ВВМУ „НИКОЛА ЙОНКОВ ВАПЦАРОВ”

ФАКУЛТЕТ „ИНЖЕНЕРЕН”

Катедра „Корабни силови уредби”

инж. НИКОЛАОС ПАПАГЕОРГИУ

Емпирично изследване на взаимодействието корабен корпус-гребен винт при стандарт ISO 19030
An Empirical Investigation of Hull and Propeller Vessel Performance under the ISO Standard 19030

Докторска програма: „Корабни силови уредби, машини и механизми”

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

Н А

Д И С Е Р Т А Ц И О Н Е Н Т Р У Д

за придобиване на образователната и научна степен

„ДОКТОР”

Научен ръководител:
доцент доктор инж. Ивайло Данков Бакалов

Рецензенти и становища:

проф. д-р инж. Димитър Йорданов Димитракиев – ВВМУ "Н. Й. Вапцаров"-Рецензия
доц. д-р инж. Цветелина Владимирова Велкова – ВВМУ "Н. Й. Вапцаров" - Становище
проф. д.т.н. инж. Николай Димитров Минчев – ТУ, Варна - Рецензия
проф. д.т.н. инж. Станимир Михайлов Карапетков – ТУ, София - Становище
проф. д.т.н. инж. Петър Колев Колев – ВТУ "Тодор Каблешков", София - Становище

Варна, 2022 г.

ХАРАКТЕРИСТИКИА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

Целта на настоящия документ е да предпише практически методологии за оценка, измерване и прилагане на промените в експлицитните характеристики на корпуса и витлото на кораба, характеризиращи много подходящи маркери за изпълнение на упражненията за поддържане на корпуса и витлото, фиксиране и преоборудване.

Като цяло целта на този проект, методологически, е да се анализира ефективността и прилагането на системата ISO 19030 върху плавателните съдове.

Ефективността на корпуса и витлото ще бъде оценена по отношение на резервите за разход на гориво и емисиите на CO2 въз основа на изискваните нива отпечатък върху околната среда, както е посочено в стандарта ISO 19030, създаден от Международната морска организация, и ще отговори на следните въпроси:

• Как може да се измери производителността на кораба?
• Кои са основните фактори, които влияят на работата на кораба?
• Начини за подобряване на работата на кораба.
• Каква е връзката между производителността на кораба и разхода на гориво?
• Каква е връзката между работата на кораба и въздействието върху околната среда?
• Как може да се сравни периодът на експлоатация?
• Може ли да се предвиди бъдещи характеристики на кораба по време на сух докинг?
• Какви са финансовите ползи от използването на ISO 19030 при планирането на поддръжката на автопарка?
• Регламенти, вземащи предвид докладите за оценка по ISO 19030.

Публикации

Резултатите от дисерационния труд са публикувани в две статии.

Апробация

- IV International Scientific Conference INDUSTRY 4.0, 24-27 June 2020, ISSN (Print) - 2535-0153, ISSN (Online) - 2535-0161, ORGANIZER - SCIENTIFIC-TECHNICAL UNION OF MECHANICAL ENGINEERING “INDUSTRY 4.0”

Pages 37-40, “An empirical investigation of hull and propeller vessel performance under the ISO standard 19030”

- V International Scientific Conference INDUSTRY 4.0, 09-12 December 2020, ISSN (Print) - 2535-0153, ISSN (Online) - 2535-0161 VOLUME 2 TECHNOLOGICAL BASIS OF "INDUSTRY 4.0" SOCIETY & „INDUSTRY 4.0" Pages 152-154, “Statistical analysis of marine vessel sensor data using SPM under ISO 19030”
-

Технически данни

Дисертационния труд е написан на 187 стр., от които 161 стр. текст, 26 фигури на цялата страница, 78 фигури общо, 2 таблици, списък от 56 литературни източници, от които 55 на латиница и 1 на кирилица.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Глава 1 Въведение

Дегенеративното използване на енергия е неприемливо за корабните операторите и за регулаторните органи, особено в настоящата епоха, когато цените на горивата непрекъснато се увеличават, а екологичният въздействие е сред най-важните аспекти на дейността на регулаторните органи. Загубите в производителността на кораба поради влошаване състоянието на винта и / или корпуса понякога са значителни, но е доказано, че е трудно или отнема много време да се определят, дори при условие че всички средства за тяхното количествено определяне са налице.

Измененията в корабите и условията на околната среда води до голяма степен на променливост в данните за експлоатационните характеристики, което прави разделянето на данните за корпуса и винта изключително предизвикателна задача. Освен поради състоянието на винта и корпуса производителността на кораба ще се

промени, когато има промяна в газенето, диферента, използването на руля, вятъра, вълните, теченията, дълбочината на водата и други фактори.

Производителността на корпуса и винта се базира на връзката между състоянието на потопената част на корпуса на кораба и винта и на мощността, необходима за преместване на кораба през водата с дадена скорост. Оценката на промените в производителността корпуса на кораба и винта след известно време експлоатация дава възможност да се покаже ефектът от усилията за поддръжка, ремонт и осъвременяване на корпуса и винта върху общата енергийна ефективност на дадения кораб. Увеличаването на цената на горивата, разходите за поддръжка на корпуса и нарастващите екологични разпоредби правят наблюдаването на състоянието на корпуса важен инструмент за разумните корабни оператори, за да се намалят енергийните загуби поради неизправности в корпуса и / или винта, както е постановено от Международната морска организация със създаването на ISO 19030.

Началната част на ISO 19030 описва съществуващите основни принципи за измерване на промените в производителността на корпуса и винта. Стандартът също така очертава някои показатели за производителността, свързани с поддръжката и ремонта на корпуса и винта. По-нататък в следващата част са описани основните методи, които помагат за измерване на промените в производителността на корпуса и винта. Освен това, той помага за изчисляване на показателите за производителността и предоставя насоки за точността, която може да се очаква от всеки от показателите за производителността. Последната част очертава някои заместващи методи, които водят до по-ниска точност, но могат да подпомогнат прилагането на стандартните методи. Някои могат да дадат същата или по-висока точност, но могат да включват елементи, които все още не са широко използвани в търговското корабоплаване.

Освен обзора на литературата, първата глава включва най-фундаменталните термини, определящи размерите на корабите и корпусите, водоизместването на кораба, тонажа, газенето, дължината между перпендикулярите, коефициент на водоизместване, като ги дефинира, за да се разбере по-добре настоящия труд. Наред с другото, ще се анализира съпротивлението спрямо водата, състояща се от съпротивление на триене и аеродинамично съпротивление, влияещо вторично по време на експлоатация. Следвайки прегледа на литературата се въвеждат термините и концепцията за задвижване на кораба и се обръща особено внимание на основните параметри, свързани винта и / или винтовете. По-нататък се анализират елементарни принципи, свързани с дизеловите двигатели, за по-задълбочено разбиране на разглежданата тема. По същия начин се обясняват основните философии, отнасящи се до схемата на двигателя и разнообразието от винтове и се прави връзката с кривата на винта и описанието на принципите за оптимален подбор на двигателя и винта. По-нататък в главата за преглед на литературата са описани изследваните разпоредби на ISO 19030. В следващата глава на анализа, се оценява взаимодействието и производителността на корпуса и винта според ISO 19030, включително екологичния им отпечатък, както и факторите, влияещи върху ефективната работа на корпуса и винта, нуждите от поддръжка на плавателен съд, за да отговаря на изискванията, както и на събирането и управлението на данни, което е от съществено значение, за да има както ефективно работещ кораб, така и той да отговаря на изискванията на регулаторните органи.

Цел и задачи

Целта на дисертационния труд е: да се разработи система за техническо обслужване на корабния пропулсивен комплекс с цел подържане на неговото състояние, базирайки се на Стандарт ISO 19020.

За постигане на целта на дисетационния труд е необходимо да бъдат решени следните задачи:

1. Създаване на планирана система за техническо обслужване на корабите, която служи за подържа на състоянието на корабния пропулсивен комплекс, базирана на количествено измерими параметри съгласно Стандарт ISO 19020.
2. Предписание на софтуер за мониторинг на корабните характеристики Ship Performance Monitoring (SPM) според ISO Standard 19030 за подобряване на ефективността на корабния пропулсивен комплекс.
3. Предписание за приложение на методика за оценка на съответствието на елементите на Корабния пропулсивен комплекс – КПК и прогнозиране на промяна в резултат на експлоатация.

Глава 2 Литературен обзор

2.1 Определение за корпуса

Определението на корпусите включва основното тяло на плавателен съд от всякакъв вид. То включва дъното, бордовете и палубата, но не и мачти, надстройка, такелаж, двигатели и други фитинги. Общата дължина на LOA на кораба обикновено не е от значение, когато се изчислява съпротивлението на корпуса спрямо водата. Използваните определящи фактори са дължината по водолинията /LWL/ и така наречената дължина между

перпендикулярите /LPP/. Дължината между перпендикулярите е дължината между перпендикуляра при носа, например обикновено вертикална линия през пресечната точка на вълнореза с водолинията и най-задния перпендикуляр, който обикновено съвпада с балера. Като цяло тази дължина е малко по-къса от дължината по водолинията и обикновено се изразява от газенето на плавателния съд, обикновено обозначен писмено с T, се характеризира като вертикалното разстояние от водолинията до най-дълбоко потопена във водата точката на корпуса. Носовото газане TF и кърмовото газене TA обикновено са сходни, когато корабът е правилно подреден /на равен кил/, например без диферент[1]. По средата на борда на кораба е нарисувана маркировката на товарната линия (известна още като марката Plimsoll, по името на нейния изобретател). Линиите и буквите на маркировката на този знак, които отговарят на стандартите за надводния борд, определени IMO и съответните специалисти, демонстрират максималното газене, до което корабът може да бъде натоварен. Терминът надводен борд се отнася до разстоянието от главната палуба на кораба до водолинията, например до точка от товарната водолиния при пълно натоварване. Има, например, товарни линии за плаване в морска вода, които отчитат разликата в плътността на водата поради различната соленост. Дадени са и линии за плаване в тропическите условия, както и за лятно и зимно плаване. Съгласно световните правила за надводния борд, средногодишния надводен борд за морска вода се приема за еквивалентен на „максималното безопасно газене“.

2.1.3 Леко водоизместване

Лекото водоизместване на кораб изразява теглото на самия кораб в празно състояние, т.е. без товар на кораба. Лекият тонаж (lwt) обикновено не се използва за обозначаване на размера на кораба[2].

2.3. Индустриален стандарт BIMCO за почистване на водни корпуси.

Нов индустриален стандарт от BIMCO току-що беше пуснат в окончателната си форма и помага да се гарантира, че почистването във водата на корабния корпус и нишите, включително витлото, може да се извърши безопасно, ефективно и по екологично устойчив начин. Индустриалният стандарт се отнася до почистването във вода на кораби, извършвано от фирми за почистване, които са одобрени в съответствие с процедурата за одобрение за компании за почистване във вода. След тестване на почистващата способност на почистващата компания, в сертификата за одобрение се посочва видовете биообраствания, височината на твърдо варовити биологично замърсяване и покритието, което системата може да почиства и улавя. Някои нишови зони, разположени върху плоските повърхности на корпуса на кораба (например ленти за поддържане на дока), са по-податливи на биозамърсяване от останалата част от корпуса. Ако такива зони на ниши съдържат меко и твърдо макро биозамърсяване извън тестваната способност на одобрената система за почистване, стандартът позволява почистването на идентифицираните зони на ниша да продължи, при условие че общата площ на замърсените зони на ниша и корпуса не покрива повече от 5% от потопената площ на корпуса. Ако тази граница е надвишена, почистването се извършва от по-способна почистваща фирма, извън вода или след получаване на специално разрешение от властите. Индустриалният стандарт не уточнява[9]. Подробно описание на методите и/или техниките, необходими за извършване на почистването. Въпреки това, производителят на AFS се насърчава да предостави на корабособственика и почистващата компания подробна информация за препоръчаните методи за почистване, включително тип четка и налягане на водата. Основните потребители на този индустриален стандарт са корабособствениците, които отговарят за управлението на биологичното замърсяване на корпуса, витлото и нишите на кораба и одобрените почистващи компании (т.е. в съответствие с изискванията на стандарта за одобрение на компании за почистване във вода). Индустриалният стандарт може да се използва и от пристанища и други органи за вземане на решения относно разрешителни и т.н. И накрая, индустриалният стандарт предоставя възможност за подобряване на нивото на комуникация между корабособствениците и производителите на AFS. В този специфичен стандарт управлението на биозамърсяването се основава на използването на отзивчиво почистване като част от нормалната система за поддръжка на кораба. Непрекъснатото наблюдение на промените в характеристиките на корпуса и състоянието на биологично замърсяване ще позволи на корабособственика да започне почистване във водата с дължимата грижа, преди нарастването на биозамърсяването да стане сериозно.

---

[1] Borkowski, T., Kowalak, P. and Myśków, J. (2015). VESSEL MAIN PROPULSION ENGINE PERFORMANCE EVALUATION. Journal of KONES. Powertrain and Transport, 19(2), pp.53-60.

[2] Karavelas, M., Seidel, R. and Tzanaki, E. (2013). Convex hulls of spheres and convex hulls of disjoint convex polytopes. *Computational Geometry*, 46(6), pp.615-630.

За целите на почистване във водата, комуникация с производители на AFS, органи и т.н. следните подробности за различните видове биологично замърсяване трябва да бъдат докладвани като минимум за всяка референтна зона или други инспектирани нишови зони:

1. процент на покритие от биологично замърсяване за всяка референтна зона, както и покритие от биологично замърсяване от общата подводна площ

2. за меко биозамърсяване а. слуз б. меко макрозамърсяване

3. за твърдо варовити биологично замърсяване, височината на организмите.

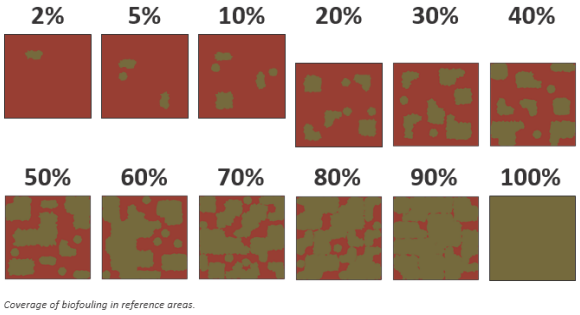
Таблицата по-долу дава примери за видовете биологично замърсяване, споменати по-горе:

The below table gives examples of the biofouling types mentioned above:

Soft biofouling		Hard calcareous biofouling
Micro	Macro	Macro
Slime	Soft corals	Barnacles
	Sponges	Mussels
	Hydroids	Tube worms
	Anemones	Bryozoa
	Algae	Oysters
	Tunicates	

Figure 1 Примери за видове биологично замърсяване

По време на инспекциите, както и преди и след почистването, трябва да се използва скалата за покритие на биозамърсяването, както е показано по-долу, за да се определи степента на биозамърсяване на корпуса и нишите. Записва се оценка на общото покритие от биологично замърсяване и на общото покритие на корпуса с твърд варовик. Степента на биозамърсяване, наблюдавана по време на инспекцията, също се посочва за всяка референтна зона.



Фигура 3 Покритие на биозамърсяването в референтни зони.

Всяка повреда в състоянието на AFS, която се наблюдава по време на проверка или почистване, се докладва. Следните описания, както са визуализирани в таблицата по-долу, трябва да се използват за отчитане.

Type	Description	Examples
Adhesion	The failure of adhesion between a coating and a metallic surface that is directly attributable to cathodic protection conditions. It is often initiated by a defect in the coating system, such as accidental damage, imperfect application or excessive permeability.	
Blistering	Dome shaped projections or blisters in dry paint film.	
Cracking	Paint coatings with visible cracks which may penetrate down to the substrate.	
Cold flow	Viscous flow of solid at ordinary temperatures. The distortion of solid coating under sustained pressure during curing.	
Delamination /peeling/ detachment	Defects associated with detachment of coating.	
Polishing off	The continuous release of the outermost binder material into the seawater during the ship's operation.	
Grounding/ general damage	The effect on the antifouling coating system caused by contact with the seabed or bank.	

Фигура 4 Състояние на AFS

Съгласно насоките на IMO за биологично обрастване, планът за управление на биологичното замърсяване на кораба трябва да включва подробности за AFS и използваните оперативни практики.
Има начини за намаляване на вероятността от биозамърсяване на подводния корпус и нишите, като например:
1. Система за покритие против замърсяване (AFC)
2. Система за предотвратяване на морския растеж (MGPS)
За да гарантира използването на подходящи методи и оборудване, почистващата фирма трябва преди да започне работата да събере информация като:
1. вид/спецификация на почистващото оборудване, което ще се използва.
2. препоръките на производителя за почистване във вода въз основа на свойствата на покритието.
3. подробности за зоните, върху които ще се прилага всяка специфична обработка/почистване.
4. всякакви други подробности, свързани с процесите (например, химикали, необходими за третиране, всякакви стандарти за изхвърляне).
Ако е налична, следната специфична информация, използвана за определяне на подходящата AFS и съответната схема за кораба, се записва в плана за управление на биологичното обрастване и в книгата на записите, в допълнение към информацията, която вече се изисква в плана за управление на биологичното обрастване:
• приета типична работна скорост на кораба (възли)
• предполагаем период на дейност (%)
• максимално приемлив период на престой (където е приложимо)
• предполагаеми зони на действие.
• друга релевантна информация, отнасяща се до осигуряване на изпълнението на AFS

Посоченото по-горе е минималната необходима информация, но може да са необходими повече в зависимост от конкретната система за покритие. Изключително важно е тези допускания да се преразглеждат периодично по време на операциите на кораба, за да се идентифицират периодите, които AFS ще изпълнява или не може да изпълнява съгласно техническите спецификации на производителя. Отклоненията от тези параметри трябва да се обсъдят с производителя на покритието, за да се определи въздействието върху ефикасността на определената схема на покритие. Следната информация, предоставена от доставчика на системата за предотвратяване на растежа на морето, трябва да бъде включена в плана за управление на биологичното обрастване и книгата на записите, ако е подходящо, ако такава система е инсталирана.

а. тип MGPS

б. дата на прилагане и период на изпълнение/живот

в. място(а), където MGPS е бил/е бил инсталиран.

г. очаквания ефективен живот на консумативните елементи на MGPS

д. работни условия, необходими за ефективността на MGPS.

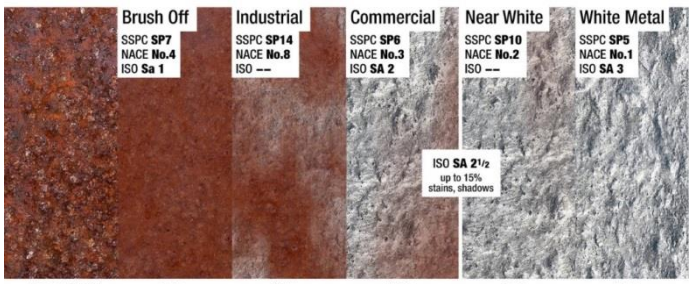
е. дозиране и честота на приложение на MGPS (както е приложимо)

ж. всякакви други спецификации, свързани с работата на MGPS.

