

UOT.656.6.08

DƏNİZ QƏZALARININ DÜNYA İQTİSADİYYATINA TƏSİRİ

Nəbiyev H.N.

Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası
AZ1000, Bakı şəh., Z.Əliyeva küç., 18
E-mail: hazi.nabiyev@asco.az

Xülasə. Məqalədə dənizdə baş verən qəzalar araşdırılmışdır. Dəniz qəzalarının dünya iqtisadiyyatına təsirinə və onların mexanizmlərinə baxılmışdır. Nəticədə bayraq dövlətlərinə, gəmiçilik şirkətlərinə yüksək daşıma və təhlükəsizlik standartlarının tətbiq olunmasına və sonnda dəniz qəzalarının azaldılmasına gətirə biləcək tövsiyələr verilmişdir.

Abstract. The impact of maritime accidents on the world economy was studied in the article. The impact of marine accidents on the world economy has been examined and their impact mechanisms have been investigated. As a result, recommendations were made to flag states and shipping companies, which could lead to the application of high transport and safety standards and ultimately to the reduction of maritime accidents.

Аннотация. В статье рассматриваются случаи морских аварий. Рассмотрено влияние морских аварий на мировую экономику и исследованы механизмы их воздействия. В результате государствам флага и судоходным компаниям были даны рекомендации, которые могут привести к применению высоких стандартов транспорта и безопасности и, в конечном счете, к сокращению морских происшествий.

Açar sözlər. Qəza, gəmi, iqtisadiyyat, gəmiçilik, kanal, heyət

Key words. Accident, ship, economy, shipping, channel, crew

Ключевые слова. Авария, судно, экономика, судоходства, канал, экипаж

Giriş. 2022-ci ilin mart ayının 23-dən 24-nə keçən gecə Yaponiyanın “Shoei Kisen KK” şirkətinə məxsus və Tayvanın “Evergreen Marine” nəqliyyat şirkətinin icarəyə götürdüyü 400 metr uzunluğu olan “Ever Given” konteyner gəmisi Süveyş kanalında diaqonal üzrə saya oturdu və kanalı tamamilə bağladı. Kanalda gəmilərin hərəkəti və onunla birlikdə dünya ticarəti tamamilə iflic oldu. Kanalin həmin hissəsində gəmilərin hərəkətinin yalnız birtərəfli mümkün olduğundan kanalda nəqliyyatın hərəkəti tam dayandı [1]. Qəza zamanı insan tələfatı olmasa da, dünya iqtisadiyyatına güclü zərər dəydi. Bütün dünya mediasının diqqəti kanala yönəldi. Çünki, dənizçilik üzrə tanınmış media şirkəti olan Lloyd's List-in verdiyi məlumata görə, kanalın blok olunması hər gün demək olar ki, təxminən 9,6 milyard dollarlıq və ya saatda 400 milyon dollarlıq mal daşınmasının gecikməsi deməkdir. Dünyada və əsasən də Avropada bir çox malların qiymətlərində ciddi yüksəlmələr baş verdi. Bir çox gəmi operatorları gəmilərini cənuba, Ümid burnundan keçməklə Afrika ətrafına göndərməyə başladılar. Kanalın girişlərində çoxlu sayda gəmilərin yığılması görünməmiş bir hadisə idi.

Tək bir gəminin dünya ticarətinin böyük hissəsini necə iflic edə biləcəyini başa düşmək üçün əvvəlcə Süveyş kanalının nə olduğunu və nə üçün bu qədər vacib olduğunu izah etmək lazımdır.

Süveyş kanalı Misirdə Aralıq dənizini Süveyş İsthmus vasitəsilə Qırmızı dənizə birləşdirən və Afrika ilə Asiyayı ayıran süni dəniz səviyyəli su yoludur. Kanal Avropa ilə Asiya arasında olan ən qısa ticarət marşrutudur. Aralıq dənizi ilə Qırmızı dənizlərin əlaqəsi haqqında ilk fikirlər qədim Misirdə yaranıb. Tarixçilər dəqiq tarix deyə bilmirlər, onları birləşdirən ilk kanalın eramızdan əvvəl 19-13-cü əsrlərdə yarandığı güman edilir. Bu gün bu layihə Firon Kanalı kimi tanınır. Həmin kanal müasir Qahirənin bir qədər cənubundan, Nildən başlamışdır. Lakin kanal o dövrlərdə o qədər də populyarlıq qazana bilməmiş və sıradan çıxmışdır.



Şəkil 1. “Ever Given” Süveyş kanalında



Şəkil 2. Süveyş kanalı

Məsələnin qoyuluşu. Müasir kanalın qazıntısı 1859-cu ildə başlanmış və 1869-cu ildə qazıntısı bitərək istifadəyə verilmişdir. Bu gün istifadədə olan kanal Aralıq dənizindəki Port Səidin şimal terminalından başlayaraq Qırmızı dənizdə yerləşən Süveyş şəhərindəki Təvfik limanının cənub terminalına qədər uzanır. Kanalın uzunluğu şimal və cənub giriş kanalları da daxil olmaqla 193,30 km (120,11 mil) təşkil edir. 2020-ci ildə kanaldan 18500-dən çox gəmi keçmişdir. Bu da gündə orta hesabla 51,5 gəmi deməkdir.

