



Фото с сайта: www.gbr.ru

Особенности наплавки седла клапана судовой арматуры из бронзы БрА9Ж4Н4Мц1 для повышения её срока службы

С.А. Пичужкин, к. т. н., **С.П. Чернобаев**, **А.А. Вайнерман**, **М.М. Веретенников**,
ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей», г. Санкт-Петербург

Судовая арматура является составной частью оборудования энергетических установок и судовых систем и функционально выполняет все задачи, стоящие перед судовым оборудованием, обеспечивающим управление судами и их живучесть. К деталям судовой арматуры относятся корпуса, тарелки и крышки клапанов, кингстонов, захлопок, штоки, втулки, венцы шестерен и многие другие. Разнообразие функций, выполняемых судовыми системами и системами судовых энергетических установок, приводит к многообразию их конструктивных форм, которые можно классифицировать по назначению систем, типам судов, где они применяются, роду рабочей жидкости или газов, участию систем в борьбе за живучесть судна и т. д.

» Требования, предъявляемые к судовой арматуре, обусловлены техническими требованиями и требованиями по надежности, удобству обслуживания и ремонтпригодности. Судовые условия в значительной мере отличаются от условий эксплуатации обычной промышленной и другой арматуры, работающей в стационарных установках. Арматура на судах может находиться в трюмах, где затруднен доступ для наблюдения за ее техническим состоянием, на средней и верхней палубах. Судовая арматура подвергается коррозионно-эрозионному воздействию морской воды, воздействию морского тумана, а также разности температур. Температура окружающего воздуха в различных районах плавания судов может изменяться от минус 40 до плюс 50 °С. Наиболее трудные условия с точки зрения коррозионного воздействия на материалы возникают в зонах тропи-

ческого климата с температурой воздуха до плюс 50 °С и относительной влажностью до 100%. Низкая температура особенно пагубно сказывается на неметаллических материалах, которые, как правило, применяются для уплотнительных элементов арматуры.

Кроме условий, связанных с воздействием окружающей среды, существует еще ряд условий, которые в значительной степени определяют надежность и срок службы арматуры и влияют на ее конструкцию. К ним относятся: одновременное воздействие качки, крена и дифферента; вибрация; сотрясения (удары).

Поэтому основными требованиями к материалам для судовой арматуры следующие: высокая коррозионно-эрозионная стойкость в различных средах в течение заданного срока службы, высокие механические свойства (прочность, пластичность, ударостойкость), высокое сопротивление схватыванию и изнашиванию при трении без смазки, в условиях смазки проводимой средой и при использовании специальной смазки [1].

Значительное количество изделий судовой арматуры систем забортной воды изготавливается из бронзы БрА9Ж4Н4Мц1. Алюминиево-никелевая бронза марки БрА9Ж4Н4Мц1 обладает более высокой стойкостью к струевой коррозии (скорость коррозии составляет 0,02 мм/год при скорости потока воды до 4 м/с), чем оловянные бронзы (скорость коррозии составляет 0,05–0,1 мм/год при скорости потока воды до 4 м/с и 0,3–0,6 мм/год при скорости потока воды до 12 м/с). Однако, эта бронза в морской воде подвержена структурно-избирательной (язвенной) коррозии со скоростью до 0,3 мм/год. Наиболее уязвимым местом арматуры в отношении коррозионного воздействия агрессивной среды являются уплотнительные поверхности затвора (седла клапана), где протекают самые активные процессы коррозионно-эрозионного разрушения. Поэтому срок эксплуатации арматуры из этой бронзы из-за появления протечек в затворе незначительный – 5–6 лет [2, 3].

