DOI: 10.17117/nv.2015.03.050

Поступила (Received): 24.09.2015

<http://ucom.ru/doc/nv.2015.03.050.pdf>

dgma@dgma.donetsk.ua

**Кассов В.Д., Гавриш П.А., Бережная А.Д.,
Соболев-Бутовченко Е.А.**

**Особенности сталемедных сварных
швов перегружателя TAKRAF**

**Kassov V.D., Gavrish P.A., Berezhnaya A.D.,
Sobolev-Butovchenko A.E.**

**Features steel and cooper of welded
seams of a loading crane TAKRAF**

Тяжелый режим работы, циклические эксплуатационные нагрузки на металлоконструкцию, коррозионная среда приводят к появлению дефектов метал-локонструкции, а сварные швы металлоконструкций играют особую роль в обеспечении их надежной эксплуатации, поэтому от того как спроектирован сварной узел, соблюдалась ли технология сварки при его изготовлении, зависит эксплуатационная долговечность подъемно-транспортного оборудования, для чего про-ведено обследование сталемедных сварных швов рудно-грейферного перегружателя, установлены основные причины образования дефектов в сталемедных сварных швах металлоконструкций, исследованы факторы влияющие на образование дефектов в результате нарушений технологического процесса сварки, определена критическая скорость сварки для данного технологического процесса, исследуя микроструктуру сварного шва установлено, что с увеличением количества дендритных включений железа (столбчатые кристаллы проникающие вдоль границы сплавления в медь), расположенные перпендикулярно границе сплавления проникают в медь на расстояние 1,4...2,9мм и тем самым охрупчивают сварной шов снижая усталостную прочность металла и его эксплуатационную надежность работы, таким образом, снижая количество дендритных включений у линии сплавления повышается пластичность сварного шва и усталостная прочность металлоконструкции в целом

Ключевые слова: сталемедные сварные швы, критическая скорость сварки

Heavy operating mode, cyclic operational loads of a metal construction, the corrosion environment provid to emergence of defects of a metal construction, and welded seams of a metalwork play a special role in ensuring their reliable operation, therefore from that as the welded knot is designed, whether the technology of welding at its production was observed the operational durability of the hoisting-and-transport equipment depends, for what examination the steel and cooper of welded seams of an ore and clamshell loading crane is conducted, the main reasons for formation of defects in the steel and cooper of welded seams of a metalwork are established, the factors influencing formation of defects as a result of violations of technological process of welding are investigated, critical speed of welding for this technological process is determined, at research of a microstructure of a welded seam it is established, that with increase in quantity the similar to a tree of inclusions of iron (column crystals the alloyage borders getting lengthways in copper), the alloyages located perpendicular to border get into copper on distance 1,4 ... 2,9mm and by that the welded seam loses plasticity, reducing the fatigue durability of metal and its operational reliability of work thus, reducing quantity the similar to a tree of inclusions at the line of alloyage, plasticity of a welded seam and fatigue durability of a metal construction in general increases

Key words: steel and cooper of welded seams, critical speed of welding

Гавриш Павел Анатольевич

Кандидат технических наук, доцент
Донбасская государственная
машиностроительная академия
Донецкая обл., г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72

Кассов Валерий Дмитриевич

Доктор технических наук, профессор
Донбасская государственная
машиностроительная академия
Донецкая обл., г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72

Соболев-Бутовченко Евгений Александрович

Кандидат химических наук
Начальник лаборатории
Общество с ограниченной ответственностью
«УНИКУМ»
г. Симферополь, ул. Генерала Захарова, 9 А

Бережная Елена Дмитриевна

Кандидат технических наук, доцент
Донбасская государственная
машиностроительная академия
Донецкая обл., г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72

Gavrish Pavlo Anatoliovich

Candidate of Technical Sciences, associate Professor
Donbass State Engineering Academy
Donetsk Region, Kramatorsk, Shkadinov st., 72

Kassov Valeriy Dmitrevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor
Donbass State Engineering Academy
Donetsk Region, Kramatorsk, Shkadinov st., 72