Bu gün həm də qitələr arasında şərti sərhəd sayılan Süveyş kanalı gəmilərlə yük daşımalarında və nəticədə dünya iqtisadiyyatında böyük rol oynayır. 2019-cu ildə kanaldan 19 min gəmi, yəni gündə təxminən 50 gəmi keçmişdir. Bu, dünya ticarətinin 12%-ni təşkil edən 1,25 milyard ton yük deməkdir. Ümumilikdə ticarətlə yanaşı, kanal dünya üzrə bütün konteyner daşımalarının 30%-ni, neft daşımalarının 10%-ni və maye qaz daşımalarının 8%-ni təşkil edir. Süveyş kanalı neftin Yaxın Şərqdən Avropaya və ABŞ-a daşındığı əsas marşrutlardan biridir. Hər gün kanal vasitəsi ilə təxminən

600 min barel xam neft daşınır. İngiltərənin məşhur Lloyd's List-ə görə, Süveyş kanalından hər gün qərbə 5,1 milyard dollar, şərqə isə 4,5 milyard dollar dəyərində mal daşınılır. [1]



Şəkil 3. “Ever Given” Süveyş kanalında

“Ever Given” konteyner gəmisinin Süveyş kanalında saya oturması nəticəsində neftin qiymətinin yüksəlməsinə səbəb olmuşdur. Avropada kovid pandemiyası ucbatından neftə olan tələblərin azalması səbəbindən neftin ucuzlaşmış qiyməti 2% artdı. Kppler tanker izləmə şirkətinin məlumatına görə, 2020-ci ildə dünya üzrə dəniz yolu ilə gündəlik nəql edilən 39,2 milyon barel xam neftin 1,74 milyonu Süveyş kanalından keçməklə daşınır.

Süveyş kanalını bağlamış konteyner gəmisini yalnız martın 29-na keçən gecə saydan çıxarmaq mümkün oldu, lakin o vaxta qədər hadisə artıq qlobal iqtisadiyyata çox böyük təsir göstərmişdi.

Qlobal ticarətin təxminən 1 milyon barel neftdən ibarət olan hissəsinin 12%-i və LNG-nin təxminən 8%-i hər gün bu kanaldan keçir. Buna görə də, tıxanmanın bir neçə həftədən çox davam edə biləcəyindən ehtiyatlanaraq, xam neft və qaz kimi mühüm malların qiymətləri qlobal miqyasda artdı. Süveyş kanalı və ətrafındakı təsirə məruz qalmış gəmilərdə olan daşımalara aid təxmini hesablamalara əsasən, gəminin saya oturduğu zaman kəsiyində ticarət itkilərinin təqribən 54 milyard dollar olduğu bildirilir.

Qeyd olunanlar yalnız bir gəmi qəzasının dünya iqtisadiyyatına vurduğu zərərin təxmini hesablamalarıdır. Ümumiyyətlə dəniz daşımaları dünya ticarəti zəncirinin mühüm bir hissəsi olduğu üçün gəmi qəzaları qlobal ticarətə və nəticədə dünya iqtisadiyyatına böyük zərər vurur.

Gəmilərdə baş vermiş qəzaların sayı və bununla əlaqədar olan itkilər müasir dəniz nəqliyyatının, sərnişin və balıqçılıq donanmasının ən aktual problemlərindən biri olaraq qalır.

Dənizdə naviqasiya, axtarış və xilasetmə sistemlərində təhlükəsizliyi təmin etmək üçün vasitə və üsulların yaradılmasında texniki tərəqqiyə baxmayaraq, gəmilərdə təhlükəsizlik standartlarının artırılmasına, avtomatlaşdırma və idarəetmə vasitələrinin təkmilləşdirilməsi üçün görülən tədbirlərə baxmayaraq, son 25-30 il ərzində gəmilərin qəzaya uğraması dərəcəsi yüksək olaraq qalır və qəzalarının sayı, sututumu 10 min tondan yuxarı olan gəmilər sayılmaqla hər il 200-ə qədər gəminin itkisinə səbəb olur. Dənizdə ölən ekipaj üzvlərinin sayının 68%-i gəmi qəzaları nəticəsində olur.

İnsan itkisi, əmlak və yükün zədələnməsi və ətraf mühitin çirklənməsi ilə nəticələnən gəmi qəzalarının səbəbləri müxtəlif ola bilər. Real gəmi qəzalarının baş verməsinin araşdırılmasına dair tədqiqatlara əsaslanaraq bir neçə əsas faktorların olduğu təsbit edilmişdir:

1) gəminin sürəti toqquşma qəzalarının əsas səbəbi olaraq ölüm və yaralanmalara gətirib çıxaran ən mühüm amillərdən biridir;

2) toqquşma qəzaları zamanı heyət üzvlərinin sayı artdıqca yaralanma və ölüm saylarının artması nəzərə çarpır;

3) dənizə neft dağılmasının nəticələri və dağılmış neftin miqdarı toqquşma zamanı gəmilərin mövqeyindən, xüsusən də üzbəüz və kəsişən kurslarda olan gəmi toqquşmalarından güclü şəkildə asılı olur.

Gəmi daşımalarda və gəmiçilik sənayesində dəniz qəzalarının sayının azaldılması, gəmiçilikdə təhlükəsizlik standartlarının yüksəldilməsi üçün qlobal səylər tətbiq olunmalıdır. Çünki son nəticədə dəniz qəzaları dünya iqtisadiyyatına birbaşa və ya dolaylı olaraq böyük ziyan vurur.

Dənizdə qəzalarının sayının azaldılması üçün məsləhət olunan tövsiyələr aşağıdakı məqamlarla ümumiləşdirilə bilər:

- Bayraq dövlətlərini konvensiyaları ratifikasiya etməyə həvəsləndirmək üçün gəmiçiliyin təhlükəsizliyinə dair daha qlobal və vahid yanaşmanın yayılmasına təşviq edilməsi.
- Müxtəlif səviyyələrdə gəmi daşımaları qəzaları və gəmilərin saxlanması barədə məlumatların toplanması, monitorinqi və hesabatının ümumiləşdirilməsini təmin etmək üçün standartlaşdırılmış hesabat sisteminin yaradılması üçün qlobal çərçivədə işin hazırlanmasının tədqiqatı üçün investisiya qolyulması. Bu isə öz növbəsində müxtəlif hesabat səviyyələrinə uyğunlaşdırıla bilən aydın, sadə dildən istifadə etməklə ümumi, qlobal olaraq gəmilərdə təhlükəsizlik standartlarının yüksəlməsinə kömək edər.
- Qəzalar barədə əldə olunmuş statistik məlumatların şəffaf olması və istifadəsi üçün heç bir ödəniş tələb olunmadan hamı üçün əlçatan olması öz tövsiyəsini verə bilər. [2]

