

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

КОРРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ СУДОВ

О.А. Белов, зав. каф. Камчатского государственного технического университета, канд. техн. наук, boa-1@mail.ru

С.А. Клементьев, нач. отд. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, klements@extech.ru

А.Б. Дороганов, аспирант Камчатского государственного технического университета, kletn@yandex.ru

В статье рассмотрены вопросы обеспечения безопасности эксплуатации морских судов, проведен анализ аварийности судов, связанных с процессами коррозии корпусных конструкций. Определены основные направления совершенствования организации комплексной защиты корпусов морских судов.

Ключевые слова: безопасность эксплуатации морских судов, предотвращение аварийности, коррозионные процессы, организация протекторной защиты корпусов.

CORROSION PROCESSES AS A FACTOR IN REDUCING THE SAFETY OF OPERATION OF SEA-GOING VESSELS

O.A. Belov, Head of Department, Kamchatka State Technical University, Doctor of Engineering, boa-1@mail.ru

S.A. Klement'ev, Head of Department, SRI FRCEC, klements@extech.ru

A.B. Doroganov, Postgraduate, Kamchatka State Technical University, kletn@yandex.ru

The article discusses the main issues of safety provision of ship operation presenting the results of analysis of accidents caused by corrosion processes of hull structures and disclosing the key directions of improving organization of comprehensive protection of ship hulls.

Keywords: safety provision of operation of sea-going vessels, prevention of accidents, corrosion processes, organization of comprehensive protection of ship hulls.

Основным материалом корпусов современных морских судов, кораблей и других плавучих сооружений являются, как правило, судостроительная сталь или металлические сплавы. Кроме того, основные судовые механизмы, устройства и системы также изготавливаются из металла. Эксплуатация таких объектов в условиях морской среды неизбежно связана с активным протеканием процессов коррозии, которая наносит непоправимый вред обшивке бортов, надстройкам, леерным ограждениям, трубопроводам, цистернам, топливным и балластными танками, элементам энергетических установок и другим конструкциям судна [1].

Безопасность эксплуатации морских судов, живучесть судна и безопасность экипажа в значительной степени зависят от надежности механизмов, корпуса и особенно его подводной части [2]. Вместе с тем именно корпус судна является основным элементом, подвергающимся воздействию коррозионных процессов. Коррозия является одной из главных причин износа корпусов судов, снижения их прочности и безопасности [3]. Борьба с коррозией на флоте является приоритетной государственной задачей.

Опыт показывает, что одной из основных причин аварий и катастроф судов на море является коррозия корпуса. Как известно, электрохимическая коррозия является основной причиной износа сварных соединений [4]. Корпуса судов, поврежденные коррозией, уже не могут выдерживать той нагрузки, которая допускается на новых или отремонтированных в доке судах [5]. Так, 13 сентября 2001 г. на траулере «Вера Белик» в Татарском проливе у берегов западного побережья Сахалина вследствие чрезмерного коррозионного износа лопнула кингстонная переборка, и в машинное отделение начала поступать вода. Благодаря профессиональным действиям экипажа, трагедии удалось избежать, и судно благополучно вернулось в порт [6].

28 сентября 2003 г. «во время следования с грузом металлолома ведомый российским экипажем теплоход “Мартиника” затонул в нейтральных водах Мексиканского залива». Официально установлено, что сухогруз потерял плавучесть вследствие коррозионного износа [6].

20 декабря 2009 г. в акватории Черного моря во время шторма раскололся сухогруз «Арас-1». Одна часть судна осталась на рейде в море, вторую выбросило на берег. Причиной разлома судна является износ корпуса [6].

26 мая 2012 года в Беринговом море затонул российский траулер «Капитан Болсуновский». Причина затопления траулера – износ корпуса судна, приведшее к расхождению сварных швов, при столкновении со льдиной [6].

На мероприятия, связанные с диагностикой и ремонтом корпуса судна в доке, тратятся значительные средства. Проведенные в России и за рубежом исследования показывают, что около 20–30% от общих затрат на заводской ремонт судна приходится на ликвидацию коррозионных разрушений. Не менее 60% всех доковых работ относится к затратам на работы по ликвидации коррозии.

Помимо того, что коррозия корпуса судна представляет собой опасность для жизни людей, коррозия так же причиняет значительные экономические убытки. Так, 3 ноября 2012 г. в акватории Балтийского моря затонул стоявший у причала сторожевой корабль «Неукротимый». Корабль был выведен из боевого состава кораблей Балтийского флота и выставлен на реализацию. Как заявил представитель командования, «Неукротимый» затонул из-за утечек в корпусе, которые были вызваны коррозией – судно было очень старым. На подъем корабля и дальнейшую утилизацию государству потребовались значительные средства [6].