Когато се използва система, която инжектира химикали като хлор или натриев хипохлорит, производителят трябва да предостави информация за препоръчаното количество химикал, който трябва да се използва, и да включва химическа безопасност, както и протоколи за спешни случаи и неутрализация.
От първостепенна важност е да се отбележи, (както ще бъде доказано чрез действителен анализ на данните), че ключов фактор за работата на системата за покритие против замърсяване е подготовката на корпуса, извършена по време на последния сух докинг или новостроящ се кораб крайна фаза. Този препарат е основата, върху която ще се основава предотвратяването на морския растеж, поради което са определени специфични ISO и други международни стандарти.
Двата доминиращи стандарта за абразивно-бластно почистване, ISO 8501 и SSPC/NACE съвместните стандарти, са трудни за сравнение. Въпреки че разпознават приблизително еднакви нива на чистота, те ги класифицират по противоположни начини, замъглявайки водата.

ISO 8501 е публикуван от Международната организация по стандартизация през 1988 г., след комбиниране на съдържанието от шведския стандарт SIS 055900 от 1967 г. с немския DIN 55928. ISO 8501 е графичен стандарт, показващ появата на различни степени на ръжда при различни нива на чистота, въпреки че съдържа също текстови описания на нивата на чистота. ISO 8501 класира нивата на чистота в ред на увеличаване на необходимата работа.
Sa 1 Леко бластно почистване
Sa 2 Основно бластно почистване
Sa 3 бластно почистване за визуално почистване на стоманата
SSPC / NACE
В Северна Америка оригиналният стандарт за подготовка на повърхността е написан от архитектурна група през 60-те години на миналия век за стоманодобивни работници в Питсбърг. Дружеството за стоманени бояджийски конструкции се формира около стандартите. Стандартите на SSPC са текстови описания, а не графични, въпреки че са придружени от визуални ръководства (VIS) със снимки. SSPC/NACE ги номерира в обратен ред, като повишава чистотата на повърхността.
SP 5 Бял метал
SP 6 Търговски
SP 7 Изключване на четка
Това беше достатъчно просто, докато индустрията не поиска нова спецификация за степен на чистота, която може да намали разходите чрез замяна на белия метал в ситуации, когато почти бялото е достатъчно добро. ISO го адаптира в установения им ред като Sa 2 1/2, Много щателно почистване, но SSPC излезе извън реда, добавяйки го хронологично като SP 10 близо до бяло. Двете версии не бяха равни: Sa 2.5 позволяваше петна, ивици и сенки от ръжда, мелничен нагар и покрития да останат върху до 15%* от повърхността, докато SP 10 позволяваше само 5%.

През 2000 г. SSPC и NACE издадоха съвместни стандарти в очакване на сливане между организациите, чиито членове до голяма степен се припокриват. Сливането пропадна, но новата поръчка на NACE, която съпоставя NACE № 1, 2, 3, 4 в SSPC SP 5, 6, 10, 7, продължи.
Това изчисти нещата до 2006 г., когато SSPC/NACE представи Industrial Blast Cleaning, нова спецификация между Brush Off и Commercial, и я класифицира хронологично като SSPC SP 14 / NACE No.8. ISO отказа да включи новата спецификация в тяхната система като Sa 1.5.
Въпреки разликите, обикновено се смята, че степените на чистота са съвместими. Те отразяват сходни допустими нива на петна и плътно прилепнала ръжда, котлен камък и покрития и могат да бъдат обобщени с диаграма:
Фигура 5 Материални спецификации и кондициониране
Спецификациите конкретно споменават петна, ивици и сенки, но те са практически еднакви: разлика в цвета, но без забележима дебелина. Плътно залепен материал се отнася до всичко, което не може да бъде отлепено с тъп нож за замазка. ISO 8501-1 е визуална справка и не посочва изрично процентите.



Loose Material	None	None	None	None	None
Tight Material	100%	up to 10%	None	None	None
Stains, Shadows	100%	100%	up to 33%	up to 5%	None

Съществуват стандарти за подготовка на повърхността, за да удължат живота на покритието и да минимизират разходите. Тъй като подготовката на повърхността представлява до 40% от цената на проекта за пребоядисване, собствениците на съоръжения се стремят да ограничат материала и часовете, прекарани в взривяване. Белият

метал е скъп за постигане, особено при работа по поддръжка, и обикновено е запазен за критични приложения, където цената на повреда е катастрофална. Близо до бялото е достатъчно добро за обслужване в най-тежки среди. Търговската е по-евтина и подходяща за некорозионни атмосфери и сервизни среди. Brush Off ще спести на собственика най-много пари в краткосрочен план, ако успее да му се размине.
При избора на покритие собственикът претегля разходите за бластиране и боядисване спрямо риска от преждевременно разпадане на покритието. Ако най-лошият сценарий е, че той трябва да пребоядиса след 5 години вместо 7, той може да спести пари, като намали от Commercial до Brush-Off. Когато преждевременната повреда на покритието може да доведе до разливане на пет милиона галона корозивни, опасни и скъпи химикали, той ще се насочи към White Metal и високоефективно покритие.

Фигура 6 Почистване с разтворител SP1/ISO 8504
SOLVENT CLEANING SP 1 / ISO 8504 Леко залепващ материал: 100% Плътно прилепващ материал: 100% Петна, ивици, сенки: 100%

Абразивното бластиране няма да премахне маслото и мазнините – то просто ги размазва по повърхността, причинявайки преждевременно разрушаване на покритията. Видимите отлагания от масло, грес и мръсотия трябва да се почистят на място преди абразивно струйно почистване. SP 1 е предпоставка за другите спецификации за абразивно бластиране на SSPC.
Стандартите определят множество методи за почистване с разтворители. Най-често срещаният метод - и най-малко ефективен - е измиването със сапун, вода и парцал. Мръсен парцал също ще размаже грес и масло: трябва да се внимава да избърсвате, сгъвате, повтаряте и сменяте често. За големи повърхности се препоръчва измиване под налягане със сапунена вода, въпреки че остатъците от сапун ще попречат на адхезията на покритието и трябва да се изплакнат.

Фигура 7 BRUSH OFF SP 7

BRUSH OFF SP 7 / NACE #4 / SA 1 Леко струйно почистване, струйно струйка Леха залепващ материал: 0% Плътно прилепващ материал: 100% Петна, ивици, сенки: 100

Brush Off е предназначен за премахване на хлабава ръжда, котлен камък и покрития и равномерно загрубяване на повърхността при подготовка за нов слой. Позволено е да останат плътно прилепнали материали.

Brush Off се посочва, когато очакваният живот на покритието е кратък, като например противообрастване на корпуса на кораба, или в мека атмосфера и некорозионна среда на работа, като външната част на резервоара, в селски район.

Фигура 8 ИНДУСТРИАЛНО ВЗСТРОЙНО ПОЧИСТВАНЕ SP 14

INDUSTRIAL BLAST CLEANING SP 14 / NACE #8 Леко залепващ материал: 0% Плътно прилепващ материал: 10% Петна, ивици, сенки: 100%

Индустриалното бластно почистване уточнява, че 90% от плътно залепената материя трябва да изчезне. На 100% от повърхността се допускат сенки, ивици и петна от ръжда, котлен камък и стари покрития.

Индустриалният е предназначен за условия, когато съществуващото покритие е тънко, добре прилепващо и съвместимо с ново покритие. Това е най-новият стандарт за абразивно бластиране и не е широко разпространен. ISO няма съответна спецификация.

Фигура 9 ТЪРГОВСКО BLAST ПОЧИСТВАНЕ SP 6
COMMERCIAL BLAST CLEANING SP 6 / NACE #3 / SA 2 Цялостно бластно почистване Леко залепващ материал: 0% Плътно залепващ материал: 0% Петна, ивици, сенки: 33%

Commercial Blast Cleaning уточнява, че всички плътно прилепнали вещества трябва да изчезнат. Сенките, ивици и петна могат да останат върху до 33% от повърхността.
Търговски се посочва, когато се гарантира висока, но не перфектна степен на чистота. Това е обичайно за пребоядисване на продукти, които служат в некорозионни среди и атмосфери, като резервоари и мостове.

Фигура 10 БЛИЗО С БЯЛО ПОЧИСТВАНЕ SP 10
БЛИЗО БЯЛО ПОЧИСТВАНЕ SP 10 / NACE #2 / SA 2.5 Много задълбочено бластно почистване Леко залепващ материал: 0% Плътно залепващ материал: 0% Петна, ивици, сенки: SP 10 5%, Sa 2 ½ 15%

Близо до бяло бластно почистване уточнява, че сенките, ивици и петна трябва да бъдат ограничени до 5% от повърхността. Близо до бяло е посочено, когато допълнителната полза от взривяването на белия метал не оправдава допълнителния разход.
Близо бялото обикновено се определя за високоефективни покрития върху стомана, изложена на тежки условия на околната среда, като разливи на химикали и изпарения, висока влажност и близост до солена вода. Обикновено се определя за офшорни платформи, корабостроителници и други морски среди.

Фигура 11 БЛАСТНО ПОЧИСТВАНЕ НА БЯЛ МЕТАЛ SP 5
БЛАСТНО ПОЧИСТВАНЕ НА БЯЛ МЕТАЛ SP 5 / NACE #1 / SA 3 Почистване на бласт за видимо чиста стомана Леко залепващ материал: 0% Плътно залепващ материал: 0% Петна, ивици, сенки: 0%

White Metal е най-високата степен на абразивно бластно почистване. Не са разрешени сенки, ивици или петна. Когато се гледа без увеличение, повърхността трябва да бъде чиста от всички видими масла, мазнини, прах, мръсотия, котлен камък, ръжда, покритие, оксиди, корозионни продукти и други чужди вещества.

Белият метал е предназначен за стомана, работеща при високи температури, високо налягане и корозивна среда и в случаите, когато катастрофалните последици от повреда на покритието оправдават допълнителните разходи, като ядрени реактори, турбини, облицовки на химически резервоари, подводници и др.

Стандартите за подготовка на повърхността осигуряват основа за споразумение за ниво на обслужване между бластери, изпълнители, инспектори и собственици на проекти. Познаването на стандартите е важно за всеки абразивен бластер и е необходимост за сертифицираните бластери.

Спецификациите съдържат подробни методи и практики за подготовка на повърхности. Те се актуализират често, така че се отнасяйте към тях по име, дата, номер на изданието и допълнение, когато обсъждате стандартите на проекта.

Фигура 12 Абразивно бластиране
Извършва се абразивно бластиране, което може да доведе до некачествени резултати и риск за здравето.
Абразивните бластери използват защита на дишането, за да задържат прах, тежки метали и други вредни прахови частици в белите си дробове. Особена загриженост е силициевият прах, който причинява силикоза, смъртоносно професионално заболяване на белите дробове, което причинява над 100 смъртни случая годишно в САЩ. Според CDC, повече от 2 милиона американски работници остават изложени на респирируем кристален силициев диоксид. Бластер, работещ под погрешното схващане, че неговият процес не произвежда прах, може разумно да предположи, че защитата на дишането не е необходима.

По-лошото е, че ако оборудването му е „безпрахово“, тогава защо да не се струи със силициев пясък, който е много по-изобилен и по-евтин от другите абразиви? В края на краищата причината за стигмата срещу пескоструйната обработка със силициев диоксид е, че прахът от силициев диоксид причинява силикоза. Как може да има заплаха от силикоза в среда без прах? Ако производителят твърди, че системата е „без прах“ или „без прах“, но не препоръчва бластиране със силициев пясък, трябва да сте скептични към тяхното твърдение. Защо иначе биха препоръчали използването на нещо различно от най-рентабилния абразив?

Фигура 13 Извършва се абразивно бластиране
Абразивно бластиране в ход с много добри резултати и минимален риск за здравето.

През 2016 г. OSHA въведе ново правило за силициев диоксид, което влезе в сила на 23 юни. Според уебсайта на OSHA, последното правило е създадено за ограничаване на рака на белия дроб, силикоза, хронична обструктивна белодробна болест и бъбречно заболяване при работниците в Америка чрез ограничаване на излагането им на респирируем кристален силициев диоксид.

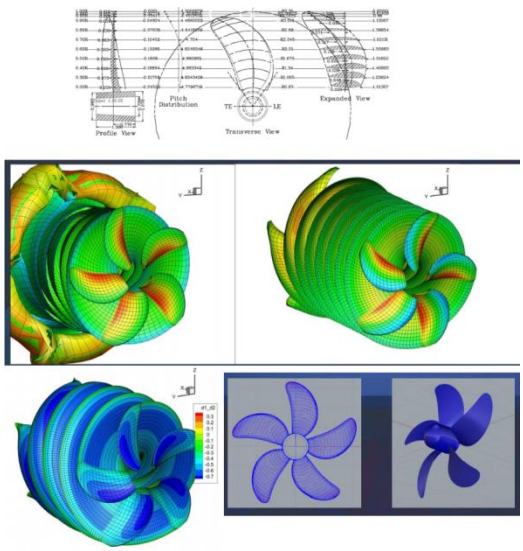
Първата страна, която забрани пясъкоструене със силициев диоксид, е Великобритания със Закона за фабриките от 1948 г., което доведе до изобретяването на Норман Ашуърт на първия шкаф за мокро абразивно бластиране. През 1966 г. държавите-членки на Европейския общ пазар (предшественик на Европейския съюз) последваха примера, стимулирайки нов кръг от иновации, който произвежда първия мобилен абразивен бластер.

През 1974 г. Съединените щати бяха готови да приемат забрана на силициевия пясък за абразивно бластиране по препоръка на Националния институт за безопасност и здраве при работа (NIOSH), но както беше обсъдено в нашата статия за правилото за силициев диоксид, политическите сили възпрепятстваха приемането, и технологията за мокро абразивно бластиране не успя да намери място в Северна Америка.

Едва в средата на 90-те години на миналия век, когато технологиите за мокри абразивни материали постигнаха известен успех в Северна Америка, заменяйки дюзите за впръскване на вода и дюзите с хало пръстени във взривоопасни среди, където само напълно наситена частица може да предотврати статично-електрически „студени искри“[9].

2.3. Задвижване на винта

Условията на работа на витлото съгласно закона за витлото са описани за свободно плаване при тихо време. Влиянието на размера и скоростта на витлото се разглежда заедно с различни философии за оптимизиране на взаимодействията между корпуса и витлото.



Фигура 14 Ефективността на витлото, изчислена чрез хидродинамика на изгладените частици (SPH)

Симулирането на потока на различни течности може да бъде процес с висока изчислителна интензивност, който изисква големи количества ресурси. Напоследък имаше много изследователски усилия, насочени към обработка

на GPU, което може значително да повиши производителността на различни приложения, като хидродинамиката на изгладени частици (SPH), която се използва най-често за хидродинамични симулации. Хидродинамиката на изгладените частици (SPH) е числен метод, често използван в изчислителната динамика на флуидите (CFD). Това е метод, който може да симулира поток на частици и взаимодействие със структури и силно деформируеми тела. Той замества течността с набор от частици, които носят свойства като маса, скорост и позиция, които се движат според управляващата динамика. Динамиката на флуидите се основава на уравненията на Навие-Стокс. Те описват физическите свойства на непрекъснатите полета във флуида. SPH приближава тези уравнения, използвайки интегрален интерполант, който след това се решава числено. Тази статия разглежда текущото състояние на наличните технологии, които могат да се използват за ускоряване на алгоритъма и предлага набор от оптимизации, които могат да бъдат постигнати чрез използване на различни рамки. Ние също така правим заключения относно равновесието между производителност и точност, използвайки различни числени алгоритми, рамки и хардуерни оптимизации[9].

Чрез начертаване на завои на dT и dQ по ръба до върха, се получават завои на натрупване и въртящ момент, които, когато са включени, ще дадат пълен тласък T и въртящ момент Q като цяло на витлото. Тогава ефективността на витлото се характеризира с:

$$\eta_{0=\frac{TV_A}{2\pi\eta Q}}$$

Състоянията на авангардни рамки и области се различават фундаментално, както е посочено от вида на кораба, за който се очаква витлото. В случай, че разглеждаме сегмент от режещия ръб на витлото в диапазон r с ръб на стъпка φ и стъпка P и си представяме острият ръб да работи в безмилостна среда, в този момент при едно смущение на витлото ще напредване от A до A , разделяне, наречено стъпка, P. В случай, че разгърнем камерата на участък r в равна повърхност, спиралата, последвана от A, ще се образува в права линия AM, а ръбът [9].

$$tan\emptyset = \frac{P}{2\pi r}$$

е точката от стъпката. В случай, че винтът се върти с n цикъла за единица време, в този момент от това време той ще задвижи разделяне P n и можем да получим очертание на скоростта за областта[9].

Тъй като поради съпротивлението, много знания относно представянето на витлата могат да бъдат взети от изпитания върху модели и е важно по този начин да се анализира връзката между модела и резултатите в пълен мащаб. Изследването на размерите може да се използва за установяване на тази връзка и в това, което преследва, ще се получи артикулация за тласъка, предоставен от витло. Натискането на витлото, T, може да разчита на[9]:

1. Масова плътност на водата, ρ.
2. Размер на винта представен от диаметър, D.
3. Скорост на напредване, VA.
4. Ускорение от гравитацията, g.
5. Скорост на въртене, n.
6. Налягане в полето, p.
7. Вискозитет на водата, μ.

2.3.2. Основни параметри, влияещи върху производителността.

2.3.2.4. Брой лопатки на витлото

Пропелерната система може да бъде произведена с 2 до 7 лопатки. Както е логично, колкото по-малко са лопатките, толкова по-висока ще бъде ефективността на витлото. Както и да е, от съображения за солидарност и вибрации, витлата с 4, 5 и 6 лопатки обикновено се използват на дилърските кораби, като 4 режещи ръба са най-известните. Най-долните граници на номера на острия ръб редовно се задават от променящите се размери на силите, изпитвани от режещите ръбове, когато пътуват през "сянката" на тялото, когато е отгоре, и в по-малко ограничения поток в основата. Необходим е достатъчен брой ръбове, за да се помогне с натоварванията. Лодки с умерено огромна предпоставка за мощност и интензивно натоварени витла, например кораби с бързи едновинтови държачи, може да изискват 5 или 6 лопатки, за да имат адекватен регион за размяна на купчина без кавитация. Идеалната скорост на витлото зависи от количеството ръбове. По този начин, за подобна ширина на витлото, 6-лопатковото витло има около 10% по-ниска идеална скорост на витлото, отколкото 5-лопатото. Поради вибрационни причини, витлата с определени количества остри ръбове могат да се поддържат на стратегическо разстояние в отделни случаи заедно, за да не предлагат издигане до възбуждане на общи честоти в корпуса или надстройката на кораба[9].

Кавитацията е чудо, което се среща в изключително подредени витла, при които след определени основни вълнения има динамичен срив в потока и последваща загуба на тласък. В своята структура, тя може да предпази кораба от постигане на перфектната скорост. Въпреки това, преди да се стигне до този етап, той се проявява чрез трептене, вибрации и разпадане на ръбовете на витлото, размахване и кормилото. Избягването на кавитацията се превърна в критична съществена част в структурата на практически всички витла и е наложително да се разгледа въпросът за кавитацията, преди да се премине към процедурите за планиране и решение на витлото. За да разберете системата на кавитация, помислете за ръбов участък или аеродинамично покритие, поставено по малка методология в двуизмерен, безмилостен, невискозен поток. В тази рамка се привлича размерна линия, която адресира статичното натоварване на гърба на острия ръб. Ако намаляването на теглото на гърба трябва да се доближи до статичното тегло, когато е в ширината на ръба на кървене, тогава всяка тенденция за намаляване на теглото след тази точка ще доведе до разпадане на потока и подобряване на кухините, натрупани с въздух или водна пара. Директно тези отвори или въздушни джобове ще бъдат изчистени по ръба и докато се придвижват към задния ръб, те ще попаднат в зони с по-голямо тегло и повреда. Разбиването на въздушните джобове осигурява навсякъде около нас особено ограничени мощности, достатъчни, за да превърнат механичните пакости в материала на предната линия или да се разпаднат. За количествени цели е важно да има някакъв стандарт, който ще покаже условията, при които витлото се запълва в степента на кавитация.