Nəticə. Gəmiçilik iqtisadi tərəqqiyə töhfə verən, bütün dünyada ticarət şəbəkələrini mal dövriyyəsi ilə təmin edən olduqca mürəkkəb, qlobal sənayedir. BDT-nin verdiyi məlumata əsasən gəmi daşımaları, bütün dünya ticarətinin 90%-ni təmin edən, qlobal iqtisadiyyatın ticarət şəbəkəsinin iqtisadi proqresinin əsaslarını təşkil edən və mahiyyət etibarilə mürəkkəb sənayedir. Qəzalar gəmiçilik təhlükəsizliyinin bütün aspektlərinə aiddir və gəmi qəzaları ilə bağlı bir çox meyarlar qeyd olunmuşdur. Texnologiya irəlilədikcə və gəmi qəzalarına səbəb olan amillər haqqında məlumatlılıq artdıqca, gəminin, onun heyətini və onun operatorlarını daha yaxşı təhlükəsizlik standartlarına malik olmağa, qəzaları minimuma endirmək üçün nəzərdə tutulmuş prosedur və qaydaların ciddi şəkildə yerinə yetirilməsinə israr olunması vacibdir.

Son 15 ildə dünya donanmasının artması ilə əlaqədar gəmi qəzalarının sayının azalmasına baxmayaraq, bayraq dövlətlərinin təhlükəsizlik barədə göstərdiyi zəif performans hələ də qəzaların baş verməsinə mənfi təsir göstərir. Nəhayət, bu, həm iqtisadi baxımdan, həm də onların reputasiyasına və ümumilikdə gəmiçilik sənayesinə zərər vuran bayraq Dövlətinin özünə faydalı olacaq. Hesabatda vurğulandığı kimi, məcburi rol olmasa da, liman dövlətləri gəmilərin təhlükəsizliyi standartlarına böyük töhfə verə bilərlər. Buna görə də yüksək daşıma standartlarını tətbiq etməyə kömək etmək və standartlardan kənara çıxmağa isə göz yummamaq vəzifəsi onların üzərinə düşür. Bununla belə, iqtisadi problemləri bəzi liman dövlətləri üçün bu istiqamətdə düzgün qərarlar qəbul etməyi çətinləşdirə bilər və reallıq, xüsusən də bəzi kiçik ada dövlətlərində gəmiçiliyin təhlükəsizliyində məhsuldar olmaya bilər. Buna görə də, araşdırmaların nəticələri göstərir ki, gəmiçilik qəzaları hələ də bayraq Dövlətinin zəif performansı ilə əlaqəli olsa da, ayrı-ayrılıqda nəzərdən keçirilə bilməz. Hesabatda müəyyən edilmiş təhlükəsizliyin artırılmasına mühüm töhfə verən digər amillər və tövsiyələr nəzərə alınmalıdır.

Ədəbiyyat

1. 2021 Suez Canal obstruction - Wikipedia
2. Marine Insight - The Maritime Industry Guide
3. Presentazione standard di PowerPoint (onthemosway.eu)
4. <https://www.imo.org/>
5. <https://www.fleetmon.com/maritime-news/>
6. <https://www.marineinsight.com/marine-safety/>
7. <https://www.marinelink.com/>
8. <https://www.maritime-executive.com/>

Məqalə qəbul olunub: 16.05.2022
Təvsiyə edib: t.e.d., prof. Z.Ə.Rüstəmov

УДК 621.431.74

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ДИАГНОСТИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ДЕМПФЕРОВ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ СУДОВЫХ ДВС

Покусаев М.Н., Сибряев К.О., Горбачев М.М., Ибадуллаев А.Д.

Астраханский государственный технический университет
Российская Федерация, Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: evt@astu.org, evt2006@rambler.ru, max9999_9@mail.ru,
adel.ibadullaev99@mail.ru

Аннотация. В судовых дизелях современных судов все чаще устанавливаются механические демпферы крутильных колебаний, конструкция и принцип работы которых отличается от традиционных силиконовых демпферов, широко применяемых ранее. Механические демпферы крутильных колебаний фирмы «Geislinger» (Австрия), в частности, применяются в судовых дизелях MAK 8M25, Wartsila 6L20, Wartsila 9L20 и т.д. На судах старых проектов используются дизели фирмы «SKL» модельного ряда NVD, которые имеют силиконовые демпферы производства компаний «STE», «HOLSET», «Geislinger» и др. Фирмами производителями механических демпферов предлагается через каждые 10000 – 15000 часов работы осуществлять их разборку и оценку состояния пружинных элементов. Однако, такая операция является весьма затруднительной, поскольку может потребовать использование специального инструмента, приборов и приглашения специалистов фирмы производителя или специалистов по ремонту, привлечения инспекторов Регистра для одобрения процедуры оценки технического состояния демпфера. Назначаемый период между проверками демпферов в 15000 часов может быть использован уже за 1 год при интенсивной эксплуатации судна. Это свидетельствует о том, что процедура вскрытия и оценки технического состояния механических демпферов может быть весьма частой и затратной для судовладельца. В статье рассматриваются вопросы особенности технической эксплуатации и диагностики механических демпферов крутильных колебаний судовых дизелей.

Xülasə. Müasir gəmilərin dəniz dizel mühərriklərində, dizaynı və prinsipi əvvəllər geniş istifadə olunan ənənəvi silikon dempferlərdən fərqli olan mexaniki dempferlər getdikcə daha çox quraşdırılır.

