

УДК 629.12

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕФЕКТАЦИИ И РЕМОНТА СУДОВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СУДОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Карябкина Алина Алексеевна¹, аспирант

e-mail: aline.karyabkina@mail.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Приведены результаты анализа в отношении проведения дефектации судовых систем для судов в эксплуатации, а именно приведены классификация и обзор основных конструктивных элементов судовых систем, разновидности износа и повреждений, а также способы их обнаружения и исправления. По результатам анализа Правил Классификационных Обществ показано, что несмотря на наличие требований об обязательной проведении дефектации судовых систем, отсутствуют какие-либо указания по объему ремонта, его содержанию и критериев оценки.

Ключевые слова: судовые системы, износ и повреждения, дефектация, способы ремонта судовых систем, Классификационные Общества.

FEATURES OF THE FAULT DETECTION AND REPAIR OF SHIP SYSTEMS FOR VESSELS IN OPERATION

Karyabkina Alina Alekseevna¹, Doctoral Student

e-mail: aline.karyabkina@mail.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article provided the results of the analysis in relation to the fault detection of ship systems for vessels in operation. The classification and review of the main structural ship system elements are given, types of wear and damages, methods of detection and correction techniques are considered. According to the results of the analysis Regulations of Classification Societies it has been shown that there is no indication of the extent of repair, its contents and evaluation criteria although there are requirements for the compulsory execution of the fault detection of the ship systems.

Keywords: ship systems, wear and damage, the fault detection, methods of repair of ship systems, Classification Societies.

Введение

Не секрет, что без судовых систем эксплуатация судна невозможна. Считается, что система представляет собой комплекс трубопроводов и арматуры, которые обслуживаются различными механизмами, устройствами, аппаратами, приборами управления и контроля, для выполнения конкретных функций. Классификация судовых систем разнообразна.

Большинство систем устанавливают, как правило, на суда всех типов. Исключением являются специальные суда, например, нефтеналивные, промысловые, ледоколы, для них существует группа специальных судовых систем в связи со спецификой их условий эксплуатации [1].

Классификация общесудовых систем

Согласно требованиям Приложения 1 (Номенклатура объектов технического наблюдения) Правил технического наблюдения за строительством судов, а также изготовлением материалов и изделий для судов Российского Классификационного Общества (далее – ПТНП) к общесудовым системам отнесены осушительная, балластная, системы подогрева груза, инертных газов, задымления, вентиляции взрывоопасных помещений, газоотвода нефтеналивных судов, системы воздушных, газоотводных, переливных и измерительных трубопроводов, системы вентиляции [2]. Классификация общесудовых систем приведена на Рисунке 1.

