в зоне сплавления стыкового сварного соединения в исходном (а, б) и упрочненном ВМП (в, г) состояниях после испытаний в условиях влияния нейтрального соляного тумана на протяжении 1200 ч, $\times 400$

ЗТВ увеличилась до 0,390...0,620 мм (таблица). Степень поражения коррозионными повреждениями металла шва и ЗТВ составила 19,9 и 100 %, соответственно. Таким образом, упрочнение технологией ВМП не приводит к повышению коррозионной стойкости металла зоны проковки образцов стыковых сварных соединений в условиях длительного влияния нейтрального соляного тумана.

Результаты усталостных испытаний образцов стыкового сварного соединения стали 15ХСНД после выдержки в камере соляного тумана КСТ-1 представлены на рис. 4. Там же приведены экспериментальные данные, полученные в работе [11] на идентичных сварных соединениях без предварительных коррозионных испытаний (полученные на воздухе). Выдержка образцов стыковых сварных соединений в камере соляного тумана на протяжении 1200 ч приводит к снижению предела ограниченной выносливости на базе $2 \cdot 10^6$ циклов неупрочненных сварных соединений на 13 % (с 187 до 163 МПа), а циклическая долговечность в диапазоне $7 \cdot 10^5 \dots 2 \cdot 10^6$ циклов уменьшается до

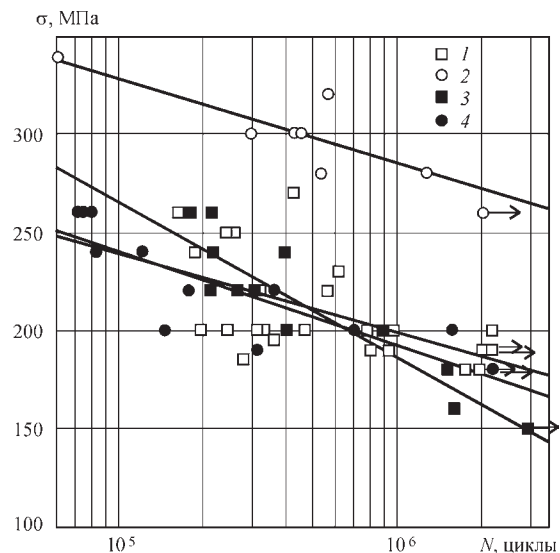


Рис. 4. Кривые усталости стыковых сварных соединений стали 15ХСНД: 1, 2 — в исходном и упрочненном технологией ВМП состояниях на воздухе [11], соответственно; 3, 4 — в исходном и упрочненном технологией ВМП состояниях после выдержки в камере КСТ-1 на протяжении 1200 ч, соответственно

Размеры коррозионных повреждений в поверхностных слоях металла швов и зон термического влияния стыковых сварных соединений стали 15ХСНД после выдержки 1200 ч в камере соляного тумана

Состояние образцов	Коррозия пятнами поверхностных слоев металла шва			Коррозия пятнами поверхностных слоев металла ЗТВ		
	Степень поражения, %	Глубина поражения, мм	Сумма проекции площади поражения, мм	Степень поражения, %	Глубина поражения, мм	Сумма проекции площади поражения, мм
Без упрочнения	53,7	0,104...0,390	25,8	100	0,104...0,390	7,15
Упрочненные ВМП	19,9	0,039...0,195	9,56	100	0,390...0,620	6,38



Рис. 5. Общий вид упрочненных технологией ВМП образцов стыкового сварного соединения после выдержки в камере КСТ-1 на протяжении 1200 ч и испытаний на усталость

2 раз (кривые 1 и 3, рис. 4). После КСТ-1 существенно снизились характеристики сопротивления усталости и упрочненных технологией ВМП сварных соединений: предел ограниченной выносливости на базе $2 \cdot 10^6$ циклов снизился на 35 % (с 273 до 178 МПа), а циклическая долговечность уменьшилась до 30 раз (кривые 2 и 4, рис. 4). Таким образом, применение технологии ВМП позволило повысить предел ограниченной выносливости стыковых сварных соединений при последующем влиянии нейтрального соляного тумана лишь на 9 % (со 163 до 178 МПа), при этом их циклическая долговечность находится на уровне циклической долговечности сварных соединений в исходном состоянии (на воздухе).

