

## МЕРКИ ЗА ПОВИШАВАНЕ ИЗНОСОУСТОЙЧИВОСТТА НА РАЙОНИ ОТ КОРАБНИЯ КОРПУС

Йордан Денев

Катедра,, Корабостроене, Корабни Машини и Механизми“

Технически Университет- Варна

**Резюме:** *В процеса на експлоатация на кораба по дънната обшивка в районите около смукателите на дънните баластни танкове се появяват язви. Голяма част от случаите на такъв вид повреда се дължи основно на възникнала кавитация при извършване на баластни операции. Продължителното действие на кавитационната ерозия води до интензивно износване на дънната обшивка с течение на времето. В някои случаи това води до разрушаване на обшивката, което може да наруши водоплътността на дънните баластни танкове. Износвания от този тип биват установявани при докови и класови инспекции на корабния корпус. В случай, че са по- големи от допустимите и има реална опасност от разрушаване на обшивката е нужно да се пристъпи към извършване на ремонт. При тези случаи ремонтът е свързан с много съпътстваща и скъпо струваща работа. Възможно е не толкова скъпо решение на този проблем е монтиране на износоустойчиви планки под смукателите на баластната система още в етапите на строителство на кораба. По този начин значително ще се увеличи износоустойчивостта и ще се намали времето и разходите за извършване на ремонти по дънната обшивка в дефектираните райони.*

**Ключови думи:** *корозия, ерозия, баластна система, смукател, дънна обшивка*

# MEASURES TO ENHANCE WEAR RESISTANCE IN AREAS OF THE SHIP HULL

**Yordan Denev**

Department of Shipbuilding and Marine Engineering

Technical University - Varna

**Abstract:** *During the ship's operation, ulcers appear on the bottom plating in the areas around the suction points of the ballast tanks. A significant portion of such damage cases is primarily due to cavitation occurring during ballasting operations. The prolonged action of cavitation erosion leads to intensive wear of the bottom plating over time. In some cases, this leads to the destruction of the plating, which can compromise the watertightness of the ballast tanks. Wear of this type is identified during dry-dock and class inspections of the ship's hull. If it exceeds permissible limits and there is a real risk of plating destruction, repair becomes necessary. In such cases, repairs involve many accompanying and expensive tasks. A less costly solution to this problem could be the installation of wear-resistant plates under the ballast system's suction during the ship's construction phase. This approach significantly increases wear resistance and reduces the time and costs associated with repairing the bottom plating in defective areas.*

**Keywords:** *corrosion, erosion, ballast system, suction, bottom plating*

## 1. Въведение

През жизнения си цикъл корабът е подложен на различни по големина, вид и посока натоварвания. Тези натоварвания водят до образуването на различни дефекти по корабния корпус. Една част от тях са свързани с нарушаване на здравината и нормалната експлоатация на кораба. Друга част се дължат на явления, които са неизменна част от взаимодействието на стоманения корпус с морската вода и неравномерни водни потоци, т.е. корозия и корозионна ерозия.

Разработване на изнosoустойчиво покритие по главна палуба е представено в[1]. Резултатите от направените изпитания на покритието показват, че при различни условия на работа с увеличаване броя на износването, коефициентът на триене намалява. Изпитанията са направени чрез абразивно износване в началото и адхезионно в края на експеримента.

Изследвания свързани с анализ на механичните характеристики на материалите подложени на кавитационна ерозия са представени в[4]. Авторите на доклада са разработили регресионни зависимости между механичните характеристики на металите като якост на опън, твърдост и якост на умора, подложени на кавитационна ерозия. Освен механичните характеристики за износоустойчивостта оказва влияние и вида на материала както и едрината на зърната в кристалната решетка. На база направени изследвания са предложени методи на увеличаване на износоустойчивостта като повърхностна термообработка и нанасяне на износоустойчиви покрития.

Легирането е един от възможните процеси за подобряване корозионната устойчивост на металите[5]. Възможността за увеличаване на корозионната устойчивост на сплавта чрез допълнително катодно легиране се интерпретира чрез анализиране на поляризационната диаграма.