2.4. Производителност на двигателя

2.4.1 Електрически двигател

Вътрешният контур за управление на въртящия момент или вътрешният токов контур е присъщ на структурата на повечето свързани планове за управление за рамки за задвижване с променлива скорост. Въртящият момент се контролира чрез методи за потоци на двигателя и движения на двигателя с висока прецизност и скорост на предаване. Съгласно правилото за управление на падане, външен контролен контур, например регулатор на скоростта, задава зададената зададена точка на въртящия момент на вътрешния контур. За да работи това правило, вътрешният токов контур трябва да има много по-високо предаване на данни от външния контур. В плана на външния контролен контур, затварящият контур на електрически двигател и неговия регулатор на потока може да се смята за пропорционален с рамката за първа заявка:

$$Q_m = \frac{1}{T_m}(Q_{cm} - Q_{cm})$$

където Qm е въртящият момент на двигателя, Tm е времевата променлива, а Qcm е инструктираният въртящ момент на двигателя от контролера на двигателя. Този модел е подходящ както за AC, така и за DC двигатели; когато настоящият цикъл е затворен, има малка разлика между двата вида машини. От земна гледна точка, настоящият цикъл обикновено се вкарва в задвижването на двигателя и не е в аурата на клиента. Основното значение е по този начин да се представят неговите елементи в плана на контролерите на по-голямо количество. Според Nilsen (2001), елементите на настоящия контур, по отношение на конфигурацията на регулатора на скоростта на вала, се управляват от канала при оценката на скоростта на полюса (IMO_MEPC_63/4/8 2011). Управлението на двигателя Pm се дава от:

$$P_m = Q_m 2\pi\eta_m$$

където nm е скоростта на двигателя. Изчисленият (привиден) въртящ момент и мощност за постоянна задача на двигателя са обозначени QN и PN. Съответната оценена скорост на вала на двигателя nN се дава от:

$$P_m = Q_m 2\pi\eta n_m$$

Най-големият въртящ момент Qmax и мощност Pmax за двигателя обикновено се задават на:

$$Q_{max} = k_m Q_n, \quad P_{max} = k_m P_N$$

където km обикновено е в диапазона от 1,1 − 1,2.

2.4.2. Дизелови двигатели

Дизелов двигател е показан по тези линии като електрически двигател. Според Blanke (1981), елементите на дизеловия двигател могат за плана за управление и оценката на ефективността на импулса да бъдат апроксимирани с период, последователен Tm и период на забавяне τm. Капацитетът за обмен на дизелов двигател напредва към:

$$Qm(s) = e^{-STm}\frac{K_y}{1 + sT_m}Y(s)$$

където s е операторът на Лаплас, Ky е стабилният въртящ момент на двигателя, а Y е горивният файл (представителна настройка). Това означава, че Qcm в (2.52) се дава от Qcm = KyY , където Y е управляващият сигнал от дизеловия контролер. Мощността на дизеловия двигател съответства на горивния поток (Blanke, 1994). От Blanke (1981) експериментално се наблюдава, че стабилното време е:

$$T_m \approx \frac{0.9}{2\pi\eta_m}$$

и отлагането във времето може да се приближи значително към периода между изстрелите отзад към задната камера (Hu, P., Zhu, N., Zhang, B. и Liu, G. 1998). Дизелов двигател с N камери, въртящи се със скорост nm rps, след това има отлагане по график за стаята:

$$T_m \approx \frac{1}{2n_m N}$$

2.5. Разход на гориво

Чрез познаване и пълно разбиране на работния хардуер и неговото състояние е възможно да се подобри ефективността и да се понижат разходите за гориво и поддръжка, като същевременно се разшири времето между спиранията за поддръжка (Longo, J., Stern, F. 2005). Производителността на двигателя може да бъде подобрена чрез редизайн на моторните и импулсните части към по-актуални иновации, които могат да предложат ползи за умения и производителност, които ефективно легитимират спекулациите. Основните части, влияещи на SFOC на двигателя, са турбокомпресорът, каналите за потребление на въздух, охладителите на зареден въздух, инфузионните сифони и чучурите и тръбата за изпарения газ, която влияе на обратното тегло на изпарения газ. Това води до спадане на скоростта на турбо зарядното устройство, което води до по-нисък добив на мощност, който след това се изплаща на дизеловите двигатели чрез разширено подаване на гориво[9].

Качеството на горивото и потокът са допълнителни фактори, които значително влияят на уменията. Тук-там може да се извърши трансформация към друг вид гориво чрез или към многогоривна подредба, за да се подобри ефективността на горивото и адаптивността на двигателя.

Ефективността на горивото може да се характеризира като умение на процедура, която променя синтетичната потенциална енергия, съдържаща се в транспортното гориво, в динамична енергия или работа. Реагиращият двигател понастоящем е най-опитният подход за смяна на течни или парни горива в мощност. Нещо повече, доколкото виждаме, позицията му няма да бъде оспорена рано или късно. Както и да е, освен решението за гориво, структурата и състоянието на двигателя и начина на неговата работа са основни за постигане на най-добри умения. Законната поддръжка и усъвършенстването на двигателя, точно като задвижващата рамка за по-добро използване на горивото, са фактори, които не бива да се пренебрегват. Оперативните параметри, влияещи върху производителността, включват флуидни източници на информация, например качество на горивото (например съдържание на вода, топлинна оценка, съдържание на сяра, съдържание на огнени остатъци), качество на маслото и качеството на охлаждащата вода, точно както изчислените параметри, включително динамична информация, например, натоварване на предавката, околните условия и температурата на въздуха[9].

Съществуват контрасти в ефективността, постигната между различните горива. Газообразният бензин е най-ефективният и най-продуктивният вариант. Двойната или многогоривната подредба предлага допълнителна компетентност чрез адаптивност на горивото. Капацитетът за консумация на различни течни или газови горива може да помогне за радикално намаляване на разхода на гориво, когато разходите за гориво и достъпността варират. Тези иновации позволяват двигателите да работят с нерафиниран петрол и други течни горива точно като газ с променливо качество.

Има различни мерки по отношение на витлото, които могат да се предприемат за подобряване на производителността на гориво. Подходящата поддръжка, отново, е много финансово разбираема. Често спад в производителността с до 5% се разглежда като последица от замърсяване на остри ръбове, наранени ръбове и грапави повърхности. С настоящата информация и авангардно изчислително Fluid Dynamic програмиране, текущият план на витлото, без да се повишават граничните условия като скорост и ширина на витлото, може да подкрепи уменията с до 3%. Промените от отворено витло към канално витло са най-подходящи за плавателни съдове под 15 теглича. Отчитат се увеличение на демонтажа на болард до 25% и повишаване на ефективността на круиз до 15%. Траулери, драги и салфетки се управляват от фабриките на кораби, които биха могли да спечелят от подобно преоборудване. Понякога могат да бъдат възможни много по-големи подобрения, ако скоростта на витлото е калибрирана. Това, както и да е, е фиксирано и ограничено от настройка на двигателя[9].

Използването на енергоспестяващи приспособления, например хидродинамични крайници в областта на витлото, предлага допълнителни мерки за подобряване на уменията на витлото и по тези линии намалява използването на гориво на кораба при дадена крейсерска скорост. Надстройките също могат да бъдат извършени чрез оценка на

необходимата скорост на кораба, което може да контрастира от първите предпоставки. Това може да доведе до вероятност за промяна на импулсната рамка, за да се даде възможност на двигателя да работи в зона на добив/скорост с по-ниско използване на гориво, както и да се пренастрои двигателя, за да позволи на задвижващата рамка да продължи да работи с прогресивно ефективна скорост на витлото за огромно намаление в оползотворяването на горивото (Hu, P., Zhu, N., Zhang, B. и Liu, G. 1998)[9].

2.6. Необходимост от ISO 19030

Днес характеристиките на корпуса и витлото са убиец на ефективността на кораба. Според Коалицията за чисто корабоплаване в MEPC 63-4-8, лошите характеристики на корпуса и витлото представляват около 1/10 от енергийните разходи на световния флот и емисиите на парникови газове. Това показва значителен потенциал за подобрение; 1/10 от енергийните разходи на световния флот и емисиите на парникови газове се изразяват в милиарди долари допълнителни разходи на година и около 0,3% увеличение на емисиите на парникови газове, създадени от човека. Виновниците са комбинация от биозамърсяване и механични повреди. Повечето плавателни съдове напускат новостроителния двор или последващия сух докинг с корпуса и витлото им в добро състояние. Тогава поради комбинация от биологично замърсяване и механични повреди, характеристиките на корпуса и витлото започват да се влошават.

ISO 19030 е друг стандарт за наблюдение на производителността. Той е създаден, за да бъде като цяло задоволителен от корабостроители, корабособственици, производители на мотори, покриващи организации, групиране на социални поръчки, ММО и т.н. Тя дава възможност на собствениците и операторите на кораби да контрастират подредбата на корпуса и витлото и ясна информация, че могат да избират най-ефективните алтернативи за своите кораби. Изчисляване на количеството мощност, необходима за придвижване на кораба през вода с дадена скорост (Каравелас, М., Зайдел, Р. и Цанаки, Е. 2013)[9].

В миналото проблемът беше липсата на количествена измеримост. В случай, че човек не може да го прецени, не може да го наблюдава. В момента на пазара се представят огромен брой стратегии за оценка; някои много страхотни, някои направо ужасни, повечето от тях ограничаващи (черна кутия) и много от тях използват свои собствени измервателни пръчки. Предстои да бъде тестване, както и да е, независимо от най-креативните да разберат на коя от тези техники може да се разчита и на коя не. Също така, стратегиите за оценка имат уникални и непоследователни измервателни пръчки, което води до добив от оценка, който служи за обърквване, а не за обучение. Този стандарт се предлага за всички партньори, които се стремят да приложат задълбочен, но функционален метод за оценка на корекциите в работата на корпуса и витлото. Това могат да бъдат корабособственици и оператори, организации, предлагащи проверка на ефективността, корабостроители и организации, предлагащи поддръжка и покрития на корпуса и витлата. ISO 19030 ще се спре на това по-лесно за лидерите да спечелят от по-ранно време и по този начин ще се уреди с по-добре образовани избори за утрешния ден. Той също така ще даде наистина необходимата яснота на купувачите и продавачите на аванси и администрации, планирани да подобрят работата на корпуса и витлото. Най-накрая, това ще улесни подобни купувачи и търговци да сключват договори, основани на ефективността, и в тази насока по-добре да коригират мотивиращите сили (Karavelas, M., Seidel, R. and Tzanaki, E. 2013)[9].

ISO 19030 рамкира общи стандарти и характеризира както неизпълнение, така и избираеми стратегии за оценка на промените в работата на корпуса и витлото. Стандартът характеризира нуждите от сензори, методологията за оценка, включително различни канали и корекции, точно както да се изчисли набор от четири маркера за ефективност за упражнения, свързани с поддръжка, ремонт и преоборудване на корпуса и витлото. Един от указателите за ефективността е „Ефективност по време на администриране“. Ефективността по време на администриране намеква за нормалната промяна в работата на корпуса и витлото през периода на сух докинг. Ефективността през основната година след скачването се контрастира, а ефективността за всички останали части от междинното скачване редовно от две до четири години. Този маркер за ефективност е ценен за определяне на жизнеспособността на подводния корпус и подредбата на витлото – например използваната рамка за покриване на корпуса[9].

Трите допълнителни маркера за ефективност са „Ефективност на сухо докингиране“, „Задействане на поддръжката“ и „Влияние на поддръжката“:

- <u>Ефективност на докинг на сухо</u>: Корпусът и витлото след сегашното скачване са констатирани и нормалните характеристики от предишните изходящи докувания. Това дава полезни данни за жизнеспособността на докинг (Karavelas, M., Seidel, R. and Tzanaki, E. 2013).
- <u>Спусък за поддръжка</u>: Характеристиките на корпуса и витлото към началото на междинния сух докинг са констатирани и се движат нормално в даден момент. Полезно за вземане на решение кога е необходима поддръжка на корпуса и витлото – включително почистване на витлото или почистване на корпуса.

• Въздействие на поддръжката: Характеристиките на корпуса и витлото в периода, предхождащ повода за поддръжка, се констатират и производителността след него. Това дава полезни данни за решаване на жизнеспособността на повода.

ISO 19030 е наистина широко включващ. Той обхваща какви сензори са необходими, как те трябва да се поддържат, добре подредени системи за разделяне и коригиране на информацията, накрая как трябва да се определят индивидуалните машини за добавяне на производителност.

Стандартът е разделен на три раздела [3]:

1. ISO 19030-1 рамкира общи стандарти за това как да се измерват промените в работата на корпуса и витлото и характеризира 4-те показателя за ефективност за упражнения за поддръжка, поправка и преоборудване на корпуса и витлото.
2. ISO 19030-2 характеризира техниката по подразбиране за оценка на промените в работата на корпуса и витлото. Той също така дава насоки за нормалната прецизност на всеки указател на производителност.
3. ISO 19030-3 начертава опции за разлика от стратегията по подразбиране. Някои ще доведат до по-ниска прецизност като цяло, но ще увеличат целесъобразността на стандарта. Други могат да доведат до същата или по-висока обща точност, но включват компоненти, които не са напълно одобрени за бизнес корабоплаването.

Процедурата за изграждане на ISO19030 започна, когато екологичната неправителствена организация Bellona Foundation проведе случайни разговори за най-добрия начин за подобряване на енергийната производителност в морската част. Фондация Белона потърси мощен и неопровержим подход за намаляване на емисиите на CO2. Поредица от семинари, провеждани съгласно правилата на Chatham House, включваше безмилостно нарастващ брой партньори и подготвени за типично разбиране между организациите за наблюдение на представянето, производителите на оценки, доставчиците на рамка за поддръжка на кораби, социалните поръчки на договорености, корабостроителите и корабопритежателите и техните връзки. Фондация Bellona по този начин проведе съпътстващ повод на събиранията на IMO-MEPC и представи зараждащия се организъм за солиден и ясен стандарт за корпус и производителност на няколко океански срещи[10].

Работата по ISO-стандарта започна през юни 2013 г., когато беше сформирана Работна група 7 по SC2 TC8. Проведоха се поредица от срещи на Работна група. Осло (юни 2013), Токио (ноември 2013), Хамбург (юли 2014), Пусан (ноември 2014), Сан Рамон (февруари 2015) и Копенхаген (септември 2015)[10].

Този стандарт има за цел разликата в характеристиките на корпуса и витлото на един кораб след известно време, ясно контрастираща с неговите собствени характеристики. Корабите-сестри се уважават, че имат уникални профили на производителност, зависещи от обмена и териториите на дейност. Стандартът не е създаден като инструмент за класиране на кораби или класове кораби. Стандартът изчислява относителна, а не пълна ефективност. Работната група признава, че "силните" кораби, например кораби за управление в морето, теглещи кораби, кораби и т.н. и кораби с непредсказуеми примери за обмен са по-малко склонни да предоставят предимства на ISO 19030. Фокусната точка на този стандарт е ограничена до корпуса и характеристиките на витлото и не покриват общото представяне на кораба. Покриването на общите характеристики на кораба би било по-тестово начинание, тъй като включва характеристиките на моторния влак, естеството на горивото, препятствията от вятъра, точно както различни двигатели на енергийни умения, използвани на борда на кораб. Този първи цикъл на стандарта за изпълнение на корпуса и витлото разпръсква витла с единичен или двоен ход[10].

За да се включат например витло(и) с променлив ход, подходът ще трябва да се разшири допълнително. Наличното витло(и) с променлив ход включваше тънкости, които основното изпълнение на този стандарт не беше подходящо да задължи. Подкрепата за витлата с променлив ход ще бъде - винаги, когато е легитимирана - ще бъде включена в по-късните актуализации на стандарта. Техниката по подразбиране (част II) разкрива как корабособствениците и операторите могат да постигнат най-точната оценка на промените в работата на корпуса и витлото. Техниката по подразбиране зависи от използването на оборудване за оценка, данни, стратегии и подходи, които са общодостъпни и глобално възприемани. Това ще продължи след известно време и корекциите на стандарта ще отговарят на подобрените методологии.

Различните кораби няма да бъдат оборудвани с хардуер за оценка, данни, системи и процедури, които са необходими за изпълнение на стратегията по подразбиране. Раздел 3 проследява опциите за разлика от техниката по подразбиране за оценка на промените в работата на корпуса и витлото и характеризира въздействията, които

[3] ISO 19030 Pages 152-154, "Statistical analysis of marine vessel sensor data using SPM under ISO standard 19030"Pages 37-40, "An empirical investigation of hull and propeller vessel performance under the

тези опции ще имат върху точността. Раздел 3 представя посредници или избираеми оценки и чертежи как те ще повлияят на общата прецизност. По-голям брой представени избори, съчетани с промени в периодите на повтаряне и оценка на събирането на информация, ще намалят точността. За определени приложения по-ниска прецизност може дори сега да е задоволителна за клиента на стандарта. Определянето на достойни критерии за оценка ще разчита на интересните точки на кораба, дейностите и предвиденото използване на показателите за ефективност. Непрекъснатото наблюдение дава повече фокуси върху информацията, за да позволи по-забележима прецизност по време на по-кратки периоди на оценка и да намали човешката грешка и да канализира различни условия (например преходни условия и ужасен климат). Постоянната проверка е необходимост от стратегията по подразбиране. Детайлирането в ранния следобед все още е типична практика на много плавателни съдове. Разкриването в ранния следобед е налице като алтернатива частично (Каравелас, М., Зайдел, Р. и Цанаки, Е. 2013).

Раздел 2 съдържа най-малкото необходимост, илюстрираща подробности за инструмента, методи за поддръжка и настройка. Избирателната стратегия в част 3 предлага няколко междинни избора с избираеми оценки. Точността на една оценка се контролира от двете нейната сигурност и точност (ISO 5725). Сигурността намеква за близостта на средната стойност на резултатите от оценката до истинската оценка, а точността намеква за близостта на разбирането вътре в индивидуалните резултати. Точността е компонент както на повторяемостта, така и на възпроизводимостта, където възпроизводимостта намеква за разнообразието, което се появява, използвайки подобен процес на оценка между различни инструменти и оператори и за по-дълги периоди от време. Стратегиите за оценка значително влияят върху възпроизводимостта и по този начин върху точността на указателите за производителност[10].

Причината за точността в този ISO стандарт е в съответствие с ISO 5725-1 Точност (истински и прецизност) на техниките и резултатите за оценка. Три значими източника на уязвимост, влияещи върху точността на указателите за производителност, са:

- уязвимост при оценка (например идентифицирана с прецизността на сензора - както уязвимостта, която може да се види при тест на изследователски съоръжение в перфектни условия, така и всяка допълнителна уязвимост, която може да бъде идентифицирана с установяването, поддръжката и задачата на сензора от оператор)
- уязвимост, представена с помощта на пример, нормална или обща оценка на параметър, когато този параметър е променлив с времето (например използване на нормална скорост на вятъра за някакъв неопределен период от време)
- уязвимост, представена с помощта на условия, които по същество рационализират връзките за справяне с непредсказуемостта или в резултат на дефектни данни (например използване на предварителна информация за океана за ревизии на чернови или предположение в уравнението на Адмиралтейството, когато се използва за стандартизиране на информация, изчислена за конкретна проект към референтен проект)[10].