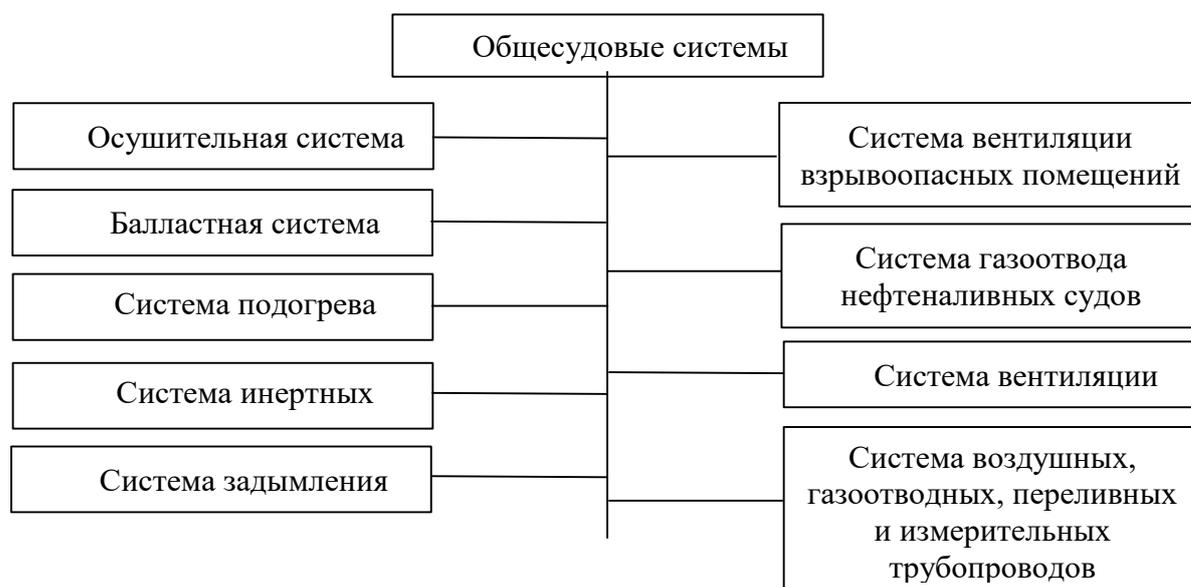


Рисунок 1 – Классификация общесудовых систем

В рамках проведенного анализа, в качестве примера, в отношении дефектации систем, рассмотрены осушительная и балластная системы, как наиболее представительные с точки зрения дефектации судовых систем.

Обзор основных конструктивных элементов судовых систем

Как правило, в состав любых судовых систем входят следующие конструктивные элементы: трубопроводы; путевые соединения трубопроводов; фасонные части трубопроводов; арматура; приводы управления арматурой; механизмы; контрольно-измерительные приборы и устройства [3].

Одним из важных элементов каждой системы являются трубопроводы.

Согласно части IV Правил классификации и постройки судов (далее – ПКПС) трубопроводы подразделяются на три класса (I, II, III) в зависимости от их назначения и свойств среды. Классификация трубопроводов на классы представлена в Таблице 1.

Таблица 1

Перекачиваемая среда	Расчетные давление p и температура t^* для трубопровода класса					
	I		II		III	
	p , МПа	t , °C	p , МПа	t , °C	p , МПа	t , °C
Токсичные и воспламеняющиеся среды с рабочей температурой выше температуры вспышки паров или воспламеняющиеся среды, имеющие температуру вспышки паров в закрытом тигле ниже 60 °C, сжиженные газы, агрессивно-коррозионные среды	Любые значения		—		—	
Пар	> 1,6	> 300	≤ 1,6	≤ 300	≤ 0,7	≤ 170
Топливо	> 1,6	> 150	≤ 1,6	≤ 150	≤ 0,7	≤ 60
Воздух, газы, вода, смазочное масло, масло для гидравлических систем	> 4,0	> 300	≤ 4,0	≤ 300	≤ 1,6	≤ 200

Каждый класс трубопроводов влияет на тип соединения трубопроводов, вид термической обработки, режим сварки, вид и объем испытаний.

В соответствии с требованиями части X ПКПС для изготовления систем трубопроводов и арматуры применяют такие материалы, как сталь, медь и медные сплавы, чугун с шаровидным графитом, чугун с пластинчатым графитом, алюминиевые сплавы, пластмассы [4].

Разновидности износа и повреждений судовых систем

Считается, что в процессе эксплуатации судовые системы и трубопроводы подвергаются таким дефектам, как коррозионно-эрозионный износ, механические повреждения, технологические дефекты и эксплуатационные отложения.

Коррозионно-эрозионный износ представляет собой процесс поражения и разрушения металла, характеризующийся площадью и глубиной проникновения в металл. Различают общий и местный износ, свищи. Как правило, под общим износом понимают утонение толщины стенки трубопровода с незначительной скоростью проникновения. Местный износ – поражение отдельных участков трубопровода с появлением на ней язв, скорость проникновения которых выше скорости появления общей коррозии. Разрушение стенок трубопровода в виде трещины или отверстия принято называть свищом.