Xüsusi Geislinger (Avstriya) şirkətinin istehsalı olan mexaniki dempferlər MAK 8M25, Wartsila 6L20, Wartsila 9L20 və s. dəniz dizel mühərriklərində istifadə olunur. Köhnə layihələrin gəmilərində, STE, HOLSET, Geislinger və s. şirkətlərinin silikon dempferlərinə malik olan NVD model diapazonunun SKL dizel mühərrikləri geniş yayılıb. Mexaniki dempferlərin istehsalçıları hər 10.000-15.000 iş saatından bir onları sökməyi və qiymətləndirməyi təklif edirlər. Bununla belə, belə bir əməliyyat çox çətinidir, çünki xüsusi alətlərin, cihazların istifadəsini və istehsalçıdan mütəxəssislərin və ya təmir mütəxəssislərinin dəvətini, dempferin texniki vəziyyətinin qiymətləndirilməsi proseduru təsdiqləmək üçün Registr müfəttişlərinin cəlb edilməsini tələb edə bilər. 15000 saat ərzində dempferlərin yoxlanılması arasında müəyyən edilmiş müddət gəminin intensiv istismarı zamanı artıq 1 il istifadə edilə bilər. Bu onu göstərir ki, mexaniki dempferlərin texniki vəziyyətinin qiymətləndirilməsi proseduru gəmi sahibi üçün çox tez-tez və baha başa gələ bilər. Məqalədə dəniz dizel mühərriklərinin mexaniki dempferlərinin texniki istismarı və diagnostikasının xüsusiyyətləri məsələləri müzakirə olunur.

Abstract. Mechanical torsional vibration dampers are increasingly installed in marine diesel engines of modern ships, the design and principle of operation of which differs from traditional silicone dampers widely used earlier. Mechanical torsional vibration dampers from Geislinger (Austria), in particular, are used in marine diesel engines MAK 8M25, Wartsila 6L20, Wartsila 9L20, etc. On ships of old projects, diesel engines of the company "SKL" of the NVD model range are used,

which have silicone dampers manufactured by the companies "STE", "HOLSET", "Geislinger", etc. Manufacturers of mechanical dampers are offered to carry out their disassembly and assessment of the condition of spring elements every 10,000 – 15,000 hours of operation. However, such an operation is very difficult, since it may require the use of special tools, instruments and the invitation of specialists from the manufacturer or repair specialists, the involvement of registry inspectors to approve the procedure for assessing the technical condition of the damper. The assigned period between dampers checks of 15,000 hours can be used as early as 1 year during intensive operation of the vessel. This indicates that the procedure of opening and assessing the technical condition of mechanical dampers can be very frequent and costly for the shipowner. The article discusses the issues of technical operation and diagnostics of mechanical dampers of torsional vibrations of marine diesel engines.

Ключевые слова: крутильные колебания, судовые дизели, механические демпферы, оценка технического состояния демпферов, безразборная диагностика

Açar sözlər: burulma vibrasiyaları, dəniz dizelləri, mexaniki dempferlər, dempferlərin texniki vəziyyətinin qiymətləndirilməsi, yerində diagnostika

Key words: torsional vibrations, marine diesel engines, mechanical dampers, assessment of the technical condition of dampers, non-disassembly diagnostics

Введение.

Особенностью эксплуатации механических демпферов в судовых дизелях является отсутствие одобренной надзорными органами, Российским морским регистром судоходства (далее – РМРС) и Российским речным регистром (далее – РРР), методики по безразборной диагностике и оценке остаточного ресурса механических демпферов.

Конечный ресурс демпфера определяется его производителем и составляет в среднем 90000 часов работы. Можно выделить несколько стадий жизненного цикла такого устройства:

1. Период до 30000 часов – это гарантийный срок эффективной работы большинства демпферов (как силиконовых, так и механических) фирм производителей «STE» [1], «Geislinger» [2], «Hasse & Wrede» [3], «Holset». В данный период наблюдается минимальное количество отказов демпферов, при средней эксплуатации 6000 часов в год, а гарантийный срок работы составляет, таким образом - 5 лет.

2. Период от 30000 до 60000 часов – это период основной эксплуатации демпфера – в это время требуется соблюдать проверки технического состояния, назначенного производителем (12000 – 15000 часов).

3. Период от 60000 до 90000 часов – это период «старения» демпфера и накопление усталостных повреждений его элементов, после этого демпфер следует заменить.

Допустимые нормы износа пружин демпферов и определение технического состояния демпфера:

Во время обнаружения дефектов в указанные периоды, демпферу требуется ремонт для восстановления его эффективности. Согласно инструкции по эксплуатации демпфера «Geislinger» модели D60/14/2, которые устанавливаются на судовые дизели Wartsila 6L20, MAK 8M25 [4], износ пружин и внутренней звездчатой канавки не должен превышать норм, согласно рис. 1.

Согласно рис. 1: «Measuring wedge» – измерительный клин; «Thickness of central shim» - толщина центральной прокладки; «Permissible total wear» - допустимый общий износ; «Engagement spring with inner star groove» - пружина зацепления с внутренней звездчатой канавкой.