Като се има предвид, че този стандарт оценява относителните промени в производителността, контрастираща реакция от скоростта, оценена чрез регистрационни файлове за скорост и GPS показания, е всичко друго, но не и притеснение, ако е последователно. След това поплавъкът на сензора отново ще бъде проверен и ще се задейства настройката. Стандартът очаква инструментите да се коригират според решенията на производителите. Клиентите на този стандарт могат да използват фиксирана скорост вместо интензитет като последователност. Увеличението на мощността ще бъде регистрирано от проблеми със скоростта, като се използват референтните завои на скоростта[10].

Глава 3
Методология

За да бъде разработена планирана система за техническо обслужаване на корабите, служеща за подържане на състоянието на КПК базирайки се на Стандрат ISO 19020 и Стандрат ISO Standard 19030 и за подобряване на ефективността на КПК и позовавайки се на източник [56] е направено предписание за приложение на методика за оценка на съответсвието на елементите на КПК и прогнозиране на промените в резултат на експлоатацията.

3.1. Оценка на корелацията между елементите на КПК (SPC) чрез усъвършенстваната двойна диграма

На Фиг. 1.1.3 се показана усъвършенастваната двойна диаграма [5] в координатните системи „мощност N – обороти на витлото n“ и „скорост на кораба V – обороти на витлото n“, изградена с обща абсцисса n

Следните две функции са изградени в координатната система N - n:

-Ограничителна характеристика на двигателя (права линия 1). Той предоставя информация за наличната мощност на двигателя, т.е. за мощността, която двигателят може да развие при съответните обороти на вала, без да причинява механично или термично претоварване. Ако се използва ограничителната характеристика на номиналния въртящ момент, нейното уравнение е права линия, която минава през нулевата точка на координатната система.

$$N = 2\pi M_н n, [W]$$

Характеристика на витлото на двигателя (крива 2). Той предоставя информация за мощността, предавана от двигателя към витлото при съответните обороти на вала.

Две функции също са вградени в координатната система V - n:

- Преносна функция на витлото (права линия 3). Той представлява връзката между скоростта на кораба и оборотите на витлото.

- Ограничителна характеристика на двигателя (крива 4). Той предоставя информация за скоростта, която витлото на кораба може да осигури при съответните обороти, ако двигателят работи на своята ограничителна характеристика.

Изграждането на графичните зависимости (криви 1, 2 и 3) в работни условия не е трудно. Ограничителната характеристика на двигателя може да бъде представена и в координатната система V - n.

Съгласно [4] въртящият момент, консумиран от витлото, може да бъде представен с уравнението

$$M = A_{20} n^2 - B_{20} n V, [N.m] \qquad (1.2.1)$$

където

V е скоростта на двигателя, m/s;

A20, B20 – коефициенти, които зависят от параметрите на винта и се определят от изразите

$$A_{20} = \rho D^5 a_2, [kg.m^2]; \; B_{20} = \rho D^4 b_2, [kg.m], \qquad (1.2.2)$$

където ψ коефициент на попътния поток;

ρ - плътност на моркската вода ($\rho = 1025 kg/m^3$);

D – диаметър на винта, m;

n – честота на въртене на винта, s-1.

Стойностите на коефициентите a2 и b2 зависят от броя на лопатките на витлото i, от съотношението на стъпката H / D и от съотношението на диска Θ. Зависимостите за определяне на a2 и b2 са разгледани в следващата глава. Уравнението (1.2.1) е удобно за въвеждане на характеристиката на двигателя в координатната система V - n. За тази цел уравнението се трансформира в следното

$$V = \frac{A_{20}}{B_{20}} n - \frac{M}{B_{20} n}, [m/s] \qquad (1.2.3)$$

Като се има предвид, че максималният въртящ момент, приложен към витлото за всички режими, не може да бъде по-голям от въртящия момент на двигателя, определен от ограничителната характеристика, се оказва, че

$$V = \frac{A_{20}}{B_{20}} n - \frac{M_0(n)}{B_{20} n} \qquad (1.2.4)$$

С представянето на уравнение (1.2.4) в координатната система V - n, опростената характеристика на движение придобива същите възможности за анализ, каквито има паспортната диаграма. Ако работим с пределната

характеристика при номиналния въртящ момент Мс = Мн = const, зависимостта (1.2.3) е уравнение на хиперболата с асимптоти отрицателна посока на оста V и правата линия

$$V = \frac{A_{20}}{B_{20}} n$$

Функция (1.2.4) пресича оста n в точката

$$n_0 = \sqrt{\frac{M_н}{A_{20}}} \qquad (1.2.5)$$

Стойността no представлява оборотите на витлото при работа в условия на акостиране.

За идентифициране на състоянието на задвижващия комплекс се използва методът на пресичане на предавателната функция V (n) с пределната характеристика на двигателя в координатната система V-n. Ограничаващата характеристика на двигател, работещ с хидродинамично лек витло, пресича линиите V = Vп = const при n> nн (фиг. 1.2.1). Ограничаващата характеристика на двигател, работещ с хидродинамично оптимално витло, пресича линията V = Vп = const при n = nн (фиг. 1.2.2). Двигател с хидродинамично тежко витло има пределна характеристика, пресичаща линиите V = Vп = const при n < nн (фиг. 1.2.3). Предавателната функция на витлото при съпротивление на корпуса, равно на проектното, пресича граничната характеристика на двигателя в точка с ордината V = Vп. При съпротивление, по-малко от проектираното, пресечната точка е с ординатата V> Vп, а за съпротивление, по-голямо от проектираното - с ординатата V < Vп (фиг. 1.2.1., 1.1.2 и 1.2. 3).

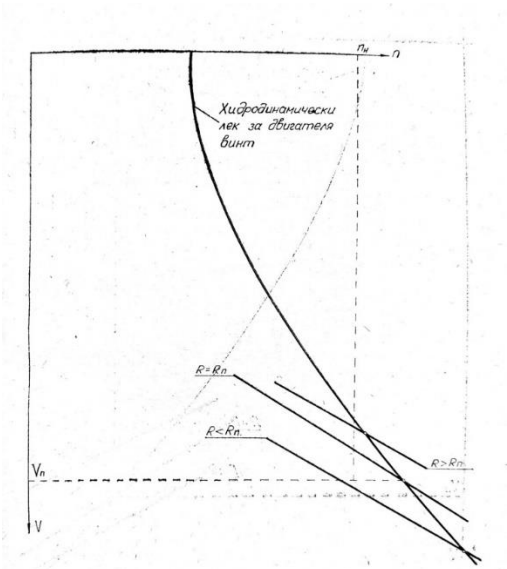
В зависимост от това дали при номиналната скорост витлото консумира мощност, по-малка, равна или по-голяма от проектираната, комплексът се характеризира като работещ съответно в леки, оптимални или тежки хидродинамични условия.

Фигури от 1.2.4 до 1.2.12 показват подобрените двойни диаграми, които съответстват на деветте случая на съответствие между елементите на задвижващия комплекс. На фигури 1.2.4, 1.2.5 и 1.2.6 са представени характеристиките на задвижващите комплекси, които се характеризират с по-малко действително съпротивление на корпуса от проектираното и хидродинамично леко витло (фиг. 1.2.4), оптимален (фиг. 1.2. 5) и тежък (фиг. 1.2.6) спрямо двигателя.

Фигури 1.2.7, 1.2.8 и 1.2.9 показват характеристиките на задвижващи комплекси, характеризиращи се с действително съпротивление на корпуса, равно на проектираното, и хидродинамично леко витло (фиг. 1.2.7) , оптимален (фиг. 1.2.8) и тежък (фиг. 1.2.9) спрямо двигателя.

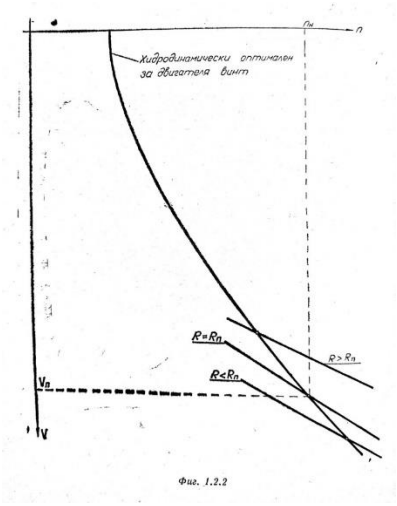
Винт, който е хидродинамично лек спрямо двигателя

Стойността no представлява оборотите на витлото при работа в условия на акостиране.



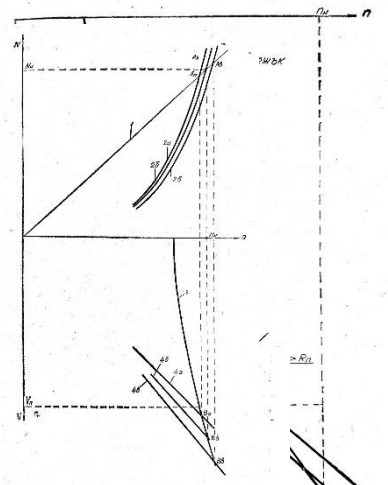
Фиг. 1.2.1

Винт, който е хидродинамично оптимален спрямо двигателя

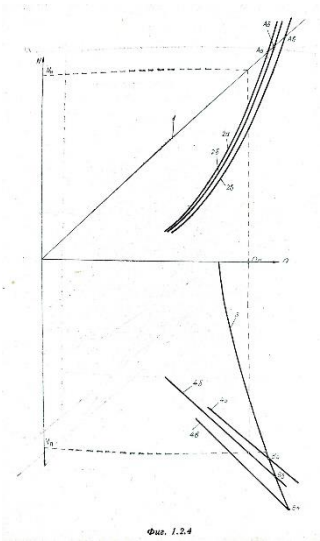


Фиг. 1.2.2

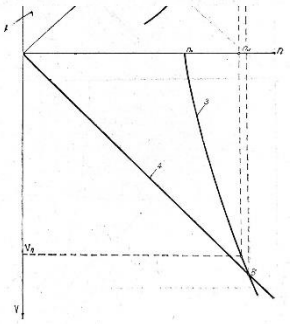
Винт, който е хидродинамично тежък спрямо двигателя



Фиг. 1.2.6



Фиг. 1.2.4



Фиг. 1.2.5

На фигури 1.2.10, 1.2.11 и 1.2.12 са представени характеристиките на задвижващи комплекси, характеризиращи се с действително съпротивление на корпуса, по-голямо от проектираното, и с хидродинамично леко витло (фиг. 1.2.10).), оптимален (фиг.1.2.11) и тежък (фиг.1.2.12) спрямо двигателя.

Комплекси с хидродинамично лек спрямо двигателя и съпротивление на корпуса, по-малко от проектираното (фиг. 1.2.4), в зависимост от съотношението между относителната лекота на витлото и относителната лекота на корпуса, може да бъде в едно от трите състояния. За първото състояние е характерно, че при n = nн корабът не достига проектната си скорост (крива 4а), а за второто състояние, че при еднаква относителна лекота на витлото и корпуса при n = nн корабът развива проектната си скорост. скорост (крива 46). Възможно е и състояние, при което при n = nн скоростта е по-висока от проектираната (крива 4в). И в трите случая комплексът работи при хидродинамично леки условия.

Когато комплексът има оптимално витло и R <Rn при n = nн корабът плава със скорост V > Vн (фиг. 1.2.5).

Комплексите с хидродинамично тежки витла и съпротивление по-малко от номиналното (фиг. 1.2.6), в зависимост от съотношението на относителната лекота на корпуса и относителното тегло на витлото, могат да бъдат в едно от трите състояния.

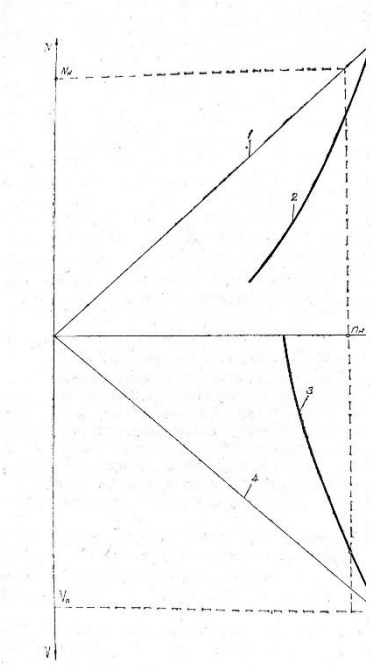
Когато относителното тегло на витлото (криви 4а и 2а) преобладава, валът на двигателя не може да достигне номиналната скорост. Скоростта на кораба обаче е по-висока от проектираната. Комплексът работи в хидродинамично тежки (тежки) условия.

Когато преобладава относителната лекота на корпуса (криви 4в и 2в), валът на двигателя достига номинална скорост и корабът плава при n = nн със скорост, по-голяма от проектната. Комплексът работи при хидродинамично осветени условия.

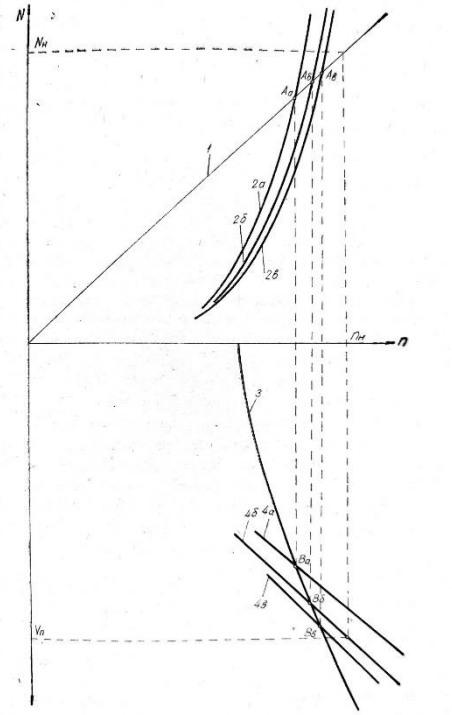
Криви 46 и 26 показват състояние, което се характеризира с хидродинамично оптимални условия на работа на комплекса (при n = nн консумацията на мощност е равна на номиналната). В този случай корабът плава с по-висока скорост от предвидената.

Когато съпротивлението е равно на номиналното с хидродинамично леко витло, корабът плава със скорост, по-малка от проектната (фиг. 1.2.7).

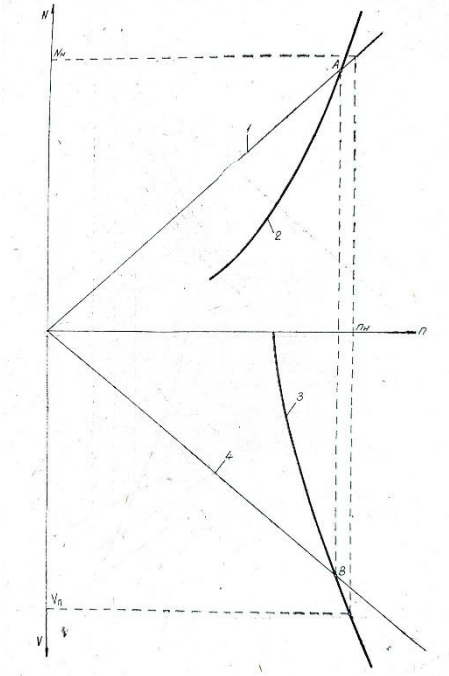
При хидродинамично оптимално витло и n = nн се реализира V > Vн (фиг. 1.2.8).



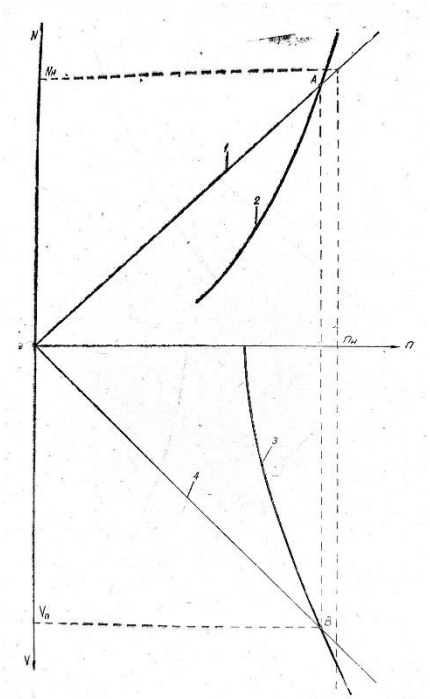
Фиг. 1.2.7



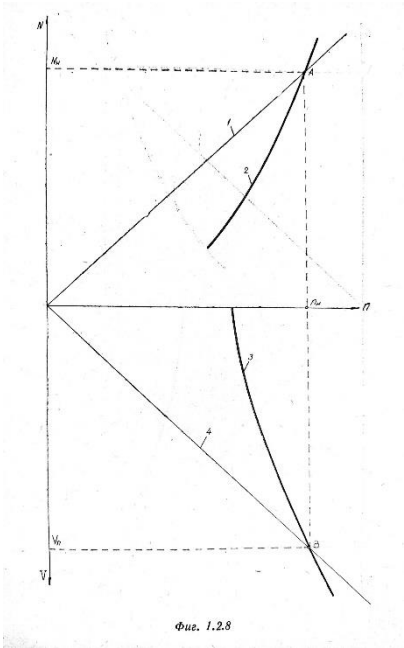
Фиг. 1.2.12



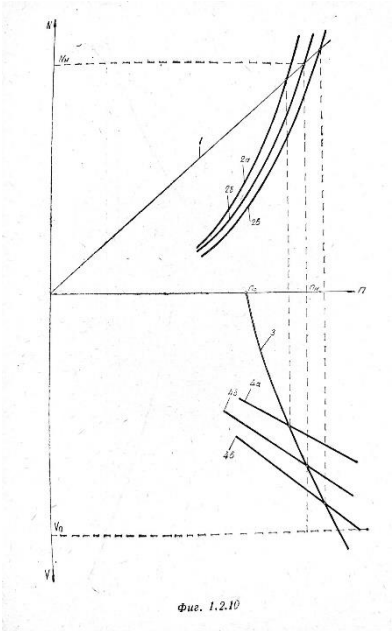
Фиг. 1.2.11



Фиг. 1.2.9



Фиг. 1.2.8



Фиг. 1.2.10

Когато витлото е тежко и R = Rn , валът на двигателя не достига номиналните обороти (фиг. 1.2.9). Проектираната скорост се постига при n < nн.

Комплексите с хидродинамично леки витла и съпротивление на корпуса, по-голямо от проектираното (фиг. 1.2.10) могат да бъдат в едно от трите състояния в зависимост от съотношението между относителната лекота на витлото и относителното тегло на корпуса.

Когато влиянието на витлото е преобладаващо, комплексът работи в хидродинамично светли условия (криви 2в и 4в). При n = nн се постига скоростта на кораба V = Vп. Когато влиянието на корпуса е преобладаващо, комплексът работи в хидродинамично тежки условия (криви 2а и 4а). Валът на двигателя не достига номиналните обороти, а корабът не достига проектната скорост.