К механическим повреждениям относятся, например, вмятины, трещины, разрывы. Технологическими дефектами в основном являются неплотности в путевых соединениях, дефекты крепления трубопроводов, отсутствие в предусмотренных местах протекторов, нарушение изоляции трубопровода. К эксплуатационным отложениям относятся нарост продуктов коррозии, отложения солей, загрязнения, обрастания микроорганизмами [3,5].

На любой износ и разрушение судовых систем влияют следующие факторы:

- коррозия, в результате которой возникает разрушение поверхности металла под действием рабочей среды (например, вода пресная, морская, питательная);
- кавитация, под которой понимают процесс образования в рабочей среде пузырьков газа с последующим их разрушением;
- гидравлические удары и столкновения.

Анализ известных способов дефектации и ремонта судовых систем

Любому ремонту предшествует дефектация, на основании результатов которой определяются объем ремонта, его содержание и способы выполнения. Под дефектацией

понимается определение технического состояния элементов судна с определением возможности дальнейшей эксплуатации и назначением необходимого объема предстоящего ремонта. Как правило, дефектацию выполняют с применением методов неразрушающего и разрушающего контроля. Неразрушающий контроль включает такие известные методы, как визуально-измерительный, капиллярный, магнитно-порошковый, ультразвуковой, радиографический, а также в ходе и по результатам гидравлических испытаний. Среди методов разрушающего контроля выделяют механический и металлографический [6].

Способы проведения дефектации представлены на Рисунке 2.



Рисунок 2 – Способы проведения дефектации

По результатам дефектации определяется техническое состояние и номенклатура элементов судовых систем, подлежащих ремонту (восстановлению) или замене.

Способы ремонта судовых систем, применяемые в настоящее время, показаны на Рисунке 3.



Рисунок 3 – Способы ремонта судовых систем

Такие дефекты как трещины, свищи, коррозионные разрушения на стальных трубах, устраняются электронаплавкой, заваркой.

Зачистку применяется для ремонта участков трубопроводов, как правило, при наличии коррозии, небольших трещин, расслоения с выходом на поверхность, с глубиной до 20 % от проектной (построечной) толщины стенки трубопровода.

Вмятины на стенках трубопроводов устраняют путём правки с нагревом трубопровода в месте дефекта.

При наличии на поверхности трубопровода значительных площадей коррозионного и эрозионного износа и больших по длине трещин, трубопроводы подлежат замене. Зачастую систему демонтируют целиком, однако в судовых условиях ограничиваются заменой отдельных дефектных трубопроводов или дефектных участков. Участки со многими повреждениями вырезают с последующей сваркой в стык новых отрезков трубопроводов. Кроме того, заменяют фланцы, клапаны, краны, обломанные и поврежденные от коррозии в процессе эксплуатации. При повреждении или износе также заменяются прокладки для предотвращения утечки.

Анализ требований Правил Классификационных Обществ к дефектации судовых систем

В рамках настоящей работы рассмотрены требования Правил ведущих Классификационных Обществ (РКО – Российское Классификационное Общество, РМРС – Российский Морской Регистр Судоходства, CCS - Китайский Регистр Судоходства, DNV GL – Норвежско-Германский Ллойд) в отношении дефектации судовых систем [7,8,9,10]. Результаты анализа Правил представлены в Таблице 2 [11].

Таблица 2

Наименование Классификационных Обществ	Вид освидетельствования		
	Ежегодное	Промежуточное	Очередное
РКО	Наружный осмотр, испытание систем в действии*	-	Осмотр с вскрытием, испытание систем в действии*
РМРС	Наружный осмотр, испытание систем в действии*	Наружный осмотр, испытание систем в действии*	Осмотр с вскрытием, испытание систем в действии*
CCS	Наружный осмотр, испытание систем в действии*	Наружный осмотр, испытание систем в действии*	Осмотр с вскрытием, испытание систем в действии*
DNV GL	Наружный осмотр, испытание систем в действии*	Наружный осмотр, испытание систем в действии*	Осмотр с вскрытием, испытание систем в действии*, при необходимости возможно измерение толщин
* - гидравлические испытания в ходе каждого нечетного очередного освидетельствования.			