Полученные значения характеристик сопротивления усталости упрочненных технологией ВМП соединений подтверждают, что предварительная выдержка соединений на протяжении 1200 ч в условиях нейтрального соляного тумана (имитация влияния климатических факторов внешней среды, характерных умеренно холодному морскому климату) привела к полному коррозионно-механическому уносу пластически деформированного слоя металла в зоне проковки. Разрушение как неупрочненных, так и упрочненных ВМП сварных соединений после выдержки в камере КСТ-1 происходило по линии перехода металла шва в металл ЗТВ (рис. 5). Фрактографический анализ изломов выявил значительные коррозионные повреждения металла ЗТВ в зоне проковки в виде каверн и каверн с питтингами внутри (рис. 6). Зарождение и развитие трещин в металле ЗТВ подтверждает данные металлографических исследований (таблица) о том, что металл ЗТВ упрочненных сварных соединений имеет более низкую коррозионную стойкость в сравнении с основным металлом и металлом шва.

Таким образом, экспериментально полученные результаты свидетельствуют о том, что в случае длительного воздействия климатических факторов внешней среды, характерных умеренно холодному морскому климату, происходит полное разрушение поверхностного пластически деформированного ВМП слоя металла, а соответственно

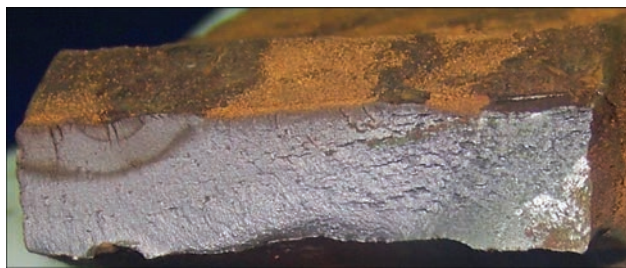


Рис. 6. Общий вид поверхности излома упрочненного технологией ВМП образца стыкового сварного соединения после выдержки в камере КСТ-1 на протяжении 1200 ч и испытаний на усталость

и снижение значений характеристик сопротивления усталости упрочненных сварных соединений до значений, характерных неупрочненным соединениям. Этому может способствовать несвоевременное проведение работ по поддержанию и восстановлению защитных покрытий (например, лакокрасочных) сварных соединений металлоконструкций, упрочненных технологией ВМП.

Выводы

1. Проведены металлографические исследования поверхностных слоев металла шва и ЗТВ стыковых сварных соединений стали 15ХСНД в исходном (неупрочненном) и упрочненном технологией ВМП состояниях после коррозионных испытаний в камере соляного тумана КСТ-1 на протяжении 1200 ч. На основе вычислений степени и глубины, а также суммарного размера проекции площади поражений коррозионными пятнами и кавернами поверхностных слоев металла шва и ЗТВ соединений, установлено, что упрочнение технологией ВМП не приводит к повышению стойкости соединений к воздействию нейтрального соляного тумана.

2. Экспериментально установлено, что упрочнение технологией ВМП стыковых сварных соединений стали 15ХСНД перед выдержкой в камере нейтрального соляного тумана на протяжении 1200 ч не способствует повышению их характеристик сопротивления усталости. Это вызвано тем, что предварительная выдержка соединений на протяжении 1200 ч в условиях воздействия нейтрального соляного тумана (моделирование влияния климатических факторов внешней среды, характерных умеренно холодному морскому климату) приводит к полному коррозионно-механическому уносу пластически деформированного ВМП слоя металла в зоне проковки.

Список литературы/References

1. Madox S. J., Dore M. J., Smith S. D. (2011) A case study of the use of ultrasonic peening for upgrading a welded steel structure. *Welding in the World*, 55, 9, 56–67.
2. Abdullah A., Malaki M., Eskandari A. (2012) Strength enhancement of the welded structures by ultrasonic peening. *Materials & Design*, 8, 7–18.

3. Lefebvre F., Peyrac C., Elbel G. et al. (2017) HFMI: understanding the mechanisms for fatigue life improvement and repair of welded structures. *Welding in the World*, 61, 4, 789–799.
4. He B., Deng H., Jiang M. et al. (2017) Effect of ultrasonic impact treatment on the ultra high cycle fatigue properties of SMA490BW steel welded joints. *The International journal of advanced manufacturing technology*.
5. Malaki M., Ding H. (2015) A review of ultrasonic peening treatment. *Materials and Design*, 8, 1072–1086.
6. Mikkola E., Remes H., Marquis G. (2017) A finite element study on residual stress stability and fatigue damage in high-frequency mechanical impact (HFMI)-treated welded joint. *International journal of fatigue*, 9, 16–29.
7. Schubnell J., Hardenacke V., Farajian M. (2017) Strain-based critical plane approach to predict the fatigue life of high frequency mechanical impact (HFMI)-treated welded joints depending on the materials condition. *Welding in the World*, 61, 6, 1199–1210.
8. Fohrenbach J., Hardenacke V., Farajian M. (2016) High frequency mechanical impact treatment (HFMI) for the fatigue improvement: numerical and experimental investigations to describe the condition in the surface layer. *Ibid*, 60, 4, 749–755.
9. Fan Y., Zhao X., Liu Y. (2016) Research on fatigue behavior of the flash welded joint enhanced by ultrasonic peening treatment. *Materials & Design*, 9, P. 515–522.
10. Кныш В. В., Соловей С. А., Ныркова Л. И. и др. (2016) Влияние коррозионных повреждений на циклическую долговечность тавровых сварных соединений, обработанных высокочастотной механической проковкой. *Автоматическая сварка*, 9, 46–51.
Knysh, V.V., Solovej, S.A., Nyrkova, L.I. et al. (2016) Influence of corrosion damage on cyclic fatigue life of tee welded joints treated by high-frequency mechanical peening. *The Paton Welding J.*, 9, 42-46.
11. Кныш В. В., Соловей С. А., Кирьян В. И. и др. (2017) Применение высокочастотной проковки для повышения эксплуатационных характеристик стыковых сварных соединений в условиях атмосферы умеренного климата. *Там же*, 4, 15–20.
Knysh, V.V., Solovej, S.A., Kirian, V.I. et al. (2017) Application of high-frequency peening to improve the performance of butt welded joints in the atmosphere of temperate climate. *Ibid.*, 4, 14-18.