Ако относителното тегло на корпуса и относителната лекота на витлото са равни, комплексът работи в хидродинамично оптимални условия (при n = nн консумира номиналната мощност). Характерно е, че валът на двигателя достига номиналните обороти, но проектната скорост на кораба не се достига (криви 26 и 46).

Когато витлото е оптимално за двигателя и R> Rп , валът на двигателя не достига номиналните обороти и корабът не достига проектната скорост (фиг. 1.2.11).

Най-неблагоприятно е състоянието на комплекса, когато витлото е тежко за двигателя и R> Rп (фиг. 1.2.12). В този случай комплексът работи в хидродинамично тежки условия, валът на двигателя не достига номиналните обороти, а корабът не достига проектната скорост.

При идентифицирането на условията на задвижващия комплекс в тази книга, авторите са отстранили някои неточности, допуснати до момента в литературата, при оценката на съпротивлението на корпуса. Фигури от 1.2.4 до 1.2.12 показват, че от гледна точка на достигане на проектната скорост деветте типа корабни задвижващи комплекси могат да бъдат разделени на две големи групи.

Първата група включва тези задвижващи комплекси, по време на работа на които с чист корпус корабът плава с проектната си скорост или със скорост, по-висока от номиналната. Такива са задвижващите комплекси, показани на фигури 1.2.46, 1.2.4в, 1.2.5, 1.2.6, 1.2.8 и 1.2.9. Втората група включва задвижващите комплекси, по време на работа на които с чистия си корпус корабът плава със скорост, по-малка от проектираната. Такива са задвижващите комплекси, показани на фигури 1.2.6 (крива 4а), 1.2.7, 1.2.10, 1.2.11 и 1.2.12.

Фигури 1.2.13, 1.2.14 и 1.2.15 анализират начина, по който се променят скоростта на кораба, консумираната мощност и оборотите на вала на двигателя в процеса на работа между две последователни докувания. Характеристиките на комплекса след замърсяване на корпуса са представени с кривите 2' и 4'. Ан и Вн са работните точки в началото на операцията с чист корпус, а Ак и Vк са съответните работни точки в края на

експлоатационния период при определена степен на замърсяване на корпуса. Плътните линии представят закона, в който се променят скоростта на кораба и консумираната мощност в интервала между докувания.

На фиг. 1.2.13 е представена промяната на корелацията между елементите на задвижващи комплекси, които при чист корпус се характеризират с действително съпротивление, по-малко от проектното.

На фигури 1.2.14 и 1.2.15 е показано изменението на корелацията между елементите на задвижващи комплекси, които при чист корпус имат съпротивление, равно или по-голямо от проектираното.

В зависимост от вида на съотношението между елементите на задвижващия комплекс, промяната в оборотите на вала, мощността на двигателя и скоростта на кораба в процеса на работа на кораба в периода между две последователни скачвания настъпва в различен начин. В четири от комплектите (комплекси № 1, 2, 4 и 7 - фигури 1.2.13а, 1.2.13, 1.2.14 и 1.2.15) в началния етап на периода между докувания скоростта на движение намалява и консумираната мощността се увеличава при запазване на номиналната скорост на коляновия вал на двигателя, а след известна степен на замърсяване на корпуса на кораба - при намаляване на оборотите. В останалите комплекси промените в скоростта на плаване и на консумираната мощност в процеса на работа в периода между две последователни скачвания са съпроводени с непрекъснато намаляване на оборотите на вала на двигателя.

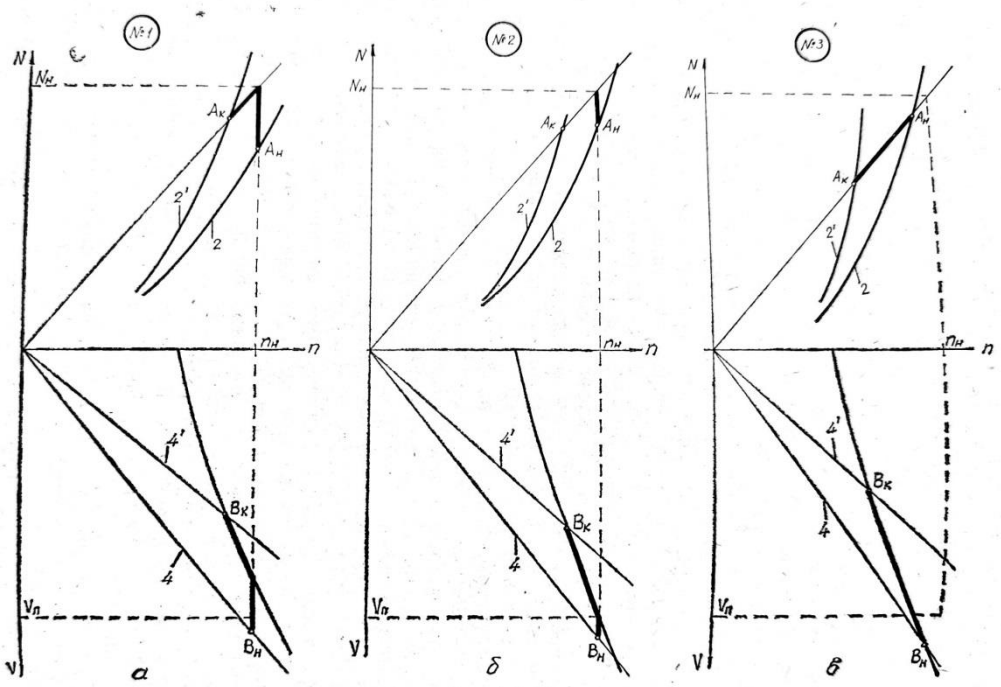
Двойната диаграма позволява да се оцени степента на разлика между действителното и теоретичното съпротивление (фиг. 1.2.16) и промяната в съпротивлението в хода на експлоатация.

Общото съпротивление на корпуса се определя от зависимостта

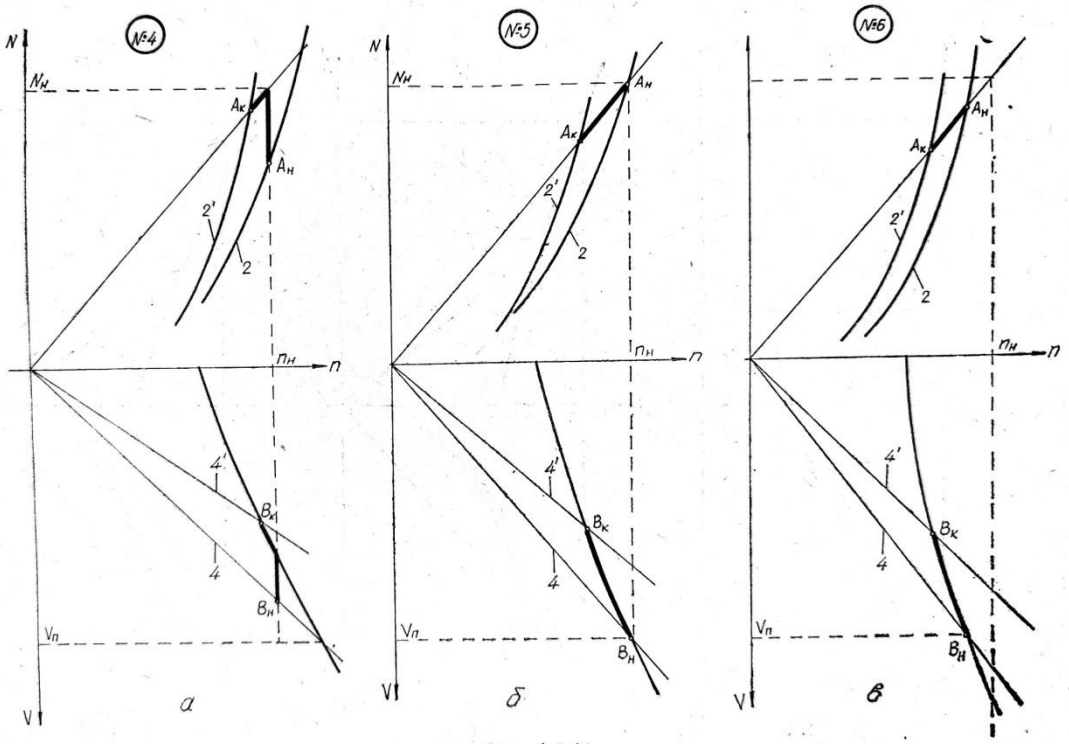
R=c.V2,

където с е коефициентът на съпротивление на корпуса, Pa s2;

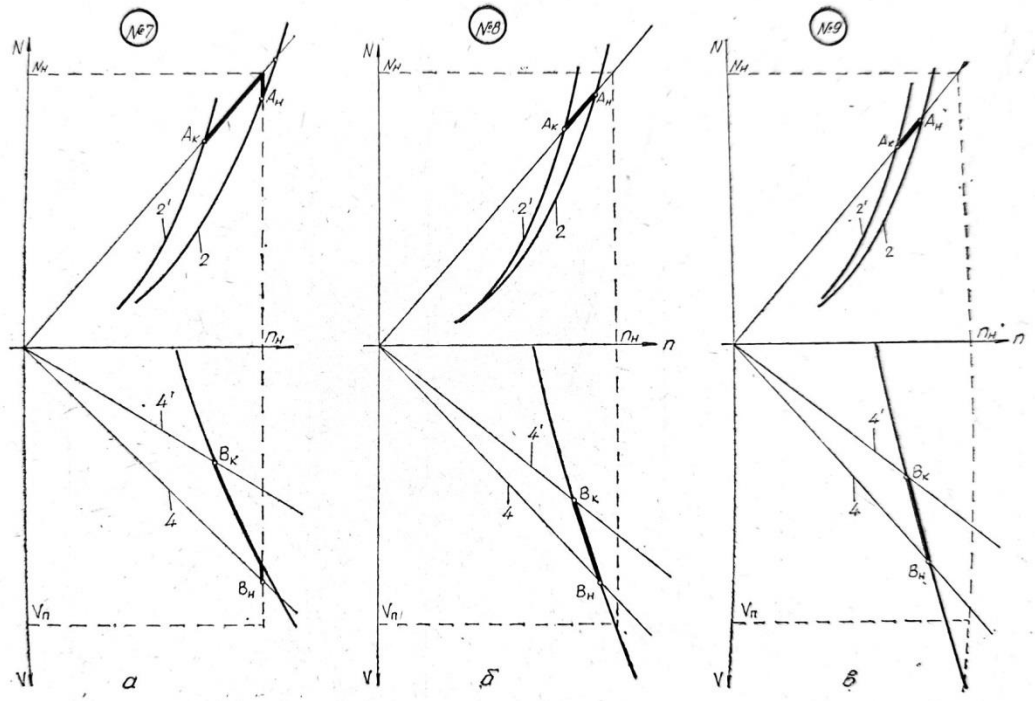
V - скоростта на кораба, m / s.



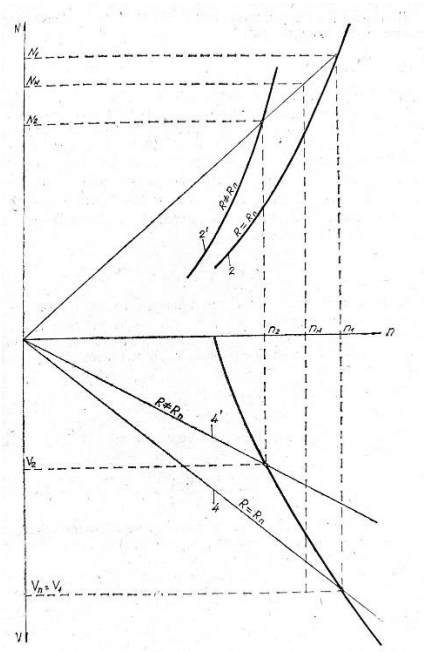
Фиг. 1.2.13



Фиг. 1.2.14



Фиг. 1.2.15



Фиг. 1.2.16

В условията на стационарен режим е изпълнено следното равенство на мощностите

$$RV = N\eta \text{ or } cV^3 = N\eta \qquad (1.2.6)$$

където η е ефективността на витлото.

За оценка на действителното съпротивление се използва фактът, че граничната характеристика на двигателя в координатната система V - n и предавателната функция на витлото при съпротивление, равно на проектираното, се пресичат в точка с ординатата V = Vп (Фиг. 1.2.16). Тази точка съответства на скоростта на вала n1 и мощността на двигателя N1. Това важи при съпротивление, равно на проектираното, с = сп. В този случай уравнението (1.2.6) дава вида

$$c_П V_П^3 = N_1 \eta \qquad (1.2.7)$$

Всъщност R ≠ Rп и предавателната функция на витлото (крива 4 ') има вида, показан на фиг. 1.2.16. Той пресича граничната характеристика на двигателя в точка с координати n2 и V2. Тази точка съответства на мощност N2 и уравнението (1.2.6) има вида

$$cV_2^3 = N_2 \eta \qquad (1.2.8)$$

След разделяне на уравнения (1.2.7) и (1.2.8) получаваме

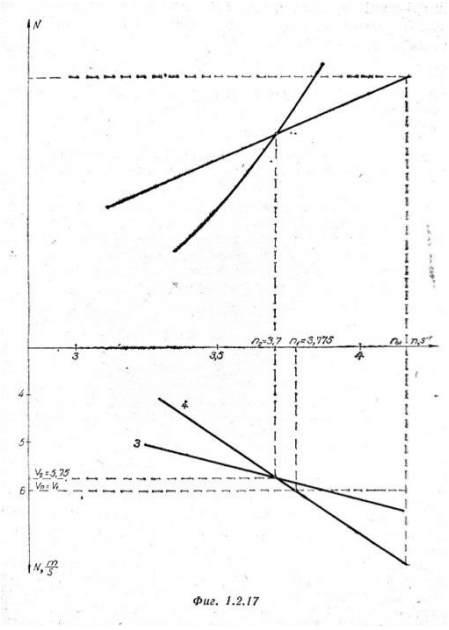
$$\frac{c}{c_П} = \frac{N_2}{N_1}\left(\frac{V_П}{V_2}\right)^3 \qquad (1.2.9).$$

Уравнението (1.2.9) дава възможност да се определи количествено степента на разлика в коефициента на съпротивление на кораба.

Ако се работи с характеристиката за ограничаване на въртящия момент, N2/N1=n2/n1, тогава уравнението (1.2.9) приема формата

$$\frac{c}{c_П} = \frac{n_2}{n_1}\left(\frac{V_П}{V_2}\right)^3 \qquad (1.2.10)$$

Например за задвижващ комплекс, чиито характеристики са показани на фиг. 1.2.17. с помощта на предложения метод действителният коефициент на съпротивление се определя, както следва. Фигурата позволява отчитане на координатите на пресечната точка на предавателната функция и ограничителната характеристика n2 = 3,7 s -1, V2 = 5,75, m / s. Точката на пресичане на пределната характеристика с правата V= Vп = 6 m/s = const има абсцисата n1=3,775 s-1. След заместване в израза 1.2.10 получаваме с/сп = 1,1135, което означава, че действителният коефициент на съпротивление на корпуса е с 11,35% по-висок от теоретичния.



Фиг. 1.2.17

3.2. Изграждане на подобрената двойна диаграма според оперативните тестови данни.

За да се изгради двойната диаграма, се провеждат експериментални изследвания в реална експлоатация. Отделно ще бъдат разгледани проблемите, свързани с изграждането на всяка от графичните зависимости на двойната диаграма и с технологията на експеримента, който е необходимо да се извърши за получаване на тези зависимости.

3.2.1. Изграждане на характеристиката на витлото на двигателя и на предавателната функция на витлото

За изграждане на характеристиката на витлото на двигателя N = N (n) и предавателната функция на витлото V = V (n) е необходимо да се проведат експерименти в няколко различни режима на работа на главния двигател. За целта е необходимо експериментът да се проведе при тихо време и корабът да плава по прав курс. За всеки режим е необходимо да се измери скоростта на въртене на вала на двигателя n1 , n2 n3, ... nk, скоростта на кораба V1.V2, ..., Vk и съответната мощност на главния двигател Nl, N2,. . , Nk. Броят на режимите трябва да бъде най-малко три. Най-удобно е опитите да се провеждат на бреговата измервателна миля. За всеки режим на плаване трябва да се направят поне три бягания. При всяко изпълнение се измерват стойностите n, V, N и се изчисляват средните им стойности за дадения режим. Когато превключвате от един режим в друг, трябва да изчакате известно време, докато се установят постоянните параметри на следващия режим. Измерванията за следващия режим трябва да започнат само след установяване на стабилните параметри.

Според данните, получени от така проведените експериментални изследвания,

n1, V1, N1

n2, V2, N2

.....

.....

.....

nk, Vk, Nk

функциите N (n) и V (n) се изграждат по точки.

Скоростта на въртене на вала на двигателя се измерва с тахометър или чрез отчитане на оборотите за определено време. Скоростта на кораба се измерва чрез изоставането на кораба или измервателната миля по известните

навигационни начини. Отделна глава от книгата е посветена на измерването на ефективната мощност на основните морски двигатели с вътрешно горене.

3.2.2 Изграждане на ограничителната характеристика на двигателя

За да се оцени степента на съответствие между елементите на корабния задвижващ комплекс, трябва да се знае ограничителната характеристика на главния двигател. Характеристиките, които ограничават натоварването на двигателя (ограничителни характеристики) са зависимостта на параметрите на двигателя от оборотите на неговия вал, което осигурява надеждна работа при постоянно допустимо топлинно и механично натоварване или при някаква предварително договорена степен и продължителност на претоварване.

Под топлинното натоварване на двигателя трябва да се разбира обобщена концепция за топлинното състояние на частите от групата цилиндър-бутала, която определя производителността и надеждността на тези часове в експлоатация. Индикатори за термично напрежение могат да бъдат температурата на стените на цилиндровите облицовки, буталото и главата от страната на газовете и охладената страна, както и температурната разлика между тези две страни, която определя термичните напрежения и деформации . Като индикатор за топлинното натоварване в съвременните бавнооборотни двутактови двигатели с турбокомпресор се използва температурата на короната на буталото от страната на газа t бут), както и температурата на работната повърхност на цилиндровата обшивка (t вт) на нивото на първия бутален пръстен, когато буталото е в горната си мъртва точка.

Механичното натоварване се оценява от максималните напрежения в най-тежко натоварените части на двигателя. Основните показатели за механично натоварване са стойността на средния въртящ момент, максималното налягане на горене Pmax скоростта на нарастване на налягането dP/dφ, съотношението между максималното налягане на горене и средното индикаторно налягане, степента на повишаване на налягането Pmax, /Pнвг, което представлява съотношението на максималното налягане на горене към налягането в началото на видимото горене. Според съвременните представи параметрите, от които основно зависи механичното натоварване на съвременните бавнооборотни двутактови двигатели, са максималното налягане на горене и максималното налягане на задвижване.