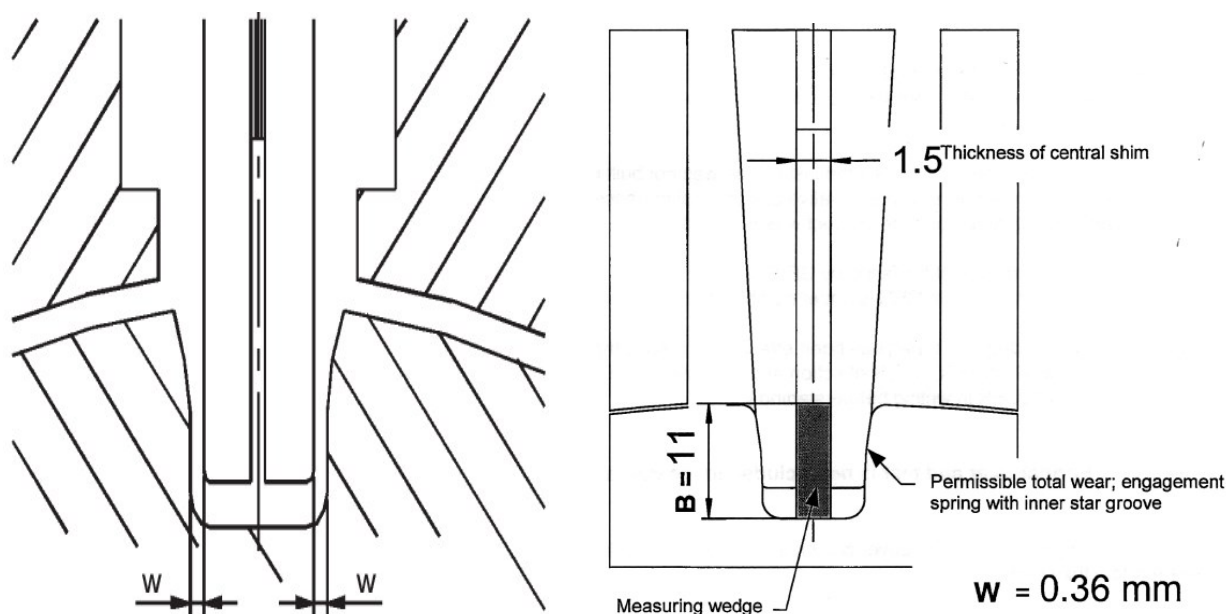


Рисунок 1. Норма износа пружин и элементов механического демпфера «Geislinger» модели D60/14/2

Общий износ соединения «внутренняя звездчатая канавка - внутренние концы пружин» не должен превышать значения «w», указанного на сборочном чертеже или в техническом паспорте.

Измерительный клин должен использоваться в качестве испытательного инструмента. Измерительный клин должен быть изготовлен заказчиком, если измерительный клин не поставляется компанией «Geislinger». Для создания измерительного клина следует руководствоваться рис. 2. Толщина центральной прокладки, размер износа "w" и ширина измерительного клина "B" указаны на рис. 2.

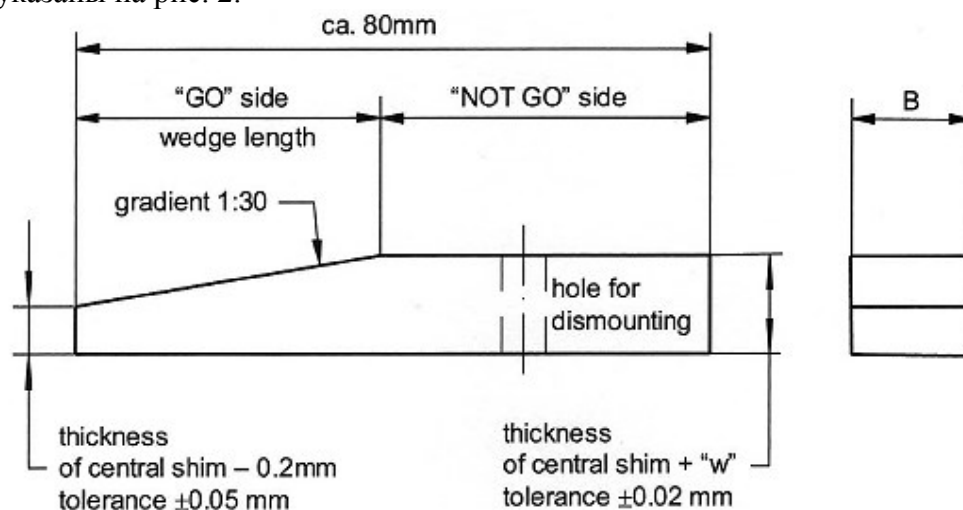
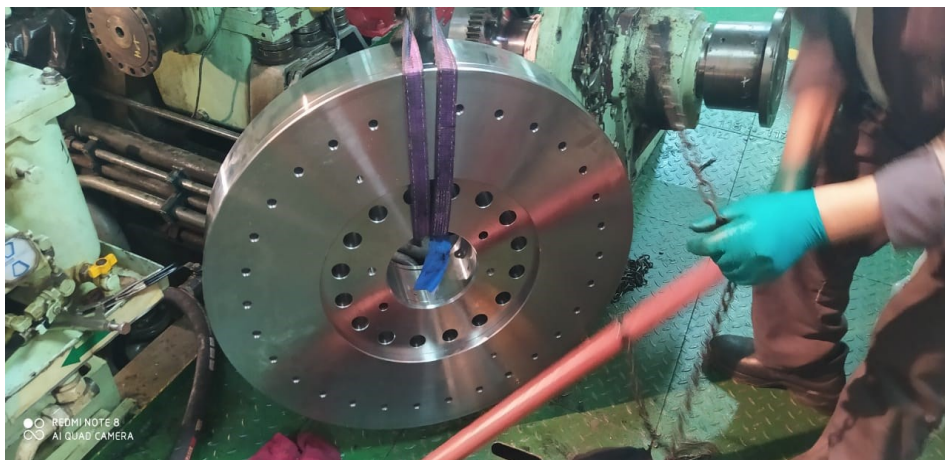
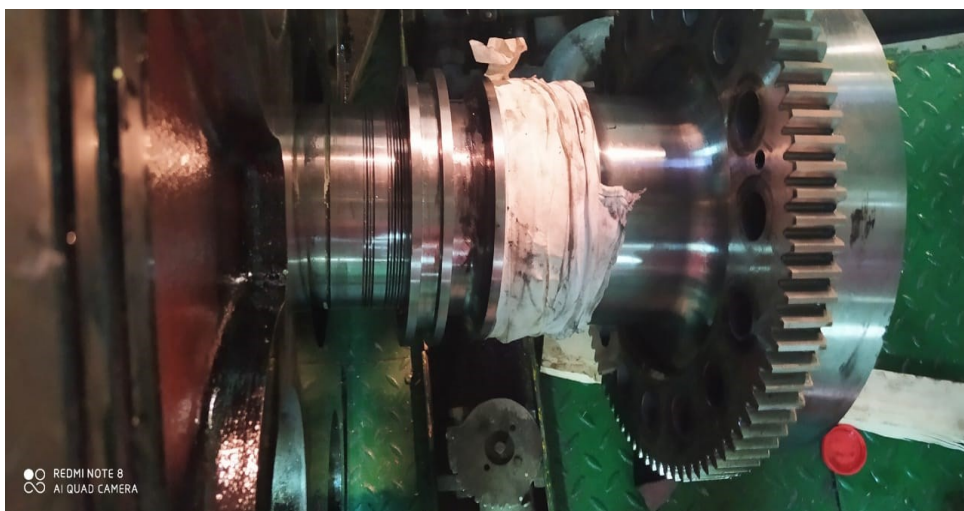