Подобный случай не единичный. Известно, что на Камчатке в Авачинской бухте на дне находится около 70 затонувших судов и кораблей, основная масса которых состоит из списанных затонувших кораблей ВМФ, а так же брошенных судовладельцами рыболовных сейнеров. На расчистку акватории Авачинской бухты Правительством выделено 2 млрд руб. [6]. Избежать таких последствий можно было, периодически контролируя защитный потенциал корпуса и при необходимости устанавливая подвесные протекторы.

Коррозия корпуса судна может вызвать утечку нефтепродуктов и других загрязняющих акваторию веществ, что может привести к экологической катастрофе. Так, 12 декабря 1999 г. у побережья Франции во время шторма раскололся на 2 части танкер «Erika». В море попало 15 тыс. тонн мазута. По результатам расследования выяснилось, что катастрофа произошла вследствие слабости корпусной конструкции из-за коррозии [6].

В ноябре 2002 г. у побережья Испании во время сильного шторма разломился и затонул танкер «Prestige». «В море попали 64 тыс. тонн мазута. Ущерб от катастрофы оценивается в 4 млрд евро. Причиной крушения стал коррозионный износ конструкции корпуса, не выдержавший повышенных при шторме нагрузок [6].

11 ноября 2007 г. в районе Керченского пролива при шторме раскололось надвое нефтеналивное судно «Волгонепфть-139». В море попало около 3 тыс. тонн мазута и около 6 тыс. тонн серы. Эксперты установили, что судно имело предельный физический износ конструкций корпуса [6].

С целью повышения эффективности противодействия коррозии корпусов судов, постоянно разрабатываются и совершенствуются комплексные способы защиты, включающие в себя лакокрасочные покрытия и системы электрохимической защиты (ЭХЗ). Кроме того, для защиты от контактной коррозии предусматриваются конструктивно-технологические средства, обеспечивающие электрическое разъединение корпуса и корпусных конструкций [7]. Однако, в процессе эксплуатации по различным причинам может происходить сбой в электрохимической защите судна (например, обрыв протекторов, разрушение изоляционных элементов и т.д.). В результате электрическое поле судна существенно отклоняется от допустимых значений и процессы коррозии начинают протекать более интенсивно. Для предотвращения коррозионного износа корпуса необходим объективный систематический контроль за состоянием технических средств защиты судна и его электрическим полем [8].

Наиболее распространенной системой ЭХЗ является система протекторной защиты, которая согласно ГОСТ 9.056-75 и РЗК НК 2001 должна включать следующие основные элементы: подвесные протекторы; переносные хлорсеребряные электроды сравнения; переносной милливольтметр для измерения потенциала корпуса защищаемого объекта.

Для того чтобы оценить эффективность работы установленных протекторов при постройке или после проведенного ремонта, а так же оценить состояние подводной части корпуса судна после длительной эксплуатации, необходимо постоянно контролировать эксплуатацию систем протекторной защиты. Повышение эффективности эксплуатации систем протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов невозможно без совершенствования метода контроля протекторной защиты. Используемые в настоящее время методы контроля, вследствие недостаточного развития научно-методических основ и несовершенства технических средств, характеризуются значительной трудоемкостью и низкой экспрессностью [8]. Следует также отметить, что экипажи большинства судов не имеют достаточной подготовки, позволяющей квалифицированно эксплуатировать системы электрохимической защиты.

Экспертная оценка организации защиты корпусов судов от коррозии показала, что на большинстве кораблей и судов системы контроля электрохимической и в частности протекторной защиты не используются, о чем свидетельствует отсутствие документации с результатами проведенного контроля [8]. Поэтому дальнейшее совершенствование технических средств и методов контроля эксплуатации системы протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов, снижение трудоемкости данных мероприятий и повышение эффективности защиты от коррозии необходимо для обеспечения безопасности мореплавания и предотвращения аварий и катастроф на море.

Статья подготовлена по материалам научно-исследовательской работы, выполненной ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ по заданию № 2.4260.2017/НМ Министерства образования и науки РФ на выполнение работ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

Список литературы

1. Защита судов лакокрасочными материалами от коррозии и обрастания // Под ред. Ю.Е. Зобачева. Обзорная информация. М.: ЦБНТИ Минморфлота, 1977, 87 с.
2. Каменская В.Г., Барабаш Н.С., Клементьев С.А. Обзор научно-технических разработок в области обеспечения межличностных отношений и благоприятного психологического климата в условиях длительного подводного плавания // Инноватика и экспертиза: науч. тр. М.: ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ. 2016. Вып. 3(18), с. 257–264
3. Швецов В.А., Белов О.А., Белозеров П.А., Белавина О.А., Кириносенко В.В. Обоснование необходимости подготовки операторов для измерения потенциала стальных корпусов судов и кораблей // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2016 №37. С.19–24.
4. Черток Ф.К. Коррозионный износ и долговечность сварных соединений. Л.: Судостроение, 1977. 144 с.