Высокой стойкостью к общей, струевой и структурно-избирательной коррозии в морской воде обладают медно-никелевые сплавы с высоким (30–60%) содержанием никеля. Так, скорость общей и струевой коррозии в морской воде мельхиора марки МНЖМц30-1 составляет соответственно 0,002 и 0,01–0,02 мм/год. При этом медно-никелевые сплавы подвержены только поверхностной коррозии. Однако, большинство медно-никелевых сплавов относится к числу деформированных материалов, и для изготовления фасонных отливок их не применяют. Поэтому актуальной проблемой является повышение срока службы арматуры из алюминиевых бронз путём наплавки упрочняющего покрытия на уплотнительные поверхности узла затвора коррозионно-стойкими медно-никелевыми сплавами с содержанием никеля порядка 40% [2, 3].

Наплавка медно-никелевых сплавов с высоким содержанием никеля на алюминиевые бронзы приводит к появлению трещин в наплавленном металле (рис. 1 и 2).

Появление трещин в наплавленном металле связано с образованием интерметаллидов. Согласно диаграмме состояния системы Cu-Ni-Al при содержании в сплаве более 5% никеля и более 1% алюминия при охлаждении сплава ниже температуры кристаллизации из него выделяются дисперсные интерметаллидные фазы Ni₃Al и NiAl [4, 5]. Рентгеноструктурный анализ наплавленного металла, в котором образовались трещины, подтвердил наличие в нем интерметаллида типа Ni₃Al.

Предотвратить появление трещин можно, если предварительно на бронзу наплавить подслоя.

На основании выполненных исследований в качестве сварочной проволоки для наплавки подслоя на арматуру выбрана сварочная проволока марки МНЖКТ 5-1-0,2-0,2. Для разработки технологии наплавки подслоя по высоте было установлено содержание алюминия, обеспечивающее отсутствие трещин в основном слое. Трещины образовались в основном слое только при содержании в нем алюминия 2,2% и выше. При содержании алюминия в основном слое не более 1,5% трещины в соединении не образовывались.



Рис. 1. Трещины по границе сплавления бронзы с металлом наплавки монель-металлом МНЖМц28-2,5-1,5

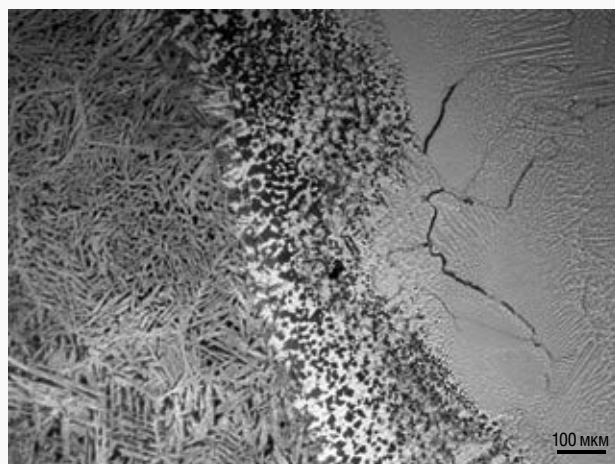


Рис. 2. Трещины в зоне сплавления металла бронзы Бр.А9Ж4Н4Мц1 с металлом медно-никелевого сплава МНМц40-1,5



Мир управления потоком в ваших руках...

**НЕ ПРОПУСТИТЕ ОЧЕРЕДНОЙ ВЫПУСК VALVE WORLD ЖУРНАЛА!
ГЛОБАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ АРМАТУРЫ И ПРИВОДОВ, ДЛЯ ПОСТАВЩИКОВ И ПРОЕКТИРОВЩИКОВ**

Имя: _____ Фамилия: _____

Компания: _____

Должность: _____

Адрес: _____

Код города: _____ Город: _____

Страна: _____

Телефон: _____ Телефакс: _____

Е-майл: _____

Пожалуйста, подпишите меня на Valve World журнал (на английском) на:

- 1 год (259 Euro)
 2 года (453 Euro)
 3 года (599 Euro)

* Пожалуйста, отправьте заполненный бланк по факсу: +49 2821 7114569 или е-майл: i.gast@kci-world.com