Рисунок 2. Конструкция измерительного клина

Пружинные демпферы по исследованиям Ефремова Л.В. [5] отличаются более высоким уровнем ремонтпригодности, чем силиконовые демпферы, что позволяет контролировать исправность пакетов пружин путем их дефектации без существенной разборки изделия. Однако,

это не гарантирует безотказность работы дизельной установки, если демпфер был неправильно установлен в крутильную схему системы. Кроме того, производители не указывают конкретных данных по зависимости деградации пружинных элементов от времени эксплуатации, однако их полный ресурс работы, согласно данных компаний «МАК», «САТ», «Geislinger» при положительных результатах торсиографирования или разборной дефектации демпферов может составлять до 95000 часов, после этого демпферы подлежат замене.

Пример процесса демонтажа и замены механического демпфера крутильных колебаний компании «Geislinger» судового дизеля МАК 6М25 судна «Джабраил» приведен на рис. 3.



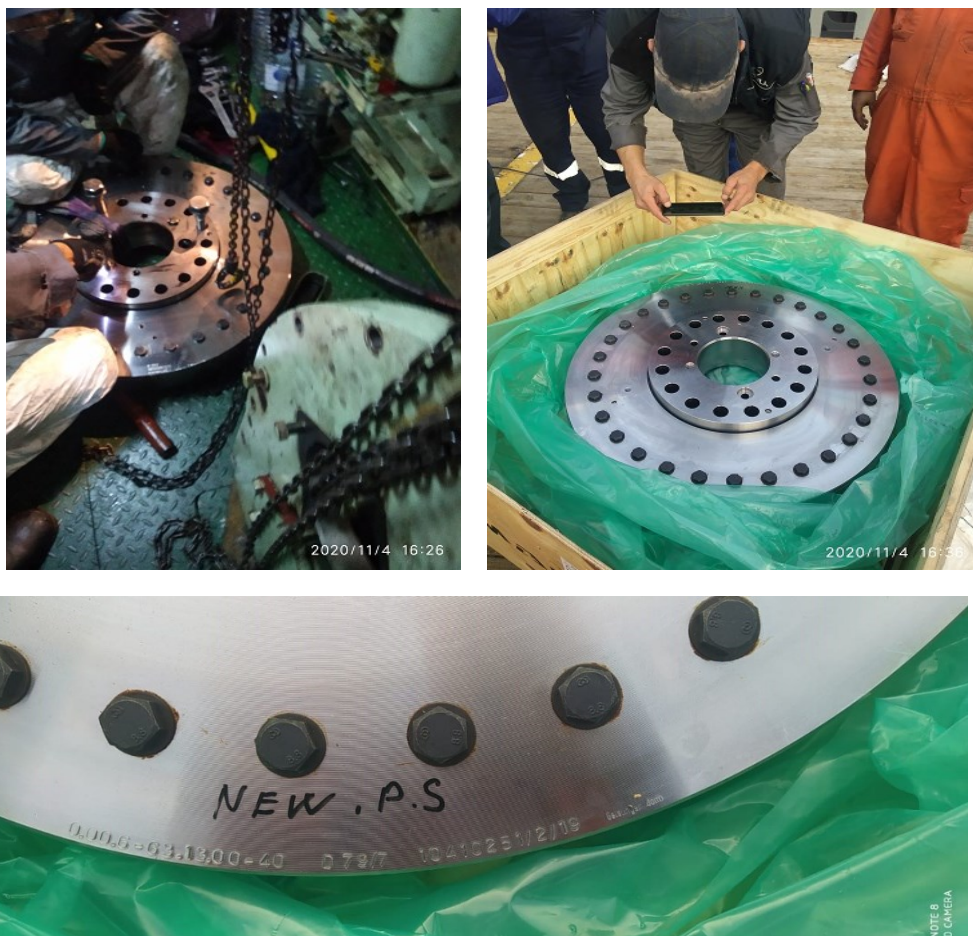


Рисунок 3. Демонтаж и замена механического демпфера «Geislinger»

Процесс вскрытия механического демпфера крутильных колебаний «Geislinger» Wartsila 8L32 для дефектации и ремонта представлен на рис. 4 – 13.



Рисунок 4. Вскрытие крышки демпфера



Рисунок 5. Страгивание крышки демпфера



Рисунок 6. Демонтаж крышки демпфера



Рисунок 7. Текущее состояние демпфера



Рисунок 8. Состояние пружинных элементов демпфера



Рисунок 9. Состояние внутренних элементов после очистки



Рисунок 10. Оценка технического состояния пружин осмотром



Рисунок 11. Анализ тех. документации демпфера



Рисунок 12. Оценка зазоров в пружинных элементах демпферов



Рисунок 13. Обнаруженные дефекты поверхностей демпфера

Расположение элементов конструкции механического демпфера крутильных колебаний «Geislinger» представлен на рис. 14.