Pmax= Pz - Pj,

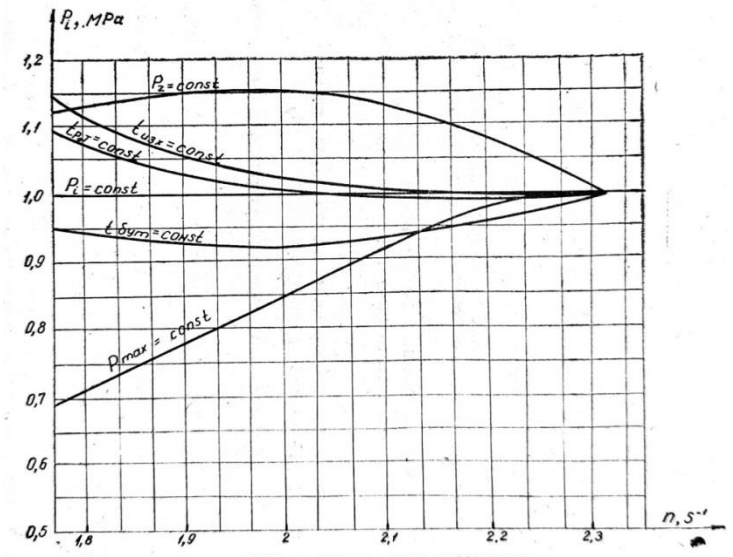
където Pj е налягането, причинено от инерционните сили.

Изборът на режима на работа на съвременните нискооборотни двутактови двигатели трябва да се извършва по такъв начин, че нито един от основните параметри, характеризиращи механичното и термичното натоварване, да не надвишава стойностите, които има при номинална мощност и номинална скорост, за които производителят гарантира надеждна работа. Ограничаващите характеристики най-често се изграждат в Pj - n или Ni - n координатни системи на базата на резултати, получени при специално организирани тестове. Обикновено се изграждат изопараметричните характеристики, показани на фиг. 1.3.1.

Работата на двигателя в точка над изопараметрична характеристика означава, че двигателят е бил претоварен от съответния параметър. Следователно най-ниската изопараметрична характеристика трябва да бъде избрана като ограничаваща характеристика.

Теоретичните и експерименталните проучвания показват, че в случай на четиритактови двигатели без принудителна индукция и в случай на двутактови двигатели с продухващи помпи с положителен обем може да се използва граничната характеристика според номиналния въртящ момент или според номиналното средно ефективно налягане като надеждна ограничаваща характеристика, но трябва да се внимава Pmax да не надвишава стойностите, предписани за номиналния режим.

Изопараметрични гранични характеристики на B&W 662 -VF2BF-140



Изопараметрични ограничителни характеристики на двигател B&W 6B2-VF2BF-140

Фиг. 1.3.1

При четиритактови и двутактови двигатели с центробежни турбокомпресори е необходимо да се познават най-надеждните ограничителни характеристики, т.е. при тези двигатели работата според ограничителната характеристика при номинален въртящ момент не гарантира защита от механични и термични претоварвания. .

Към категорията на физическите характеристики на двигателя принадлежи и ограничителната характеристика според подаването на гориво на горивната помпа, която е изградена в координатна система N-n. При липса на данни от производителя за тази характеристика, формулата на G.V. Обикновено се използва Мелников [17].

Формула

което е приложимо за всички двигатели с nн ≤ a27, s-1.

В тази формула $a = \sqrt{\frac{\Delta q_m}{\Delta q_{mн}}}$ е коефициентът, характеризиращ закона за промяна на подаването на гориво на цикъл по време на работа в съответствие с ограничителната характеристика на помпата. Ако подаването на гориво за цикъл е постоянно, a = 1;

Nн - номиналната мощност на двигателя;

nн - номиналната скорост на вала.

3.2.3. Изграждане на пределната характеристика на двигателя в координатна система V-n

Уравнението на пределната характеристика на двигателя в координатната система V-n има вида

$$V = \frac{A_{20}}{B_{20}} n - \frac{M_0(n)}{B_{20} n} \qquad (1.3.1)$$

Тук Mo е въртящият момент на двигателя при работа на ограничителната характеристика

$$M_0 = \frac{N_0(n)}{n 2\pi} = M_0(n)$$

Когато ограничителната характеристика на въртящия момент се използва като ограничаваща характеристика, Mo=Mн= const.

За да се построи функцията (1.3.1) е необходимо да се познават стойностите на коефициентите A20 и B20. Те трябва да се определят при работни условия. За целта трябва да се организират специални експериментални изследвания. Ще разгледаме последователно задачите за определяне на коефициентите A20 и B20.

3.2.3.1. Определяне на коефициент A20 в работни условия

За да се определи A20, е необходимо да се проведе експеримент в режим на акостиране. След акостиране на кораба, стойностите на n1 , n2 , ... nk и Nl, N2,. . , Nk. се измерват в няколко режима. Използвайки тези данни, въртящият момент Ml, M2,. .. , Mk, произведен от двигателя, се изчислява за всеки от режимите.

В режим на акостиране се получава V = 0 и при използване на (1.3.1.).

$$M = A_{20} n^2 \qquad (1.3.2)$$

Измерените стойности на n и M трябва да отговарят на уравнение (1.3.2). Следователно стойността на коефициента A20 може да бъде изчислена от това уравнение. След обработка на експерименталната информация по метода на най-малките квадрати се получава следната формула за изчисляване на коефициента A20:

$$A_{20} = \frac{\sum_{i=1}^{k} M_i n_i^2}{\sum_{i=1}^{k} n_i^4} \qquad (1.3.3)$$

В този експеримент въртящият момент може да бъде измерен директно, но за тази цел е необходимо специално оборудване.

3.2.3.2. Определяне на коефициент B20 в работни условия

Най-простият начин за определяне на коефициент B20 е да се принуди корабът да плава, като двигателят работи на неговата ограничителна характеристика и да се използва стойността на скоростта на кораба и да се изчисли B20 по уравнение (1.3.1). Тази възможност съществува само на теория и затова трябва да се търси друг подход. Ще бъдат разгледани два метода.

Първи метод.

В резултат на морските изпитания бяха получени следните експериментални данни:

n1, V1, N1

n2, V2, N2

.....
.....
.....
nk, Vk, Nk

Първо, експерименталната зависимост N (n) се изобразява с израза

$$N = an + bn^2 + cn^3 \qquad . (1.3.4)$$

Всъщност ще има разлики

$$N_1 - (an_1 + bn_1^2 + cn_1^3) = \varepsilon_1$$
$$N_2 - (an_2 + bn_2^2 + cn_2^3) = \varepsilon_2$$

.....

$$N_K - (an_K + bn_K^2 + cn_K^3) = \varepsilon_K$$

към който ще приложим метода на най-малките квадрати. По този начин получаваме уравненията за определяне на неизвестните коефициенти a, b, c се получават от приближението (1.3.4)

$$\left|\begin{array}{l} a\sum_{i=1}^{k} n_i^2 + b\sum_{i=1}^{k} n_i^3 + c\sum_{i=1}^{k} n_i^4 = \sum_{i=1}^{k} N_i n_i \\ a\sum_{i=1}^{k} n_i^3 + b\sum_{i=1}^{k} n_i^4 + c\sum_{i=1}^{k} n_i^5 = \sum_{i=1}^{k} N_i n_i^2 \\ a\sum_{i=1}^{k} n_i^4 + b\sum_{i=1}^{k} n_i^5 + c\sum_{i=1}^{k} n_i^6 = \sum_{i=1}^{k} N_i n_i^3 \end{array}\right. \qquad (1.3.5)$$

След това експерименталната зависимост V (n) се представя с аналитичния израз

V = α. N (1.3.6)

Коефициентът α се определя по метода на най-малките квадрати

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^{k} V_i n_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i^2} \qquad (1.3.7)$$

След решаване на (1.3.5) може да се изчисли скоростта на въртене на вала на двигателя n0, което съответства на работата по ограничителната характеристика. Тази скорост се определя от равенството на мощностите

$$an_o + bn_0^2 + cn_0^3 = N_0(n_0) \qquad (1.3.8)$$

При решаване на алгебричното уравнение (1.3.8) се определя необходимата скорост на вала и тя от своя страна се използва за изчисляване на скоростта на кораба, която съответства на работата на двигателя по неговата пределна характеристика

Vo= αn0.

Стойностите на n0 и стойността на V0 определят точка от граничната характеристика (1.3.1). Тези стойности позволяват да се изчисли неизвестният коефициент B20:

$$B_{20} = \frac{A_{20}n_0^2 - M_0(n_0)}{n_0 V_0} \qquad (1.3.9)$$

Тази процедура може да бъде значително опростена, ако се изпълни графично (фиг. 1.3.2). За целта се изгражда граничната характеристика на двигателя в координатна система N-n. Според експерименталните данни е конструирана витлова характеристика на двигателя. Пресечната точка на двете характеристики определя стойността на n0. Предавателната функция на витлото също е изградена по данни от експериментални изследвания. От точката n0 една ордината in се спуска до пресечната точка с функцията V (n). Пресечната точка на тази ордината с предавателната функция на витлото определя точка от граничната характеристика на двигателя в координатната система V-n. Заместването на координатите на тази точка в (1.3.1) дава възможност да се изчисли коефициентът B20 с помощта на (1.3.9).

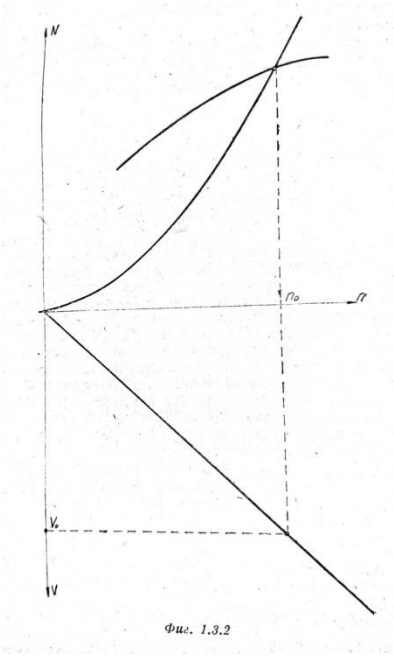
Втори метод. Уравнението на ограничителната характеристика на двигателя се определя по формулата за определяне на въртящия момент, консумиран от витлото

$$M = A_{20}n^2 - B_{20}nV \qquad (1.3.10)$$

Това уравнение се удовлетворява от експерименталните данни, получени по време на морските изпитания,

ni, Ni, Vi, (i = 1, 2, ... , k).

След обработка на експерименталната информация по метода на най-малките квадрати се получава следната формула за изчисляване на B20.



Фиг. 1.3.2

$$B_{20} = \frac{A_{20}\sum_{i=1}^{k} n_i^3 V_i - \sum_{i=1}^{k} M_i n_i V_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i^2 V_i^2} \qquad (1.3.11)$$

3.2.3.3. Едновременно определяне на коефициентите A20 и B20 в експлоатационни условия

Обикновено е трудно експериментът да се проведе в режим на акостиране поради забрани на пристанищните власти. Следователно трябва да се търсят други методи за определяне на коефициента A20. Има възможност за едновременно определяне на коефициентите A20 и B20 по данни от морските изпитания. Използваме факта, че уравнението за определяне на въртящия момент, консумиран от витлото (1.3.10) удовлетворява експерименталните данни, получени от морските изпитания

ni, Ni, Vi, (i = 1, 2, ... , k).

След обработка на експерименталните данни по метода на най-малките квадрати се получава следната алгебрична система от уравнения с неизвестни A20 и B20:

$$\left| \begin{array}{l} -A_{20}\sum_{i=1}^{k} n_i^4 + B_{20}\sum_{i=1}^{k} n_i^3 V_i = -\sum_{i=1}^{k} M_i n_i^2 \\ -A_{20}\sum_{i=1}^{k} n_i^3 V_i + B_{20}\sum_{i=1}^{k} n_i^2 V_i^2 = -\sum_{i=1}^{k} M_i n_i V_i \end{array} \right. \qquad (1.3.12)$$

Решението на (1.3.12) дава стойностите на търсените коефициенти

$$A_{20} = \frac{-\left(\sum_{i=1}^{k} M_i n_i^2\right)\left(\sum_{i=1}^{k} n_i^2 V_i^2\right) + \left(\sum_{i=1}^{k} M_i n_i V_i\right)\left(\sum_{i=1}^{k} n_i^3 V_i\right)}{-\left(\sum_{i=1}^{k} n_i^4\right)\left(\sum_{i=1}^{k} n_i^2 V_i^2\right) + \left(\sum_{i=1}^{k} n_i^3 V_i\right)\left(\sum_{i=1}^{k} n_i^3 V_i\right)} \qquad (1.3.13)$$

$$B_{20} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{k} n_i^4\right)\left(\sum_{i=1}^{k} M_i n_i V_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{k} n_i^3 V_i\right)\left(\sum_{i=1}^{k} M_i n_i^2\right)}{-\left(\sum_{i=1}^{k} n_i^4\right)\left(\sum_{i=1}^{k} n_i^2 V_i^2\right) + \left(\sum_{i=1}^{k} n_i^3 V_i\right)\left(\sum_{i=1}^{k} n_i^3 V_i\right)} \quad (1.3.14)$$

Примерен проблем.

За да се установи съответствието между елементите на задвижващия комплекс на моторен кораб за насипни товари, който се характеризира със следните параметри: дедуейт 94 050 kN, работна скорост 6,7 m/s, проектна скорост 7,2 m/ s, номинална мощност на главния двигател 2872 kW при 2,93 s-1 и детайли на витлото (i= 4; H/D = 0,754; θ = 0.55; D = 3.7 m.

Коефициентът A20 се определя от данни от експериментални изследвания в швартови режим. При експерименталните изследвания са получени следните данни:

nl = 1.67 s-1, M1 = 75000 N.m,

n2 = 2 s-1, M2 = 10 8008 N.m,

n3 = 2.17 s-1, M3 = 126 765 N.m,

n4 = 2.38 s -1, M4 - = 153 693 N.m.

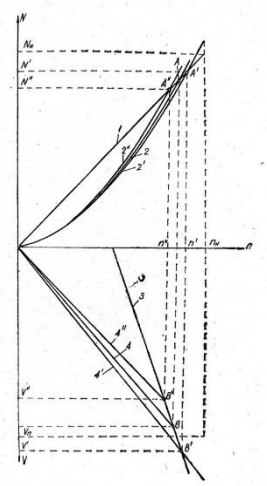
След заместване в (1.3.3) се получава A20 = 27 022 kg.m'2.

Морските изпитания са проведени при пълно натоварване, средно замърсен корпус и спокойно море. Резултатите от изпитването са дадени в таблица 1.3.1.

Таблица 1.3.1.

п, ,s-1	1,97	2,30	2.63	2.67
V, m/s	4.85	5.72	6.57	6,65
N, kW	1044	1567	~ 2992	2611

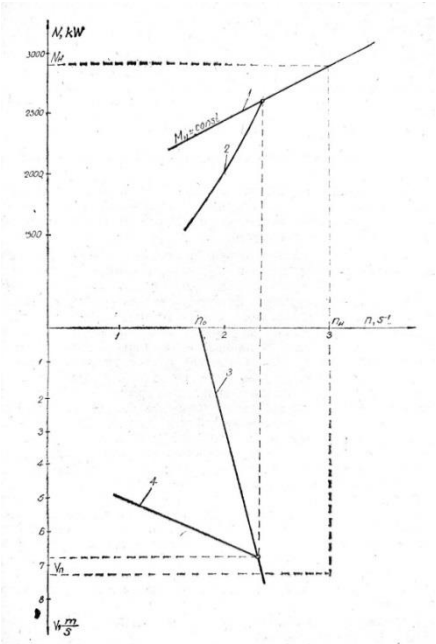
Коефициентът B20 се определя графично. За целта се изгражда ограничителната характеристика според въртящия момент и характеристиката на витлото (фиг. 1.3.3). Двете функции определят точка с абсцисата n0=2,67 s-1. След изграждане на предавателната функция на витлото V(n) и спускане по ординатата n0 се получава точка от пределната характеристика на двигателя с координати n0, Vo.



Фиг. 1.3.4

Чрез заместване на тези координати в уравнението на пределната характеристика (1.3.1) се получава стойността на коефициента

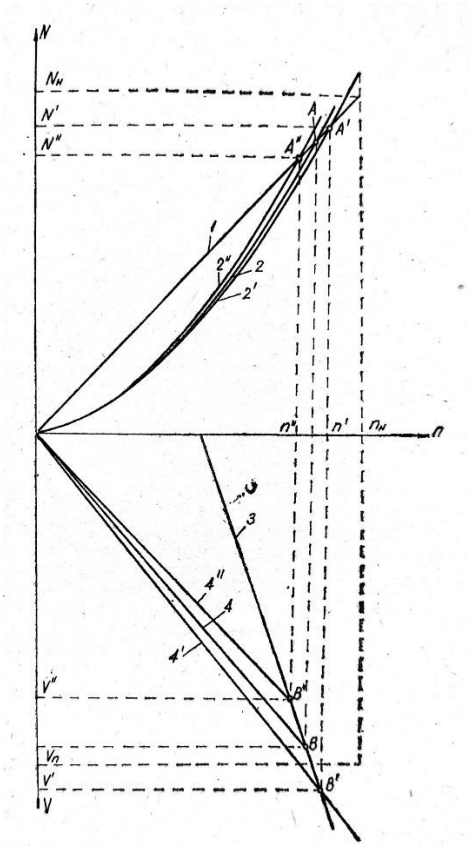
B20 = 2002 кг.м.



Фиг. 1.3.3

Ограничителната характеристика се изгражда от точки (фиг. 1.3.3).

Анализът на разположението на кривите една спрямо друга показва, че изследваният задвижващ комплекс е от девети тип, т.е. витлото е хидродинамично тежко спрямо двигателя, а съпротивлението е по-голямо от проектираното.



Фиг. 1.3.4

В допълнение към осреднените криви 2 и 4, фиг. 1.3.4 показва възможните криви 2' и 4' за чист корпус, както и криви 2" и 4" за силно замърсен корпус, т.е. крайните състояния между две докувания. Анализът на тази фигура показва, че при чист корпус комплексът е от трети тип, тоест витлото е хидродинамично тежко спрямо двигателя и съпротивлението е по-малко от проектираното. В процеса на работа съпротивлението се увеличава и става по-голямо от проектираното. Характерно за този комплекс е, че дори при чист корпус двигателят не може да развие номиналните обороти, без да предизвика претоварване по отношение на въртящия момент. Най-високата допустима скорост на вала на двигателя в този случай се определя от точка а' и е n'. Поради факта, че действителното съпротивление на чистия корпус е по-малко от проектираното, се оказва, че корабът в началото на експлоатацията може да развие и дори да надвиши проектната скорост, въпреки че скоростта на вала и мощността на двигателя са под номиналните. По-нататък в процеса на работа поради промяна (увеличаване) на действителното съпротивление на корпуса поради замърсяване, скоростта на кораба ще се промени в диапазона V'-V", а мощността на двигателя в диапазона - N'- H". В края на експлоатационния период корабът не е в състояние да развие проектната си скорост. Направените изводи се потвърждават от опита в експлоатацията на този тип кораби

$$N = an + bn^2 + cn^3 \quad (1.3.4)$$

След решаване на уравнението получаваме σB = 4.00. На фиг. 1.6.5 2 „и 4“ означават теоретично изградените характеристики на плаване в бурно море.
Трябва да се отбележи, че стойностите на коефициента KB, дадени в таблица 1.6.1, са ориентировъчни. За всеки конкретен съд те трябва да се определят въз основа на статистически материал.