Използването на алуминиеви сандвич панели тип пчелна пита за конструкции от корабния корпус, нямащи пряка връзка със задбордна вода подобряват корозионната устойчивост и намаляват разходите за строителство и ремонт с около 11%[3].

Валцуването на стоманените листи използвани в корабостроенето и кораборемонта може да доведе до повишаване на корозионната им устойчивост. Този ефект е установен чрез електрохимични измервания и корозионни симулации. Крайният резултат от изследването е, че при валцуване с по- висока температура и по- ниска температура на охлаждане по повърхността на листите се образува по- нисък корозионен потенциал, което прави листите устойчиви към питингова корозия[6].

Съвместното действие на корозията и корозионната ерозия води до образуване на дефекти в машините и механизмите както и в корабния корпус. В зависимост от степента на износване се предприемат действия по отстраняване на дефектите.

## **2. Описание на износването в корабния корпус**

Износването на детайли от съответни райони на корабния корпус е нежелателно явление. Като процес износването е загуба на материал по различни детайли или райони породено от влиянието на различни процеси. В една сложна система, каквато е корабния корпус износване се забелязва в голяма част от конструктивните елементи и райони. Най-честите райони подложени на износване са тези имащи контакт с товара, районите около

смукателите и мерителните тръби на баластните танкове, районите с нарушено антикорозионно покритие.

От описаните райони, подлежащи на интензивно износване специално внимание се обръща на тези в баластните танкове на корабния корпус, т.е. дънната обшивка и/ или настила на двойното дъно. При тях проблемът с износването се идентифицира в етапи на докуване на кораба за инспекция. В тези райони под многократното действие на процесите по замерване на нивото на баластните води, баластиране и дебаластиране на корабния корпус се появяват износвания, имащи язвен характер. Една част от случаите са причинени от кавитация придружена с възникнала корозионна ерозия по кавитиралите райони. Непрекъснатото действие на тези две явления и ненавременното предприети действия към частично ограничаване или спиране на действието им води до интензивно износване на метала и може да доведе до нарушаване водоплътността на корабния корпус.

Интензивното износване на дънната обшивка и/ или настила на двойното дъно вследствие на корозия придружена с кавитация или ударно натоварване обуславя необходимостта от ремонт чрез подмяна на райони от съответните конструктивни елементи. Извършването на ремонт чрез подмяна на част от района е свързана с много и скъпоструваща съпътстваща работа сравнена с цената за извършване на ремонта. В такива случаи се търсят алтернативни решения за намаляване на съпътстващата работа необходима за извършване на ремонта. Някои от тези решения са частично почистване за достъп, използването на индивидуално осветление с подвижен източник(фенер), спестяване на част от технологичните операции и др.

Предотвратяването на подобни проблеми може да бъде решено още при строителството на кораба чрез използването на износоустойчиви планки, наваряване и др. методи.

### **3. Повишаване износоустойчивостта на райони от корабния корпус**

Намаляването времето за ремонт на повредените от ерозия и корозия участъци лесно се постига чрез монтиране на износоустойчиви планки под смукателя в баластния танк. Такова решение е представено на фиг.1. Ясно се вижда монтираният в процеса на строителство на кораба планка под смукателя. След което е нанесен окончателния слой боя.

Геометричните размери и форма на антикорозионната планка са спрямо диаметъра на смукателя. Естествено и логично е диаметъра на планката да бъде не по-малък от 1,5 диаметъра на смукателя. Дебелината ѝ трябва да е такава, че да позволява максимално изхвърляне на баластна вода задборд. Обичайно дебелините на тези планки са не повече от 10 мм. С цел удължаване износоустойчивостта при тези райони материала за изработване на планките е добре да бъде от стомана с повишена якост от класовете D и E.