Для получения дополнительной информации, пожалуйста, свяжитесь с Ириной Гаст, тел. +49 2821 7114541
Е-майл: i.gast@kci-world.com или посетите нашу веб-страницу: WWW.VALVE-WORLD.NET

Структура металла, наплавленного сварочной проволокой Св-МНЖМцТК 40-1-1-0,3-0,1 на подслое, наплавленный МНЖКТ 5-1-0,2-0,2 на бронзу БрА9Ж4Н4Мц1, при содержании алюминия в основном слое не более 1,5% имеет однофазное строение α -твердого раствора на основе меди. Твердость по Виккерсу HV основного слоя составляет 116–122, подслоя – 105–119, бронзы – 153–162. Поскольку временное сопротивление бронзы заметно выше наплавленного металла, то и твердость ее тоже заметно выше твердости металла наплавки. Твердость основного слоя близка к твердости подслоя, несмотря на то, что твердость сплава МНЖКТ 5-1-0,2-0,2 меньше твердости сплава МНЖМцТК 40-1-1-0,3-0,1. Это объясняется значительным переходом алюминия из бронзы в промежуточный подслое и его упрочняющим воздействием на медно-никелевый сплав. Временное сопротивление образцов из соединений – 360–380 МПа – на уровне сплава МНЖМцТК 40-1-1-0,3-0,1.

Исследования коррозионной стойкости показали, что металл, полученный наплавкой медно-никелевого сплава с высоким (30–40%) содержанием никеля на алюминиево-никелевую бронзу марки Бр А9Ж4Н4Мц1, не подвержен питтинговой и избирательной коррозии, скорость его струевой коррозии составляет 0,0171–0,0191 г/м²·ч; скорость коррозии наплавленного металла в контакте с бронзой составляет 0,0004–0,0022 г/м²·ч; скорость коррозии бронзы в контакте с наплавленным металлом составляет 0,0052–0,0081 г/м²·ч.

На основании проведенных исследований ФГУП «ЦНИИ «КМ «Прометей» совместно с АО «Армалит» разработана технология наплавки уплотнительного поля седла клапана судовой арматуры из бронзы БрА9Ж4Н4Мц1 сварочной проволокой Св-МНЖМцТК 40-1-1-0,3-0,1 (рис. 3).

Применение корпусов с наплавленными седлами клапанов позволит существенно повысить срок службы арматуры за счет снижения коррозионных повреждений.



а)



б)

Рис. 3. Корпус клапана арматуры с наплавленным уплотнительным полем:

а – корпус клапана в разрезе;

б – вид сверху на уплотнительное поле седла клапана

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки Российской Федерации, уникальный идентификатор прикладных научных исследований и экспериментальных разработок (проекта) RFMEFI62514X0020.

⇒ Список литературы:

1. Кашинский М.С., Степанов В.В., Гольдфайн В.Н. и др. Судовая арматура. Л.: Судостроение, 1975. 432 с.
2. Вайнерман А.Е., Кирилин Э.Ф., Рыбин В.В. и др. Проблемы и достижения в области создания медных сплавов, присадочных материалов и технологий сварки и наплавки для изделий судового машиностроения // Вопросы материаловедения. 1999. № 3 (20). С. 241–260.
3. Вайнерман А.Е., Веретенников М.М. Исследования наплавки медно-никелевого сплава с высоким содержанием никеля на алюминиево-никелевую бронзу // Вопросы материаловедения. 2010. № 1 (61). С. 78–85.
4. Осинцев О.Е., Федоров В.Н. Медь и медные сплавы. Отечественные и зарубежные марки. Справочник. М.: Машиностроение, 2004. 336 с.
5. Дриц М.Е., Бочвар Н.Р., Гузей Л.С. и др. Двойные и многокомпонентные системы на основе меди. Справочник. М.: Наука, 1979. 248 с.