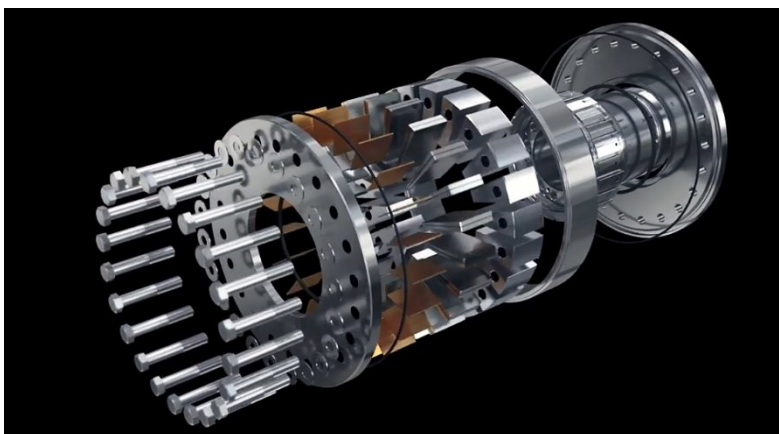


Рисунок 14. Расположение элементов конструкции механического демпфера крутильных колебаний «Geislinger»

Следует отметить, что данные демпферы крутильных колебаний «Geislinger» являются комбинированными: с пружинами и с гидравлическим наполнителем в виде смазочного масла (рис. 15).

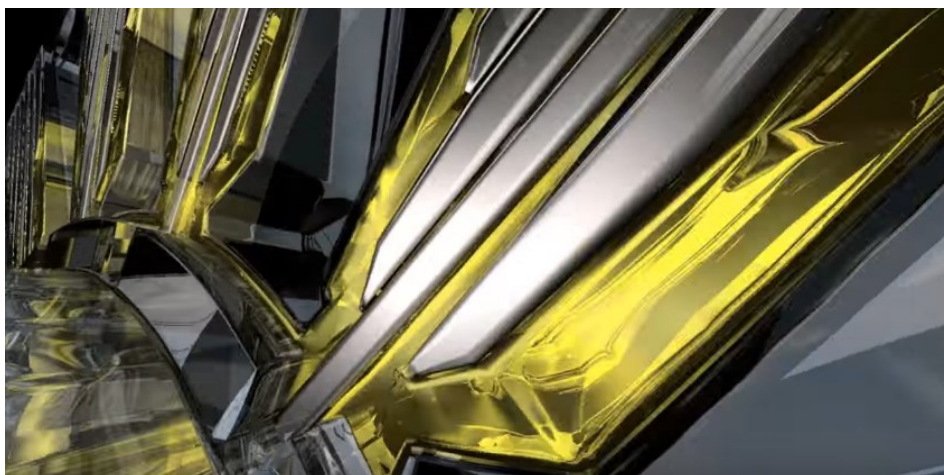


Рисунок 15. Гидравлический наполнитель внутренней части демпфера

Несмотря на необходимость специальной приборной базы и специалистов, механические демпферы не требуют такой сложной процедуры дефектации и ремонта, как силиконовые демпферы, поскольку отсутствуют процессы дефектации силиконовой жидкости и ее замены, а этот процесс осуществить на судне достаточно сложно.

Статистические испытания, приведенные в статье Wojciech Homik [6] подтверждают, что пружинные гасители крутильных колебаний характеризуются высокой надежностью, и их диагностика заключается в основном в регулировке величины зазоров (рис. 16).

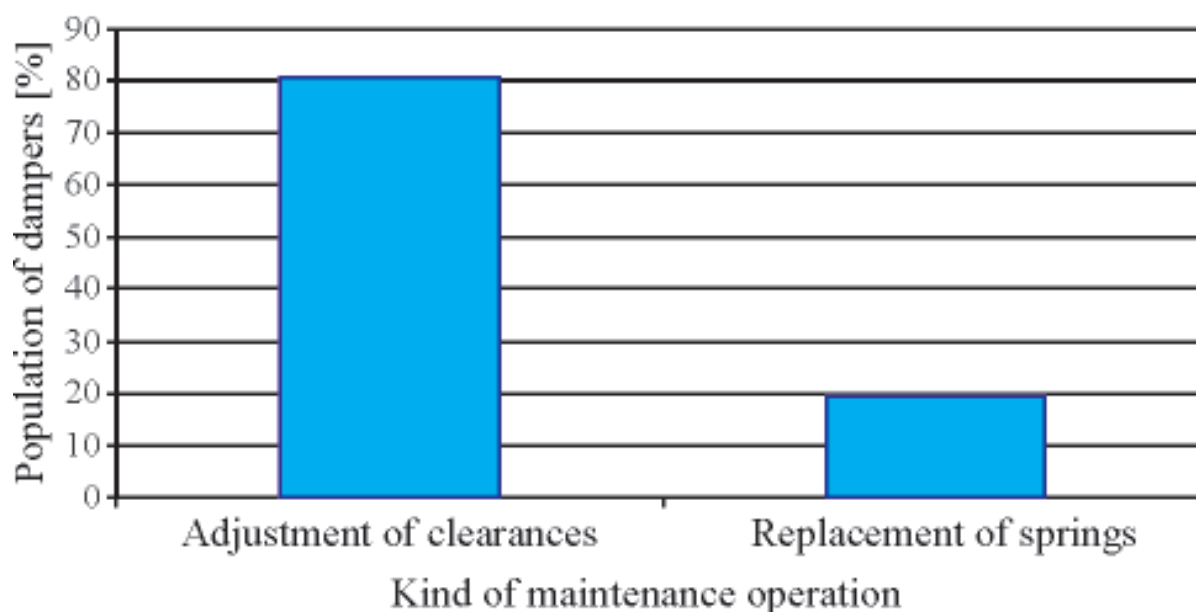


Рисунок 16. Статистические результаты испытаний пружинных гасителей крутильных колебаний

Согласно рис. 16: «Adjustment of clearances» - регулировка зазоров; «Replacement of springs» - замена пружин; «Kind of maintenance» - вид технического обслуживания.