Sobolev-Butovchenko Evgeniy Aleksandrovich

Candidate of Chemistry Sciences
Head of department
limited liability joint-stock company «UNIKUM»
Simferopol, General Zakharov st., 9 A

Berezshnaya Elena Valerievna

Candidate of Technical Sciences, associate Professor
Donbass State Engineering Academy
Donetsk Region, Kramatorsk, Shkadinov st., 72

Рудно-грейферные перегружатели TAKRAF – уникальное подъемно-транспортное оборудование, предназначенное для перевалки грузов на промышленных предприятиях (рис.1). Тяжелый режим работы, циклические эксплуатационные нагрузки на металлоконструкцию, коррозионная среда приводят к появлению дефектов металлоконструкции [1, 2].

Рис. 1. Рудно-грейферный перегружатель TAKRAF

Сварные швы металлоконструкций играют особую роль в обеспечении их надежной эксплуатации. От того как спроектирован сварной узел, соблюдалась ли технология сварки при его изготовлении зависит эксплуатационная долговечность оборудования [3].

При обследовании сталемедных сварных швов выполненные в узлах троллейного питания перегружателя обнаружены дефекты – трещины в сварном шве (рис.2). Причины и места появления трещин были исследованы в испытательной лаборатории технической диагностики ДГМА.

Рис. 2. Дефекты сварного шва

Обнаруженные дефекты: несплавление и кристаллизационная трещина в сварном шве свидетельствуют о нарушениях технологического процесса сварки [4]. При сварке медных конструкций, зарождение трещины и ее дальнейшее развитие происходит в результате разрушение связей по границам зерен. Это объясняется недостаточным раскислением металла сварного шва. В процессе охлаждения после первичной кристаллизации растворимость кислорода в сварном шве уменьшается. По границам кристаллитов выделяется чрезмерная фаза закиси меди в виде хрупкой прослойки. Пластичность такого металла очень низкая. При наличии напряжений в конструкции, превышающих пластичность металла, происходит образование трещины. На процесс образования трещины влияет и погонная энергия сварки. Разнородные металлы медь и железо отличаются друг от друга коэффициентами теплопроводности. Коэффициент теплопроводности меди в 5 раз больше, чем у железа. Поэтому, чем больше скорость сварки (при отсутствии предварительного и сопутствующего подогрева) тем быстрее охлаждается медь и кристаллизационное время формирования сварного шва резко снижается.

Выполнены опытные сварочные работы по сварке меди со сталью при изменении скорости сварки и тока сварки [5]. Образцы меди марки М1р размером 10х80х200мм сваривали стыковым швом со сталью Ст3сп5 ГОСТ 380-94. Режимы сварки приведены в (табл. 1).

Таблица 1. Режимы сварки при проведении исследований

Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет порошковой проволоки, мм	Диаметр порошковой проволоки, мм	Полярность
270-440	28-32	18-34	25	3,0	обратная

При скоростях сварки более 24 м/ч наблюдались кристаллизационные трещины в сварном шве, несплавление сварного шва. На (рис.3) приведена зависимость появления трещин в сварном шве от скорости сварки.

Рис. 3. Зависимость длины трещин в сварном шве от скорости сварки

Рис. 4. Микроструктура границы сплавления

Кроме технологии сварки сталемедных швов, значительную роль в снижении усталостной прочности таких швов играет содержание железа у линии сплавления шва. Чем больше ликвация дендритных включений у линии сплавления, тем меньше пластичность шва [6]. Сварной шов более охрупчен, чем основной металл. Исследуя микроструктуру сварного шва видно (рис. 4), что дендритные включения железа (столбчатые кристаллы проникающие вдоль границы сплавления в медь), расположенные перпендикулярно границе сплавления проионкают в медь на расстояние 1,4... 2,9 мм. Тем самым охрупчивая сварной шов.

Циклические напряжения, воздействующие на сварные швы металлоконструкций, разрушают межзеренные связи в металах, особенно когда сварные узлы охрупчены [7, 8]. Таким образом, проведенные исследования, показали закономерность образования дефектов в сталемедных сварных швах. Основные причины: нарушение технологии сварки и повышение содержания железа у границы сплавления.