Глава 4

Подход на решение и анализ

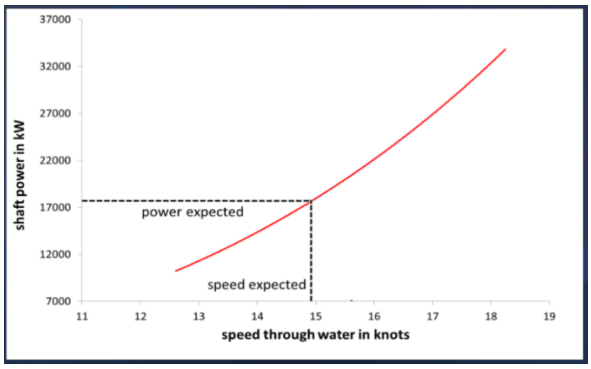
Производителността на корпуса и витлото се отнася до връзката между състоянието на подводния корпус и витлото на кораба и мощността, необходима за придвижване на кораба през вода с дадена скорост. Измерванията на промените в специфичните характеристики на корпуса и витлото на кораба във времето позволяват да се посочи въздействието на дейностите по поддръжката, ремонта и модернизирането на корпуса и витлото върху общата енергийна ефективност на въпросния кораб.

Изчисляването на загубата на скорост е факторът, който ще ни позволи да измерим производителността на корпуса и витлото на кораба.

Въз основа на всеки производител на морски двигатели с вътрешно горене, ние имаме на разположение диаграма мощност/скорост, която диктува при нормални условия на морето, съотношението между мощността на двигателя и скоростта през водата, която може да бъде постигната в резултат .

Основният двигател ще работи икономично, ако двигателят е добре поддържан и работи с номиналния икономически рейтинг, където специфичният разход на гориво е най-малък. За двигателя се казва, че работи добре или добре поддържан, ако може безопасно да работи при номинални обороти в минута при номинално натоварване. Например, ако двигател има непрекъсната работна сила от 15 000 BHP при 104 RPM, но не може да достигне номиналните обороти в минута и развива 15 000 BHP преждевременно при 98 RPM, има загуба на скоростта на кораба и последващо искане за скорост. Той също така казва, че има проблем, корабът не може да даде скорост, изразходва прекалено гориво и че двигателят е претоварен. Това сочи или замърсяване на корпуса, повредено витло или дефектен двигател и др.

В такива случаи внимателното проучване на данните от морските изпитания, данните от изпитанията на двигателя и кривите на производителността ще помогне да се определи причината за проблема.



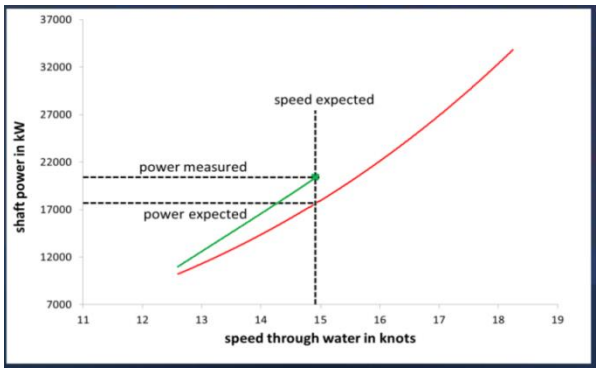
Фигура 15 Диаграма на двигателя, която показва скорост от 14,9 възела при изходна мощност 17500 kW

Правейки сравнение между теоретичната диаграма и данните в реално време, забелязваме, че скоростта от 14,9 възела може да бъде постигната с изходна мощност от 20500 kW, което е 3000 kW над очакваното теоретично изчисление. Увеличение с 15% на мощността на двигателя.

Това увеличение се превежда в загуби на енергия поради няколко фактора, като състояние на морето, дифферент на кораба, скорост на вятъра, поддръжка на двигателя, качество на горивото, воден поток през корпуса под формата на лекарство, производителност на витлото, устойчивост на кавитация и др.

За нашите изчисления нека приемем, че нашата изходна мощност е взета от крайния витлов вал, като по този начин се елиминират всички фактори на двигателя и горивото, и нека приемем, че условията на околната среда са едни и същи. След това, двата основни фактора, които трябва да вземем предвид, са цялостният корпус чрез водоустойчивост и производителността на витлото.

Тези два фактора са основната причина за загубата на скорост на плавателния съд.



Фигура 16 Скоростта от 14,9 възела може да бъде постигната при изходна мощност от 20500 kW, което показва значително увеличение на мощността.

Ако в нашата първоначална диаграма проверим скоростта при посочената мощност на двигателя от 20500 kW, трябва да се постигне скорост от 15,6 възела. По този начин имаме загуба на скорост от 0,7 възела поради работата на корпуса и витлото.

Когато скоростта на кораба през вода, V, може да бъде измерена директно, докато доставената мощност, PD, трябва да бъде приблизителна – например въз основа на изчисления на мощността на вала, PS, от измервания на въртящия момент на вала и оборотите на вала или, алтернативно, от изчисления на спирачната мощност , PB, от референтни криви на SFOC, измервания на потока и температура на горивото и данни за калоричността, плътността и скоростта на промяна на плътността за консумираното гориво.

Промените в доставената мощност, необходима за придвижване на кораба през вода с дадена скорост и същите условия на околната среда и експлоатационен профил, се дължат на промени в ефективността на витлото и/или на промени в съпротивлението на подводния корпус.

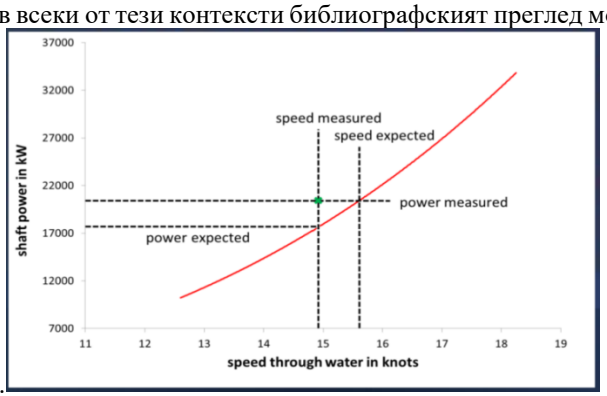
Промените в съпротивлението на подводния корпус се дължат на промени в състоянието на корпуса.

Промените в ефективността на витлото се дължат както на промени в състоянието на витлото, така и на промени в притока на вода към витлото (килтурната вълна на корпуса) като следствие от промените в състоянието на корпуса.

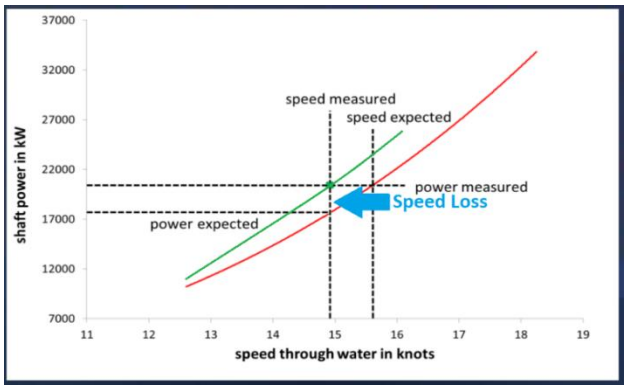
За плавателен съд в експлоатация, както условията на околната среда, така и експлоатационният профил (например скорост, натоварване, диференциране) варират.

За да се измерят промените в съотношението скорост-мощност за кораб в експлоатация, трябва да се сравнят два периода (референтен период и период на оценка), при които условията на околната среда и оперативният профил са адекватно сравними (филтриране на наблюдаваните данни) и/ или приложете корекции (нормализирайте наблюдаваните данни).

В по-голямата си част библиографските прегледи се изготвят в един от трите контекста. Прегледът на написаното може да бъде край, може да е предварителен етап в по-широко изследователско начинание и може да бъде част от задълбочен изследователски доклад. Във всеки от тези контексти библиографският преглед може да разглежда хипотетични или прагматични запитвания.



Фигура 17 Посочена изходна мощност на двигателя от 20500 kW, скорост от 15,6 възела трябва да бъде постигната.



Фигура 18 Наблюдава се загуба на скорост от 0,7 възла поради влошаване на характеристиките на корпуса и витлото.

Целта на ISO 19030 е да предпише практически методи за измерване на промените в специфичните характеристики на корпуса и витлото на кораба и да определи набор от съответни показатели за ефективност за

дейности по поддръжка, ремонт, модернизиране на корпуса и витлото. Методите не са предназначени за сравняване на характеристиките на кораби от различни типове и размери (включително сестрински кораби), нито за използване в регулаторна рамка.

Този международен стандарт се състои от три части:

Тази първа част очертава общите принципи за измерване на промените в работата на корпуса и витлото и дефинира набор от показатели за ефективност за дейности по поддръжка, ремонт и модернизиране на корпуса и витлото.

Втората част дефинира метода по подразбиране за измерване на промените в работата на корпуса и витлото и за изчисляване на показателите за ефективност. Той също така предоставя насоки за очакваната точност на всеки показател за ефективност.

Третата част очертава алтернативи на метода по подразбиране, които водят до по-ниска обща точност, но увеличават приложимостта на стандарта. Той също така предоставя насоки за размера на въздействието върху точността на всеки показател за изпълнение.

Общите принципи и дефинираните методи в този международен стандарт се основават на измервателно оборудване, информация, процедури и методологии, които са общодостъпни и международно признати.

Има няколко алтернативни процедури за филтриране и нормализиране на наблюдаваните данни. Всяка от тези процедури има предимства и недостатъци по отношение на получената точност на измерванията. Този стандарт предписва практическа комбинация от процедури за филтриране и нормализиране, за които е установено, че осигуряват достатъчна точност.

Измерването на промените в доставената мощност, необходима за придвижване на кораба през вода с определена скорост между два периода, при които чрез филтриране и/или нормализиране на наблюдаваните данни условията на околната среда и оперативният профил са направени адекватно сравними, позволява да се посочи въздействието на корпуса и дейности по поддръжка, ремонт и модернизация на витлата за енергийната ефективност на кораба в експлоатация.

Настоящият документ следва смесена методология, комбинираща вторична информация от надеждни източници, в по-голямата си част от глобални морски административни органи, съчетана с информация относно разумна ситуация от организация за поддръжка на кораби.

Смесените изследвания се превръщат в неумолимо известна методология. Той намеква за комбинацията от количествени и качествени подходи, реагиращи на изследователски въпроси. Основната мисъл на смесените изследвания е необходимостта от използване на количествени и качествени стратегии, за да се разбере напълно чудото, което се разглежда. Анализаторите, използващи тази методология, събират, разбиват и обединяват субективни и количествени данни в едно предметно изследване. Те често имат две бази данни, които на един етап се събират и включват в прегледа си. В крайна сметка, при смесен стратегически подход, той обединява интензивността на количествената информация („числа“) с качествената информация, за да даде по-добри и все по-легитимни резултати от откритията (Coleman, H.W., Steele, W.G.1990).

По отношение на схоластичните изследвания, статиите се фокусират повече върху спекулациите, предложени от изследователите, за да изяснят едно чудо. Случаите на проблеми могат да включват причините за паричната извънредна ситуация, например, и ефекта върху бизнеса с доставка. Библиографският преглед може също да се използва за разграничаване и изследване на достъпните прагматични умения за мерки, които вероятно ще бъдат убедителни или не за справяне с конкретен проблем. При това конкретно обстоятелство бихме могли да се съсредоточим, например, върху „упражненията, научени“ от минали усилия за справяне с конкретен проблем. Тези упражнения и цели могат да бъдат използвани от външни изследователи или от самите експерти. Прегледът на съществуващата информация (библиографски преглед) може да бъде окончателна цел, ако просто трябва да видим настоящето обстоятелство по конкретен проблем или проблем. В тази уникална ситуация е важно не само да се очертае достъпното учене, но и да се оцени фундаментално. Такова основно разследване не трябва да бъде отрицателно или положително.

Прегледът на съществуващото писане може да бъде начална фаза в по-обширна изследователска програма. Такъв преглед на писмеността често се изисква за документ или изложение. Основната цел на библиографския преглед в тази обстановка е да се гарантира, че сега няма отговор в предложения въпрос за изследване. Освен това, прегледът на написаното може да бъде част от широкообхватен изследователски доклад. Този преглед на написаното като цяло ще включва напредъка и прегледа на прегледа на библиографията, завършен на етапа на предложението. Въпросът е да се свържат последните краища с миналото научаване по конкретния предмет на разследването (Коулман, Х. У., Стийл, У. Г., 1990).

Обмисляйки това, след като е направен библиографският преглед, изследването също така ще включва здрава част от забележителна транспортна организация.

ISO 19030 Кораби и морски технологии Измерването на промените в работата на корпуса и витлото беше извършено през 2016 г. след три години напредък от широк кръг съучастници в индустрията, включително създатели на покриване и витла, учени, собственици на кораби и специалисти по данни. Тя дава възможност на собствениците на кораби и ръководителите да разгледат начина на действие на корпуса и витлата и да изберат най-доброто решение за своите кораби и оперативни групи.

„ISO 19030 говори за ключово постижение в текущата работа за надграждане на прецизността и яснотата на проверката на характеристиките на корпуса и витлото“, каза Бари Кид, работна събирателна част по ISO 19030 за бизнеса с морски покрития на AkzoNobel. „Както и да е, като преднамерен стандарт, постигането на ISO 19030 зависи от корабособствениците и администраторите да разбират и възприемат предимствата му и да прилагат утвърдени системи за проверка на информацията на борда на корабите.“

Проверката на експлоатационните характеристики на корпуса е проблематична, тъй като различни фактори влияят на разхода на гориво и се променят бързо: газене, дифферент, скорост на кораба, море, вятър и т.н. промяна на данните при различни условия към обикновен стандарт.

Всички системи за наблюдение на характеристиките на корпуса имат относително съществена философия: нерафинираните данни, попаднали на борда, се филтрират и помагат за външни ефекти. Корекциите разчитат на хидродинамични модели, които се променят в иновативност, точност и изисквани усилия. Понастоящем наличните техники са трудни за разглеждане.

Норвежката фондация Bellona започна напредъка на ISO 19030 като друг стандарт за „Оценка на промените в работата на корпуса и витлото“. Този стандарт подобрява ISO 15016 (за морски грундове), като се фокусира върху проверката в организацията. ISO 19030 използва 3-слойна система, отразяваща различни елементи на прецизност, като по тези линии увеличава общата пригодност на стандарта. При най-намалено измерение се използват ранни вечерни доклади, при най-важното измерение се използват последователни структури за проверка с модифицирано събиране на данни[9].

Ако надеждни сензорни сигнали не са налични за всички параметри, или сигнали от алтернативни сензори могат да се използват за приближаване и/или за практически цели трябва да се приеме, че ефектите им са „средни във времето“. Използването на алтернативни сензори или разчитането на предположението за равно разпределение внася допълнителна несигурност.

Създаването на ISO 19030 беше разменено с думи по време на второто сглобяване на ISO 19030 в Токио, 13-15 ноември 2013 г. Типично е, че няколко по-нататъшни социални въпроси ще бъдат фундаментални, преди наистина да наблюдаваме стандарта във властта. „Това е методология, която ще изисква огромни спекулации и задължения от доставчиците на разработка за наблюдение на представянето, социални искания за изобразяване, създатели на боя и витла, подобно на собствениците на кораби. Вярваме, че тази стратегия сама по себе си може да провокира подобрения“, каза Свенд Сойланд, старши съветник с фондация Белона и организатор на ISO 19030.

Стандартът ISO 19030 обединява най-новото академично и индустриално обучение и възприятие в съгласуван и систематизиран метод за измерване на показването на плавателен съд през водата. Това позволява ясното изследване на наборите от данни и ще продължи към прехвърлянето на дискусии във връзка с работата на кораба.

Оценяването на капацитета на корпуса е досадно поради броя на променливите, които влияят върху използването на гориво, включително структурата на кораба, адекватността на двигателя, качеството на горивото, скоростта, газенето, плана и състоянието на витлото, подобно на включването на компоненти, например вятър, вълни и значение на водата. Освен това, след известно време, покритията от различни видове обикновено натрупват някои размери на замърсяване. Механичните повреди и поправките могат по подобен начин да доведат до разширена неприятна повърхност.

Препятствието от триене на корпуса срещу водата трябва да бъде изолирано от тези променливи, преди дори да се опита да се направи точна оценка и изследване на рентабилността на покритието.

ISO 19030 ще провери солидна, първоначална „линия в пясъка“ за ефективно наблюдение на работата на корпуса и витлото, казва AkzoNobel (Boletis, E., Lange, R. освен това, Bulten, N. 2015).

От 2013 г. Офтедал ръководи начинание, включващо 53 професионалисти в работно социално събитие на ISO, събрано от Свенд Сьойланд от Nordic Energy Research в идея за разработване на стандарт, който е изчерпателен, категоричен и ценен по целия свят. Срещата обхваща корабособственици, корабни инженери, класови социални заявки, създатели на бои, асоциации за проверка на ефективността и изследователски институции (Boletis, E., Lange, R. освен това, Bulten, N. 2015).

Има 3 основни процедурни стъпки при измерване на промените в изпълнението на корпуса и витлото.

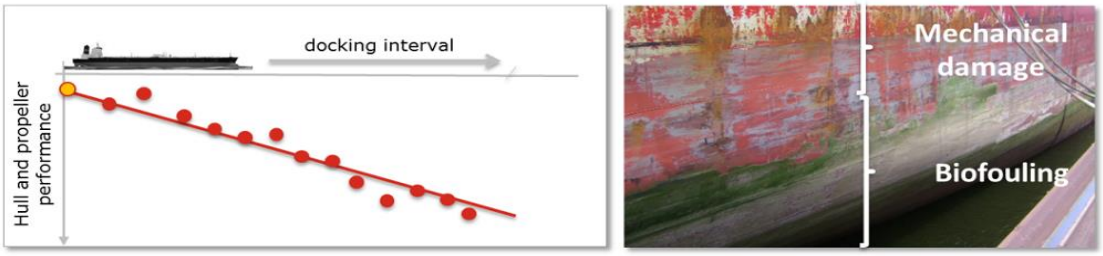
Точността на оценката се диктува от следните два фактора, нейната истинност и нейната прецизност. Истинността намеква за близостта на средната стойност на резултатите от оценката до (истинското) уважение. Прецизността намеква за близостта на разбирането в индивидуалните резултати и е елемент както на повторяемост, така и на възпроизводимост. Възпроизводимостта намеква за разнообразието, което се появява, използвайки подобен процес на оценка между различни инструменти и администратори и за по-дълги времеви рамки.

Стратегиите за оценка влияят значително върху възпроизводимостта на и в тази насока върху точността на показателите за изпълнение. Не е необходимо процедурните стъпки да се водят в горната последователност. Например, известно планиране на информацията може да бъде направено като част от събирането на данни[9].

4.1 Бенчмаркинг

Важно е да се установи момент във времето, когато работата на плавателния съд се счита за оптимална, но само при нормални експлоатационни условия. Това изключва времеви печати като чисто новопостроен кораб към момента на доставката му или кораб в момента, в който излиза от сух док. Тъй като тези времеви марки не представляват средната производителност на кораб.

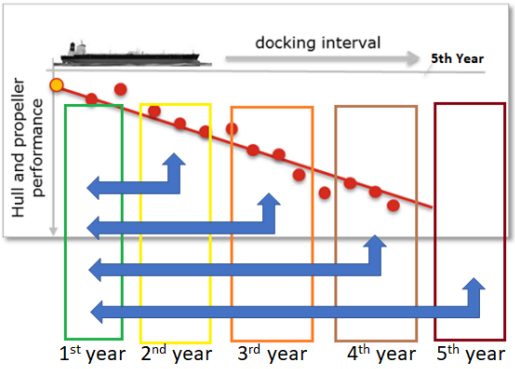
Тъй като характеристиките на кораба се влошават с течение на времето и във връзка с факта, че повечето кораби преминават през специални прегледи на всеки 5 години, краят на първата му година в морето след сух док се счита за добра точка за сравнение, поради факта, че корабът не е бил подложен на значителен брой механични повреди и изчерпване на Dft (дебелина на сухия филм), което би довело до натрупване на замърсяване върху корпуса и витлото.



