



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
ЦЕНТР СУДОРЕМОНТА  
**ЗВЕЗДОЧКА**



1971



2004



2018

АО «ЦС «Звездочка», пр. Машиностроителей, д.12, г. Северодвинск, Архангельская обл. 164509,  
тел. (8184) 596-309, факс (8184) 57-28-50, e-mail: info@star.ru, www.star.ru  
ОГРН 1082902002677, ИНН 2902060361, КПП 997450001

**УТВЕРЖДАЮ**

**Главный инженер**

**АО «ЦС «Звездочка»**



С.Р. Кукин

2019 г.

« 10 »

НИИ «Курчатовский институт»- ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № 3112	в ДЕЛО
21.10.2019 г.	№
Осн. 3 л.	подп.
Прош.	подп.

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертационной работы  
Александра Абрамовича Вайнермана

«Разработка технологии сварки алюминиевых бронз и медно-никелевых сплавов с коррозионно-стойкой азотсодержащей сталью для создания перспективных изделий морской техники», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии»

Диссертационная работа А.А. Вайнермана посвящена актуальным проблемам изготовления изделий судового машиностроения методами сварки и наплавки медных сплавов между собой и со сталями.

Сварка разнородных металлов, особенно медных сплавов со сталями аустенитного класса, является серьезной задачей. Заметное различие в теплофизических характеристиках медных сплавов и сталей, высокая склонность медных сплавов к поро- и трещинообразованию при сварке и наплавке, к окислению даже при незначительных повышенных температурах, их значительная жидкотекучесть и теплопроводность, наличие интервала провала пластических свойств, образование глубоких межкристаллитных проникновений медного сплава в сталях (особенно аустенитного класса), образование новых фаз в металле шва, снижающих свойства соединений, приводят к значительным трудностям при сварке этих материалов. Из-за ряда приведенных трудностей сварку медных сплавов со сталями приходится иногда выполнять с предварительной наплавкой промежуточного подслоя.

Информации по сварке медных сплавов с азотсодержащими сталями нет в технологической документации, по наплавке медных сплавов на такие стали очень мало в литературных источниках. В диссертационной работе Вайнермана А.А. впервые подробно исследованы особенности сварки медно-никелевых сплавов и алюминиевых бронз с азотсодержащей сталью аустенитного класса 04X20H6Г11M2АФБ, формирования состава, структуры и свойств этих сварных соединений.

Следует отметить, что впервые для проектирования и изготовления перспективных заказов морской техники поставлена задача получения сварных соединений медных сплавов со сталями с магнитной проницаемостью  $\mu < 1,01$ .

Для решения этой задачи диссертантом А.А. Вайнерманом был рассмотрен значительный объем имеющихся теоретических данных и проведены необходимые экспериментальные работы, с помощью которых была разработана композиция металла промежуточного подслоя [Cu основа –(5-6,5%)Ni] – [Cu основа –(30-42%)Ni] – [Ni основа –(18-22%)Cr -Mn-Nb-Mo], обеспечившая возможность последующей его сварки со сталью. Выбраны сварочные материалы, изготавливаемые промышленностью, для наплавки подслоя – МНЖКТ5-1-0,2-0,2, Св-МНЖМцТК40-1-1-0,3-0,1, LNT NiCro 60/20 или Св-02X22H64M9Б3. Установлено, что сварку подслоя со сталью необходимо производить сварочными проволоками LNT NiCro 60/20 или Св-02X22H64M9Б3.

На основании разработанных критериев сварного соединения по химическому и фазовому составу, технологических параметров по количеству наплавленных слоев подслоя, выбранных сварочных материалов и отработанных режимов сварки автором диссертации разработана технология сварки ручным аргодуговым способом неплавящимся электродом и механизированным аргодуговым способом плавящимся электродом, обеспечивающая получение маломagnetного разнородного сварного соединения медно-никелевых сплавов и алюминиевых бронз со сталью 04X20H6Г11M2АФБ.

В случае, если специальные требования по магнитной проницаемости к сварным соединениям отсутствуют, автором диссертации разработана более простая альтернативная технология сварки медного сплава со сталью 04X20H6Г11M2АФБ с применением более дешевых сварочных материалов и заметно меньшим количеством наплавленного металла. Это подробно рассмотрено на примере сварки сплава марки МНЖ5-1 со сталью 04X20H6Г11M2АФБ через подслоя, наплавленный на сталь аустенитно-ферритной сварочной проволокой ЭП-263Ш (Св-08X32H8Ш).

Выпущена технологическая документация на сварку медных сплавов с азотсодержащей сталью.

Полученные автором результаты работы по сварке и наплавке разнородных материалов, опыт применения подслоев безусловно имеют научное и практическое значение для изготовления перспективных изделий судового машиностроения.

Научная и практическая значимость работы также подтверждена автором в шестой главе диссертации, в которой показано, что составная часть разработанной композиции подслоя может быть использована для решения такой актуальной проблемы, как увеличение ресурса судовой арматуры из бронзы БрА9Ж4Н4Мц1 путем наплавки ее уплотнительных узлов затворов более коррозионно-стойкими сварочными материалами. Проведенные исследования структуры, коррозионных и механических свойств, разработанные в этой главе технологии наплавки арматуры и выпущенная технологическая документация на ее наплавку – РД5.УЕИА.3659-2015, РД5.УЕИА.3665-2015 и РД5.УЕИА.3661-2015 – обеспечили изготовление опытной партии судовой арматуры из бронзы БрА9Ж4Н4Мц1 повышенного ресурса, успешно прошедшей стендовые гидравлические испытания.

Таким образом, рассматриваемая диссертационная работа несомненно имеет научное и практическое значение, представляет собой законченный научный труд, соответствует специальности 05.02.10 «Сварка, родственные процессы и технологии» и требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, поэтому ее автор Александр Абрамович Вайнерман заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии».

Отзыв составил: Колосов Сергей Фирсович, главный сварщик АО «ЦС «Звездочка»

Главный сварщик



Колосов С. Ф.