Фиг.1. Монтаж на износоустойчива планка[7]

Подобно решение се прилага и при мерителните тръби в корабния корпус, независимо от предназначението на танка. При тях също може да се монтира подобна износоустойчива планка с подходящите за това размери и форма, но може и към мерителната тръба да бъде монтиран и заварен Г-образен профил, фиг.2. Целта, която има Г-образния профил е да предотврати ударите на тежестта на мерителната рулетка към

настила на двойното дъно или дъното на кораба. Освен Г-образен профил, монтаж на заглушаваща планка има същия ефект като основно се прилага тя.



Фиг.2. Износоустойчива планка на мерителна тръба[7]

Друг метод, който може да бъде приложен за повишаване износоустойчивостта в райони от корабния корпус е наваряване в районите под смукателите и мерителните тръби на кораба. Наваряването под мерителните тръби се изпълнява с електроди за наваряване ОК Autrod 19.85 или ОК Autrod 19.82, които са на никелова основа и устойчиви на ударни натоварвания[2]. Наваряването под смукателите се изпълнява чрез електроди за наваряване ОК 83.50 или ОК 83.65, които са устойчиви на абразивни износване. Използването на методът с наваряване е трудоемък, отнема повече време и е по-скъпо струващ от гледна точка на консумативи и оборудване.

#### **4. Изводи**

Корозионната ерозия е нежелателно явление при експлоатацията на кораба. Появата ѝ води до дефекти в корабните машини, механизми и част от корпусните конструкции. Най-често корпусните конструкции засегнати от това явление са районите от дънната обшивка и настила на двойното дъно в дънните и бордови баластни танкове. Образувалите се дефекти с течение на времето се задълбочават и се налага извършването на ремонти от обшивката на корабния корпус в районите около смукателните и мерителни тръби.

В повечето от случаите за извършването на тези ремонти се налага да се извърши много съпътстваща работа, която е скъпоструваща в сравнение с ремонтираната част или район от корабния корпус. Тези обстоятелства дават предпоставка да се търсят решения за намаляване на ефекта от действието на корозионната ерозия. Предложени са няколко метода, като два от тях са приложими в корабоплаването към момента. Монтирането на износоустойчиви планки в районите под смукателите и мерителните тръби на баластните танкове е метод, който увеличава износоустойчивостта и намалява времето за ремонт на корабния корпус. Другият метод, който се основава на наваряване под смукателите и мерителните тръби е също ефикасен, но е по-скъпоструващ в сравнение с останалите два. Той се прилага изключително рядко и в особени случаи.

Бъдещата работа по тематиката ще бъде да се направи икономическа оценка на ефектите от мерките за повишаване на износоустойчивостта на райони от корабния корпус.

#### **5. Библиография**

- [1] Dengo, W., Bai Y, et al., 2020, Preparation of highly wear-resistant non-skid deck coating and analysis of its non-skid wear resistance, Chinese Journal of Ship Research,15(4).DOI : 10.19693/j.issn.1673-3185.01695;
- [2] ESAB,2001, Наръчник по заваряване при ремонт и възстановяване,
- [3] Garbatov, Yordan, Giulia Palomba, and Vincenzo Crupi. 2023. "Risk-Based Hybrid Light-Weight Ship Structural Design Accounting for Carbon Footprint" Applied Sciences 13, no. 6: 3583. <https://doi.org/10.3390/app13063583>;
- [4] Zakrzewska, D.E., Krella, A.K., 2019, CAVITATION EROSION RESISTANCE

INFLUENCE OF MATERIAL PROPERTIES, *Advances in Materials and Science*, Vol.19, No4(69),p-p 18-34, DOI: 10.2478/adms-2019-0019

[5] Tomashov, N.D., 1958, *Methods for Increasing The Corrosion Resistance of Metal Alloys*, Vol.14, Issue 5, p-p 39-46, <https://doi.org/10.5006/0010-9312-14.5.39>

[6] Yang, J., Zhang, J., Xu, J., Cao, J., and Wang, W., Chen, Ch., Bai, X., Shen, K., Han, Ch., 2010, *Effects of rolling process on the corrosion resistance of hot rolled plate surface*, *Proceedings of the 10th International Conference on Steel Rolling*, ISBN 978-750245359-6;

[7] Личен архив на автора;