Результаты анализа показали, что несмотря на то, что в Правилах различных Классификационных Обществ содержатся требования по обязательной дефектации судовых систем, методик, требований и объема дефектации, а также критериев их оценки, в них не содержится, содержатся лишь общие указания.

По результатам анализа можно сформулировать следующие выводы:

1. Дефектация является неотъемлемой частью ремонта элементов судовых систем, на основании результатов которой определяются объем ремонта, его содержание и способы выполнения;
2. Требования к проведению дефектации содержатся в Правилах ведущих Классификационных Обществ, например, РКО, РМРС, CCS, DNV GL;
3. Несмотря на то, что в настоящее время в Правилах приведены требования об обязательном проведении дефектации судовых систем, а также их ремонта по ее



результатам, в них не содержатся указания о способах дефектации, ее объеме и методах, на основе которой назначается выполнение необходимых ремонтных работ;

4. Разработка методик по дефектации судовых систем, критериев ее оценки и определение объемов и способов выполнения ремонтных работ является актуальным и перспективным направлением исследования.

Список литературы:

1. Чиняев И.А. Судовые системы: Учебник для вузов водн. трансп. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1984. – 216 с.

2. Российское Классификационное Общество. Правила (в 5 томах). – Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов (ПТНП). – URL: <https://rfclass.ru/assets/Uploads/PTNP-RKO2.pdf?t=1716720854> (дата обращения 20.03.2024)

3. Судовые системы и трубопроводы: Учебник. / И.Н. Овчинников, Е.И. Овчинникова. – Л. : Судостроение, 1976. – 328 с.

4. Российское Классификационное Общество. Правила (в 5 томах). – Правила классификации и постройки судов (ПКПС). – URL: <https://rfclass.ru/assets/Uploads/PKPS-RKO.pdf?t=1716720777> (дата обращения 20.03.2024)

5. Коррозия и защита судовых трубопроводов / К.Н. Яндушкин, К.В. Дризен, Б.М. Образцов, И.Л. Алексеенко. – Ленинград : Судостроение, 1978. – 192 с.

6. Неразрушающий контроль и техническая диагностика энергетических объектов: учеб. пособие / А.А. Решетов, А.К. Аракелян; под ред. проф. А.К. Аракеяна. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2010. – 470 с.

7. Российское Классификационное Общество. – Правила освидетельствования судов в процессе их эксплуатации (ПОСЭ). – URL: <https://rfclass.ru/assets/Uploads/POSERKO-Vvedeny-v-deystvie-s-21.03.2024.pdf?t=1716720625> (дата обращения 20.03.2024)

8. Российский морской регистр судоходства. – Правила классификационных освидетельствований судов в эксплуатации. – URL: <https://lk.rs-class.org/regbook/getDocument2?type=rules3&d=413460D5-960A-4014-97AA-50C3CB100327&f=2-020101-012> (дата обращения 20.03.2024)

9. DNV GL Part VII Fleet in service. – URL: [https://rules.dnv.com/#!/industry/1/Maritime/11/Class%20guidelines%20\(CG\)](https://rules.dnv.com/#!/industry/1/Maritime/11/Class%20guidelines%20(CG)) (дата обращения 20.03.2024)

10. China Classification Society Guidelines for Statutory Surveys of Inland Waterway Ships Part II Surveys and certification. – URL: <https://www.ccs.org.cn/ccswzen/specialDetail?id=20191000000001476> (дата обращения 20.03.2024)

11. Галочкин Д.А. Роль классификационного общества при подготовке производства на отечественных верфях // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. 2017. № 50. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28431138> (дата обращения 20.03.2024)