5. Телянер Б.Е. Технология ремонта корпуса судна / Б.Е. Телянер, Г.П. Турмов, Г.Н. Финкель. Л.: Судостроение. 1984. 288 с.

6. Швецов В.А. Контроль систем протекторной защиты стальных судов и кораблей: монография / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозеров, Д.В. Шунькин. Петропавловск-Камчатский: Камчатский ГТУ, 2016. 109 с.

7. Белов О.А., Дороганов А.Б. Проблемы методологии контроля электрохимической защиты стальных корпусов кораблей и судов // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2016, № 37. С. 10–13.

8. Белов О.А. Методология анализа и контроля безопасности судна как сложной организационно-технической системы // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2015, № 34. С. 12–18.

9. Белов О.А., Марченко А.А., Труднев С.Ю. Анализ расчетно-аналитических методов прикладных задач технической безопасности / О.А. Белов, А.А. Марченко, С.Ю. Труднев // Вестник Астраханского государственного университета. Серия: Морская техника и технология. 2015, № 4, с. 7–15.

References

1. *Zashchita sudov lakokrasochnymi materialami ot korrozii i obrastaniya. Pod red. Yu.E. Zobacheva* [Protection of vessels with varnish coatings against corrosion and fouling. Under the editorship of Y.E. Zobachev] *Obzornaya informatsiya. TsBNTI Minmorflota* [Overview. The Central Bureau of Scientific and Technical Information of the Marine Ministry of the RF], Moscow. 1977, 87 p.

2. Kamenskaya V.G, Barabash N.S., Klement'ev S.A. (2016) *Obzor nauchno-tekhnicheskikh razrabotok v oblasti obespecheniya mezhluchnostnykh otnosheniy i blagopriyatnogo psikhologicheskogo klimata v usloviyakh dlitel'nogo podvodnogo plavaniya* [A review of scientific and technological developments in the field of maintenance of interpersonal relationships and a favorable psychological climate in long-term scuba diving] *Innovatika i ekspertiza. Nauch. tr. FGBNU NII RINKTsE* [Innovatics and Expert Examination. Scientific Works. SRI FRCEC], Moscow, vol. 3(18), pp. 257–264.

3. Shvetsov V.A., Belov O.A., Belozyorov P.A., Belavina O.A., Kirnosenko V.V. (2016) *Obosnovanie neobkhodimosti podgotovki operatorov dlya izmereniya potentsiala stal'nykh korpusov sudov i korabley* [Rationale for operator training for measuring steel hull potential of vessels and ships] *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Kamchatka State Technical University], No. 37, pp. 19–24.

4. Chertok F.K. (1977) *Korroziionnyy iznos i dolgovechnost' svarnykh soedineniy* [Corrosion wear and durability of welded joints] *Sudostroenie* [Shipbuilding], Leningrad, 144 p.

5. Telyaner B.E. (1984) *Tekhnologiya remonta korpusa sudna. B.E. Telyaner, G.P. Turmov, G.N. Finkel'* [Technology of ship hull repairs. Ed. B.E. Telyaner, G.P. Turmov, G.N. Finkel] *Sudostroenie* [Shipbuilding]. Leningrad, 288 p.

6. Shvetsov V.A. (2016) *Kontrol' sistem protekturnoy zashchity stal'nykh sudov i korabley: monografiya V.A. Shvetsov, O.A. Belov, P.A. Belozеров, D.V. Shun'kin* [Control of systems of protector protection of steel vessels and ships: monograph. Ed. V.A. Shvetsov, O.A. Belov, P.A. Belozеров, D.V. Shun'kin] *Kamchatskiy GTU* [KamchatSTU], Petropavlovsk-Kamchatsky, 109 p.

7. Belov O.A., Doroganov A.B. (2016) *Problemy metodologii kontrolya elektrokhimicheskoy zashchity stal'nykh korpusov korabley i sudov* [Methodological problems in the control of electrochemical protection of steel hulls] *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Kamchatka State Technical University], No. 37, pp. 10–13.

8. Belov O.A. (2016) *Metodologiya analiza i kontrolya bezopasnosti sudna kak slozhnoy organizatsionno-tekhnicheskoy sistemy* [The methodology of analysis and monitoring of ship safety as difficult technical-organizational system] *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Kamchatka State Technical University], No. 34, pp. 12–18.

9. Belov O.A., Marchenko A.A., Trudnev C.Y. (2015) *Analiz raschetno-analiticheskikh metodov prikladnykh zadach tekhnicheskoy bezopasnosti. Pod red. O.A. Belov, A.A. Marchenko, S.Yu. Trudnev* [Analysis of computational and analytical methods of applied tasks of technical security] *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Morskaya tekhnika i tekhnologiya* [Bulletin of Astrakhan State Technical University. Marine engineering and technology], No. 4, pp. 7–15.