Особенности эксплуатации механических демпферов:

По мнению ведущего специалиста по крутильным колебаниям в России Ефремова Л.В. - характерным повреждением механического демпфера является поломка или потеря упругости элементов пакетов пружин (или листовых рессор) в зависимости от типа конструкции. Поскольку непосредственных измерений деформаций пружин выполнить невозможно, то в качестве косвенного критерия их оценки принято использовать максимальную просадку (сжатие) пружин, когда происходит соприкосновение деталей ведущей ступицы и ведомого обода демпфера. Поэтому, для таких демпферов должно быть предусмотрено периодическое техническое обслуживание, совмещенное с годовыми и очередными освидетельствованиями судов. Основной контрольной операцией при этом является дефектация пакетов пружин и измерения зазоров.

Однако для некоторых судов и такой режим технического обслуживания не обеспечивает требуемой надежности, что приводит к поломкам демпферов. Это проявляется в резком увеличении вибрации двигателя, что делает невозможным его эксплуатацию.

Согласно инструкции по эксплуатации демпферов компании «Geislinger» при установке нового демпфера крутильные колебания должны быть подтверждены измерением торсиографированием.

Коэффициент демпфирования демпфера «Geislinger» может быть оптимально настроен в соответствии с техническими характеристиками судовой энергетической установки. В случае генератора, работающего с одной частотой вращения, демпфер действует как вибратор с небольшим демпфированием. Если это главный двигатель, работающий на гребной винт, то

требуется постоянное демпфирование по всем диапазонам частоты вращения коленчатого вала. Испытания фирмы «Geislinger» подтвердили, что для настроенного демпфера линейное вязкое демпфирование k является постоянным в больших пределах частот колебаний.

Постоянство коэффициента демпфирования обеспечивается гидравлическим наполнителем – маслом, которое протекает через демпфер под давлением из коленчатого вала. Настройка механического демпфера в отличие от силиконового, может быть изменена при помощи конструктивных вставок вместо пакетов пружин, что позволяет обеспечить тонкую настройку демпфера при его установке на судне. Давление масла на входе в демпфер не должно превышать предела 6 кг/см², поскольку его увеличение может привести к возникновению кавитации внутри демпфера, что недопустимо.

Одним из критериев для оценки нагрузки демпфера крутильных колебаний является его допустимая тепловая мощность. Этот критерий приводится в инструкции по эксплуатации демпфера «Geislinger» и может быть рассчитан для каждого гармонического порядка колебаний, что позволяет сложить значения тепловой мощности для всех порядков алгебраически. Эта общая тепловая нагрузка также не должна превышать пределов, указанных в технических данных, например, для демпфера «Geislinger» D63 с диаметром 630 мм тепловая мощность составит 6,6 кВт.

Для расчета тепловой мощности P_{kw} , компания «Geislinger» рекомендует применение следующей формулы:

$$P_{kw} = 5,2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{k}{1+k^2} \cdot \frac{T^2 \cdot i \cdot n}{C_D}, \quad (1)$$

где k - безразмерный коэффициент демпфирования;

T - общий вибрационный момент в демпфере, Н*м;

i - гармонический порядок крутильных колебаний (0,5...12);

n - частота вращения двигателя, об/мин;

C_D - жесткость демпфера на кручение, Н*м/рад, определяется по формуле:

$$C_D = \omega^2 \cdot I_s, \quad (2)$$

Где ω – фазовая скорость крутильных колебаний, рад/с, определяется по формуле:

$$\omega = \frac{i \cdot n \cdot \pi}{30}, \quad (3)$$

I_s – момент инерции наружной части демпфера, кг*м², (технические данные демпфера).

$$T = T_d \cdot p, \quad (4)$$

где T_d - демпфирующий момент на 1 бар давления масла, Н*м/бар (технические данные демпфера); p – давление масла, бар.

Таким образом, тепловая мощность также может являться критерием для оценки технического состояния механического демпфера.

Выводы.

1. Возрастает тенденция установки механических демпферов крутильных колебаний в судовых современных дизелях.

2. Фирмами производителями механических демпферов предлагается судовладельцам через каждые 10000 – 15000 часов работы производить их разборку и оценку состояния пружинных элементов.

3. Особенностью эксплуатации механических демпферов в судовых дизелях является отсутствие одобренной надзорными органами, РМРС и РРР, методики по безразборной оценке остаточного ресурса механических демпферов.

4. Механические пружинные демпферы по исследованиям Ефремова Л.В. отличаются более высоким уровнем ремонтпригодности, чем силиконовые демпферы, что позволяет контролировать исправность пакетов пружин путем их дефектации без существенной разборки изделия.

5. Несмотря на необходимость специальной приборной базы и специалистов, механические демпферы не требуют такой сложной процедуры дефектации и ремонта, как у силиконовых демпферов, поскольку отсутствуют процессы дефектации силиконовой жидкости и ее замены, это процесс осуществить на судне достаточно сложной.

Литература

1. STE Schwingungstechnik. Maintenance Instruction for Viscous Torsional Vibration Dampers (VTD), 1996. – p.6.
2. VDamp Catalog Version 1.4. Geislinger. 2016. – 13 с.
3. Viscous dampfer. Instruction manual. Hasse & Wrede. Mohrner, 1997. – p.13.
4. МАК М25. General-Engine operating instructions. Type M25, 1999. – 1966 s.
5. Ефремов Л.В. Теория и практика исследования крутильных колебаний силовых установок с применением компьютерных технологий. СПб.: Наука, 2007. - 276 с.
6. Wojciech Homik «Diagnostics, maintenance and regeneration of torsional vibration dampers for crankshafts of ship diesel engines», POLISH MARITIME RESEARCH 1(64), 2010.

Мəqalə qəbul olunub: 29.03.2022
Təvsiyə edib: t.e.d., prof. Z.Ə.Rüstəmov