Выводы:

1. Установлены основные причины образования дефектов в сталемедных сварных швах металлоконструкций.
2. Исследована зависимость роста кристаллизационных трещин в сталемедных швах от скорости сварки.
3. Определена критическая скорость сварки для данного технологического процесса.
4. Выполнен анализ микроструктур сталемедного сварного шва.
5. Установлено, что с увеличением количества дендритных включений железа у линии сплавления, снижается пластичность сварного шва и снижается циклическая прочность сварного соединения.

Список используемых источников:

1. Шепотько В.П., Гавриш П.А. Анализ конструктивного оформления сварных узлов при ремонте крановых металлоконструкций // Подъемные сооружения и специальная техника. 2012. № 4. С. 10-11.
2. Гавриш П.А., Кассов В.Д., Шепотько В.П. Ушкодження кранових металоконострукцій. Діагностика. Ремонт. // Навчальний посібник. Краматорськ: ДДМА, 2012. 280 с.
3. Гавриш П.А., Кассов В.Д. Точність виготовлення зварних конострукцій // Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Краматорськ: ДДМА, 2006. 160 с.
4. Гавриш П.А. Вплив швидкості зварювання на якість зварного з'єднання міді // Вісник Хмельницького національного університету. 2005. № 6. Т. 2. С. 75-78.
5. Васильева Л.В., Чигарев В.В., Гавриш П.А. Оптимизация параметров технологического процесса сварки меди со сталью // Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2011. № 1/1 (49). С. 20-24.
6. Gavrish P., Tulupov V. Perfection of the thermal cycle of copper with steel welding. // Research and Development in Mechanical Industry. Vol. 1. Serbia, 2011. P. 174-178.
7. Гавриш П.А. Диффузия меди в сталь на межфазной границе при сварке элементов металлорежущих станков и инструмента. // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Краматорськ: ДДМА, 2012. С. 22.
8. Гавриш П.А., Шепотько В.П. Влияние конструктивных особенностей сварных узлов перегружателя на его работоспособность. // Автоматическая сварка. 2013. № 12. С. 51-54.

References:

1. Shepotko V.P., Gavrish P.A. Analysis design of welded assemblies in the repair of crane metal structures. *Lifting constructions and special technique*. 2012. No. 4. P. 10-11.
2. Gavrish P.A., Kassov V.D., Shepotko V.P. Damage of crane metal structures. *Diagnosis. Repair. Tutorial*. Kramatorsk: the DSMA, 2012. 280 p.
3. Gavrish P.A., Kassov V.D. Accuracy of manufacture of welded structures. *Kramatorsk: the DSMA*, 2006. 160 p.
4. Gavrish P.A. Influence of welding speed on the quality of welded joints of copper. *Bulletin of the Khmelnytsky national University*. 2005. No. 6. Vol. 2. P. 75-78.
5. Vasil'eva L.V., Chigarev V.V., Gavrish P.A. Optimization of parameters of technological process of welding of copper with steel. *East European journal of advanced technologies*. 2011. No. 1/1 (49). P. 20-24.
6. Gavrish P., Tulupov V. Perfection of the thermal cycle of copper with steel welding. *Research and Development in Mechanical Industry*. Vol. 1. Serbia, 2011. P. 174-178.
7. Gavrish P.A. Diffusion of copper in steel at the interface during welding of elements of metal-cutting machines and tools. *The way back mashinobuduvannya. Problems that prospects of development*. Kramatorsk: DGMA, 2012. P. 22.
8. Gavrish P.A., Shepotko V.P. Influence of design features of welded assemblies of a loader on its performance. *Automatic welding*. 2013. No. 12. P. 51-54.

© 2015, Кассов В.Д., Гавриш П.А., Бережная А.Д.,
Соболев-Бутовченко Е.А.
Особенности сталемедных сварных швов
перегрузателя TAKRAF

© 2015, Kassov V.D., Gavrish P.A., Berezhnaya A.D.,
Sobolev-Butovchenko A.E.
Features steel and cooper of welded seams of a
loading crane TAKRAF