В. В. Кныш, С. О. Соловей, Л. И. Ныркова, В. М. Мірянін

ІЕЗ ім. С. О. Патона НАН України.
03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11.
E-mail: office@paton.kiev.ua

**ВПЛИВ КОРОЗІЙНИХ ПОШКОДЖЕНЬ НА ЦИКЛІЧНУ
ДОВГОВІЧНІСТЬ СТИКОВИХ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ,
ЗМІЦНЕНИХ ВИСОКОЧАСТОТНИМ МЕХАНІЧНИМ
ПРОКОВУВАННЯМ**

В статті наведено результати ефективності застосування технології високочастотної механічної проковки з метою підвищення характеристик опору втомі стикових зварних з'єднань сталі 15ХСНД при подальшому тривалому впливі кліматичних факторів зовнішнього середовища, характерних помірно холодному морському клімату. Вплив цього клімату моделю-

вали витримкою з'єднань у камері соляного туману КСТ-1 при температурі $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ і розпилюванні розчину хлориду натрію 15 хв через кожні 45 хв. Тривалість корозійних випробовувань зразків у камері КСТ-1 складала 1200 год. Після витримки у камері КСТ-1 були проведені металографічні дослідження поверхневого шару металу шва і металу зони термічного впливу зварних з'єднань у вихідному (незмцненому) і зміцненому даною технологією станах. Обчислені глибина і ступінь ураження корозійними плямами та кавернами поверхневих шарів металу швів і зони термічного впливу зварних з'єднань. Експериментально встановлені характеристики опору втомі зварних з'єднань у вихідному (незмцненому) і зміцненому високочастотною механічною проковкою станах після впливу нейтрального соляного туману протягом 1200 год. Бібліогр. 11, табл. 1, рис. 6.

Ключові слова: стикове зварне з'єднання, нейтральний соляний туман, втомі, високочастотна механічна проковка, підвищення опору корозійній втомі

V.V. Knysh, S.A. Solovej, L.I. Nyrkova, V.N. Miryanin

E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine.
11 Kazimir Malevich Str., 03150, Kyiv, Ukraine.
E-mail: office@paton.kiev.ua

**INFLUENCE OF CORROSION DAMAGES ON CYCLIC
LIFE OF BUTT WELDED JOINTS STRENGTHENED
BY HIGH-FREQUENCY MECHANICAL PEENING**

In the article, the results of investigation of efficiency of applying the technology of high-frequency mechanical peening for increasing the fatigue resistance characteristics of butt welded joints of steel 15KhSND with a subsequent long-term exposure to climatic factors of the external environment, characteristic of a moderate cold marine climate, are given. The effect of given climate was modeled by holding the joints in the salt fog chamber KST-1 at the temperature of $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ and during spraying the sodium chloride solution for 15 minutes every 45 minutes. The duration of corrosion tests of specimens in the chamber KST-1 was 1200 h. After holding in the chamber KST-1, the metallographic examinations of the surface layer of the weld metal and the metal of heat-affected zone of welded joints in the initial (non-strengthened) state and in the state strengthened by this technology were carried out. The depth and degree of damage by corrosion spots and cavities of surface layers of weld metal and heat-affected zones of welded joints were calculated. The fatigue resistance characteristics of welded joints in the initial (non-strengthened) state and in the state strengthened by high-frequency mechanical peening were experimentally established after exposure to a neutral salt fog for 1200 h. 11 Ref., 1 Tab., 6 Fig.

Keywords: butt welded joint, neutral salt fog, fatigue, high-frequency mechanical peening, increase in resistance to corrosion fatigue

Поступила в редакцію 24.11.2017