Фигура 19 Влошаване на работата на съда поради механични повреди и биологично замърсяване

Краят на първата година след сух док също представлява друг удобен ориентир за сравнителен анализ, тъй като оставащите четири години в морето могат лесно да се сравнят с първата година, за да се изключи много точен и подробен профил на производителност.

Тези профили могат също да се сравняват с други петгодишни периоди на плаване, за да се оцени ефективността на профилите за поддръжка, подводни почиствания и избор на ефективни продукти против обрастване.



Фигура 20 Сравнителен анализ на първата година в морето, като останалите четири години трябва да бъдат сравнени.

4.2. Средна пазарна загуба на скорост

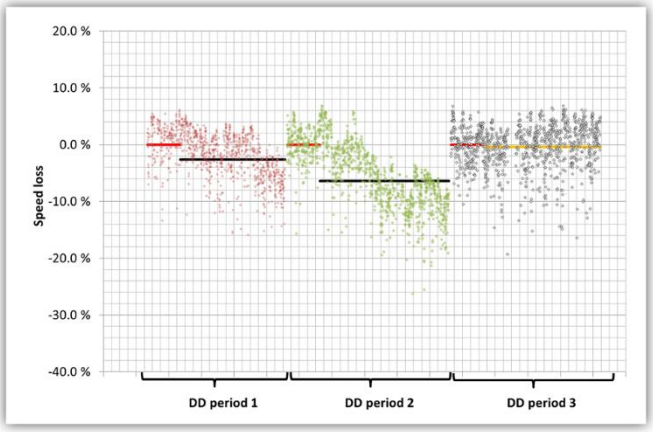
Работата по ISO-стандарта започна през юни 2013 г., когато беше сформирана Работна група 7 по SC2 TC8 (Подкомитет 2 Технически комитет 8). Свенд Сойланд от Nordic Energy Research служи като организатор на

работната група, а Геир Аксел Офтедал от Jotun има ролята на ръководител на проекта. Проведени са поредица от срещи на работните групи по целия свят.

Повече от 50 експерти и наблюдатели, представляващи собственици на кораби, асоциации за корабоплаване, новостроителни заводи, производители на покрития, компании за мониторинг на ефективността, академични институции, класни общества и НПО участваха в работната група на ISO, която постигна консенсус по стандарта ISO 19030. Допълнителни заинтересовани страни от индустрията бяха консултирани и включени като част от този обширен процес.

Процесът на изготвяне разкри необходимостта от разглеждане както на най-строгите налични методи, така и на най-използваните подходи. Това доведе до разделянето на три части. През март 2015 г. беше представен проект на комисия от част 1 и 2 (CD). През май 2015 г. беше приключено гласуване между членовете на P със солидна подкрепа. Крайната дата за подаване на проект за международен стандарт (DIS) и от трите части беше декември 2015 г. През март 2016 г. беше приключено гласуване на ISO, а официалният стандарт беше публикуван на 15 ноември 2016 г. Работната група (WG7) ще продължи да функционира с цел подготовка на бъдещи ревизии и прецизиране на стандарта.

Цифрите показват действителната производителност на корпуса и витлото за три отделни петгодишни интервала на сух докинг на едни и същи кораби в една и съща търговия, но с различни решения за покритие на корпуса[10].



Фигура 2 Три 5-годишни DD периода, показващи средна загуба на скорост за период

В средния интервал на сух докинг, развитието на характеристиките на корпуса е много подобно на това, което беше установено като средно за пазара в MEPC 63-4-8. В този интервал има 6,4% загуба на скорост или 19% увеличение на мощността, необходима за поддържане на същата скорост - средно през четирите години след периода на сравнителния тест. Имайте предвид, че корабът се нуждае от 38% повече мощност в края на периода, за да поддържа същата скорост.

В първия от трите интервала на сух докинг, развитието на характеристиките на корпуса е малко по-добро. В този интервал има 2,7% загуба на скорост или 8% увеличение на необходимата мощност - средно за четирите години след периода на сравнителния тест.

В последния от трите интервала на сух докинг, развитието на характеристиките на корпуса е показателно за това, което е възможно с днешните технологии против обрастване на корпуса: на практика няма загуба на производителност през целия период.

Разликата между средната пазарна и най-добрата производителност е около 18% в мощността, необходима за поддържане на същата скорост през последните 4 години от интервала на сухо докинг. На въпросния кораб за насипни товари с дедвейт 54k, при цена на бункер от 350 долара за тон, тази разлика ще доведе до разлика от 1,8 милиона долара в цената на горивото и 16 000 тона разлика в емисиите на CO2.

Във второто проучване на ММО за парникови газове от 2009 г.2 беше установено, че типичен кораб танкер преживява загуба на скорост от около 5% средно за интервал на плаване поради промени в работата на корпуса и витлото. Като се има предвид типичната връзка 1:3 между промените в скоростта и мощността на задвижване, това означава, че тези кораби средно ще трябва да увеличат мощността на задвижване с 15 процента, за да поддържат референтната скорост[9].

Това съответства на средна загуба на ефективност на кораба от 15% през интервала на плаване (необходимо е 30% увеличение на задвижващата мощност, за да се поддържа скоростта в края на интервала).

В книгата, озаглавена „Напредък в морските противообрастващи покрития и технологии“3, публикувана през 2009 г., авторите откриват, че средната загуба на скорост през интервала на докинг е около 7 процента. Оценката се основава на анализ на няколко различни типа плавателни съдове. Като се има предвид същото съотношение 1:3 между промените в скоростта и мощността, това съответства на средна загуба на ефективност на кораба от 21% през интервала на плаване.

По този начин, замърсяване на въздуха и енергийна ефективност Прозрачен и надежден стандарт за характеристики на корпуса и витлото беше представен от Clean Shipping Coalition (CSC) на IMO, поставяйки основата за предстоящия стандарт ISO 19030, който определя пазарната средна загуба на скорост за период от 5 години при 6%.

4.3. Сензори и измервания, необходими за работата на корпуса и витлото.

Стандартът ISO 19030 очертава в част 1 някои общи принципи за измерване на промените в производителността на плавателен съд. Стандартът също така дефинира характеристиките на корпуса и витлото: „Ефективността на корпуса и витлото се отнася до връзката между състоянието на подводния корпус и витлото на кораба и мощността, необходима за придвижване на кораба през вода с дадена скорост. Характеристиките на корпуса и витлото са свързани с вариациите в мощността, тъй като съпротивлението на корпуса на кораба и ефективността на витлото не са директно измерими величини.

За да се измери работата на корпуса и витлото, е необходимо да се намерят правилните параметри за наблюдение и правилните сензори, които могат да измерват параметрите надеждно и точно. Тази глава ще обсъди препоръчан набор от сензори за съответствие със стандарта ISO 19030 (Carreño, J., Mora, J. and Pérez, F. 2013).

Има 3 основни процедурни стъпки при измерване на промените в работата на корпуса и витлото[10].

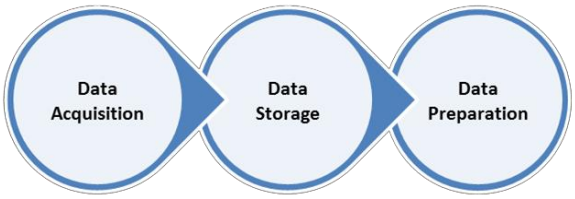


Figure 2 Процедурни стъпки при измерване на промените в работата на корпуса и витлото.

Процедурните стъпки не трябва да се извършват в горната последователност. Например, известна подготовка на данните може да се извърши като част от събирането на данни.

Събирането на данни се отнася до систематичния процес на регистриране на сигнали от съответните сензори – ръчно и/или автоматично и от оборудване, инсталирано на кораба, или от външни доставчици на информация. Ръчното събиране на данни обикновено се извършва веднъж всеки ден (данни по обяд). Автоматизираното събиране на данни обикновено има много по-висока честота.

Съхранението на данни се отнася до запазване и съхраняване на събраните данни в подходящ формат. Този процес позволява да се съхраняват по-рано съхранени данни заедно с нови данни и да се подреждат в последователност, така че да са лесни за извличане, когато е необходимо.

Подготовката на данни включва процеса на извличане, компилиране, скрининг и валидиране на данните, за да им се даде структура, формат и качество, подходящи за по-нататъшна обработка, и след това изчисляване на набор от безразмерни стойности на производителност, които отразяват промените в работата на корпуса и витлото през дадения период. Различни подмножества от стойности на ефективността се използват за изчисляване на различните показатели за ефективност. Подготовката на данните може да бъде частично или напълно автоматизирана.

Точността на измерване се определя както от неговата вярност, така и от прецизност (ISO 5725). Верността се отнася до близостта на средната стойност на резултатите от измерването до действителната (истинска) стойност, а прецизността се отнася до близостта на съгласието в рамките на отделните резултати. Прецизността е функция както на повторяемостта, така и на възпроизводимостта, където възпроизводимостта се отнася до вариацията, възникваща при използване на същия процес на измерване между различни инструменти и оператори и за по-дълги периоди от време.

Процедурите за измерване оказват значително влияние върху възпроизводимостта и следователно върху точността на показателите за изпълнение.

Практически подход към събирането на данни, съхранението на данни и подготовката на данни, който дава висока очаквана точност, е дефиниран в ISO 19030, част 2 - методът по подразбиране за измерване на промените в работата на корпуса и витлото.

Инструментите и техните стойности, посочени по-долу, са най-важните фактори за необходимия сензорен вход и ще бъдат анализирани отделно по-долу:

1. Измервател на мощността на вала

2. Скорост през вода

3. Скорост над земята

4. M/E Разход на мазут

5. Измерване на вятъра

6. Измервания на вълни

7. Измервания на плътност и температура

8. Сензор за ъгъл на кормилото

9. Измерване на дълбочина

Parameter	Unit	Sensor	Sensor accuracy[3]
Shaft torque	[kNm]	Shaft Power Meter	± 0.5 %
Shaft revolutions	[Rpm]	Optical or magnetic sensor	± 0.5 %
Speed through water	[knots]	Speed Log	± 1.0 %
Speed over ground	[knots]	GPS, Doppler log	±1.0 %
Time and date	[Year, month, day, hour, minutes, seconds]	UTC time (from GPS), or local time from vessels master clock.	
M/E fuel oil consumption	[kg/h or litres/h]	Flowmeter	± 0.5 %
Wind speed, and Direction	[knots] [°]	Anemometer	± 0.5 knots ± 5 °
Draft (minimum fwd and aft)	[m]	Draft gauges	±0.1 m
Ship heading	[°]	Gyro Compass, GPS	± 5 °

Фигура 23 Основни изисквания за входни данни от сензора, базирани на ISO-19030-2

4.4 Препоръчителни параметри за измерване

От горната дефиниция е очевидно, че мощността на витлото и скоростта на кораба през вода са два от най-важните параметри за наблюдение. ISO 19030-2 дефинира набор от първични и вторични измервателни параметри за измерване на производителността на съда.

Основните параметри се дефинират като скорост през водата, мощност на витлото (въртящ момент и обороти) и час и дата. 2. За измерване на тези параметри стандартът ISO посочва минимален набор от сензори, които в този случай са дневник на скоростта, а измервател на мощността на вала и GPS (даващ UTC времето). В допълнение към гореспоменатите параметри, също така се препоръчва добавяне на точни измервания на разхода на мазут, за да получите пълната картина на производителността на плавателния съд.

Разходът на гориво в крайна сметка ще даде текущата цена и отпечатъка върху околната среда на кораба. Разходите за мазут за кораби представляват значителна част от експлоатационните разходи на корабите, така че непрекъснатото наблюдение на горивната ефективност е от съществено значение за намаляване на оперативните разходи. Поради тази причина производителите на двигатели, производителите на покритие на корпуса и конструкторите на витла непрекъснато се опитват да разработват нови продукти с потенциал за пестене на гориво. Освен това непрекъснатото наблюдение на разхода на гориво чрез използване на високоточни разходомери, специални системи за събиране и обработка на данни прави разхода на гориво един от ключовите параметри за наблюдение, за да се оцени рентабилността от всяка възможна поддръжка или промени в M/E, корпуса и/или витлото.

Наблюдението на горните първични параметри с правилни и надеждни сензори ще даде на собственика на кораба добро, продължително състояние на ефективността на кораба. Въпреки това смятаме, че тази настройка за

наблюдение не е напълно достатъчна. Предизвикателството с този минимален набор от сензори е, че ефективността очевидно ще варира доста, защото много външни условия ще влияят на резултата непрекъснато. За да сте сигурни, че мониторингът ще бъде възможно най-добър и незасегнат от външни източници като време, размер на товара, дълбочина и т.н., добавянето на няколко допълнителни сензора към комплекта сензори ще даде пълна картина на производителността. Един от допълнителните ключови параметри за непрекъснато наблюдение трябва да бъде състоянието на черновата.

Профилът „мощност спрямо скорост“ за кораб е много зависим от условията на газене на кораба, което отново е пряко свързано с теглото на товара. Поради това се препоръчва да се коригира основната линия на профила „мощност спрямо скорост“ на кораба спрямо текущото състояние на газене. Колкото по-високи са стойностите на газенето (повече товар), толкова по-висока е необходимата мощност за постигане на желаната скорост на кораба.

Метеорологичните условия ще повлияят на измерването на ефективността на кораба. Включването на непрекъснато измерване на скоростта и посоката на вятъра и отхвърлянето на всички измерени данни, ако истинската сила на вятъра е над определен праг, ще подобри софтуера на SPM. Прагът трябва да може да се конфигурира, но най-често използваният праг е да се отхвърлят всички данни за ефективността, когато скоростта на вятъра е над Beaufort 6. При силите на вятъра над този праг, обикновено е много трудно да се оцени ефектът върху производителността на кораба[9].

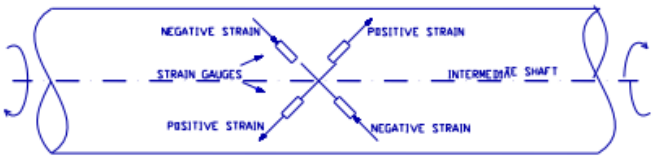
4.5. Измервател на мощността на вала

Един нормален метод за измерване на въртящия момент на вала, изяснен по-долу, е чрез използване на тензодатчици. Различни методи са IR лазерни лъчи или преобразуватели на вибрираща струна за откриване на усукване на вала. Различните методи имат предимства и недостатъци.

Свойствата на материала на вала, например G-Modulus, трябва да бъдат посочени за всяка ситуация от доставчика на вала, или в случай, че не е определен, трябва да се използва оценката от 82 4004 kN/mm2. Разстоянието на вала, използвано при преброяването на мощността, е границата на вала на място, оценена на площта на въртящия момент. За да получите достойна точност на оценката, е наложително да бъдете точни и интензивни по време на установяването на тензодатчиците, но веднъж въведени, те в по-голямата си част имат живот в подобен диапазон като самия съд. Връзката между управлението на вала (kW), въртящия момент на вала (kNm) и сътресенията (rpm) се характеризира с[9]:

$$P = \frac{M^{*}2\pi^{*}n}{60}\{KW\}$$

Повърхността на гребния вал е склонна да се напряга към път от 45°, когато е подложен на усукващи сили. Механичното изкривяване на вала, дължащо се на този въртящ момент, се оценява чрез методи за тензодатчици, а в един перфектен свят, чрез измервателния обхват на Wheatstone, който дава най-добрия резултат.



Фигура 24 Измерване на мощността на вала чрез тензометър

Мярката за напрежение се състои от успоредни тънки жици, фиксирани към малко пластмаса. Работният стандарт за мярката за напрежение е, че нейното препятствие ще се колебае в съответствие с нейното разширение, когато се натисне точно. Това регулиране на препятствието се случва поради разнообразието на дълга и напречно сечение на измервателния проводник, когато външна сила следва върху него. След известно време нулевата промяна на мярката за деформация може да плава, така че нулева промяна на електромера два пъти годишно ще поддържа необходимата точност на рамката[9].

4.6. Скорост през водата

Електромагнитен сензор (EM-Log) може да се използва за количествено определяне на скоростта през водата. Електромагнитният сензор зависи от правилото, че всяко развитие на проводник върху привлекателно поле ще предизвика върху него малка електродвижеща сила (e.m.f.). Очаквайки, че атрактивното поле остане последователно, достатъчността на предизвиканата e.m.f. ще отговаря директно на скоростта на развитие. В удобно заведение, EM-Log създава атрактивно поле. Задействаното напрежение между двата катода оценява

степента на този сигнал за напрежение, който съответства на скоростта на кораба. EM-Log трябва да се почиства и подравнява последователно, за да се запази необходимата точност[9].

4.7. Скорост над земята

Скоростта над земята се оценява или от световна ситуационна рамка (GPS), или от доплеров лог. GPS рамката трябва да работи в диференциален режим, за да гарантира адекватна точност. Доплеров дневник на скоростта може също да се използва за количествено определяне на скоростта на кораба над земята, като се използва правилото за доплеровото въздействие, което характеризира, че знак, произведен от движещ се предмет, се чува с неговото повторение, преместено в неподвижни зони и нивото на повтарящото се движение съответства на скоростта на движещото се изделие[10].

4.8 M/E Разход на мазут

В зависимост от дизайна на линията за подаване на гориво на двигателя(ите) и желаните познания, трябва да се въведе поне един потокомер, който да проверява използването на мазут в реално време. Основното правило е да се определи количествено горивния поток преди двигателя и допълнително генераторите и отново след това. Измерването на масовия поток на Кориолис е утвърден метод за оценка на механичния поток и се оказва, че все повече се превръща в новия стандарт и за оценки на корабното гориво. Кориолисов уред се състои от вибрираща струина тръба, през която преминава флуида. Разходомерът разделя данните за масовия поток и дебелината в зависимост от повторяемостта на вибрациите на тръбата за вибрационен поток. Кориолисовите измервателни уреди предлагат многобройни предимства, включително висока точност (до 0,1% за статични скорости на потока). За разлика от оценката на обема, оценката на масата е автономна от работното тегло и температурата, избягвайки изискването за трансформации на дебелината[9].

4.9 Измерване на вятъра

Собственият анемометър на кораба, който се използва за измерване на вятъра, трябва да бъде разположен възможно най-ясно от надстройката и истинската скорост и посока на вятъра се изчисляват въз основа на скоростта и курса на собствения кораб[9].

Възможни допълнителни сензори

Освен това към препоръчаните сензори могат да се използват и допълнителни сензори към пакета за непрекъснато измерване. Тези сензори са:

1. Разходомер
2. Уред за измерване на вълни
3. Синхронно устройство
4. Сензор за соленост
5. Термометър
6. Барометър
7. Индикатор за ъгъл на кормилото
8. Ехолот

Морски разходомер на гориво

Колко гориво се изразходва на борда на кораб, е пряко свързано с производителността. Колкото по-добра е производителността, толкова по-нисък е разходът на гориво по време на работа. В това уравнение точността не е пренебрежимо малка. Отместване от 1% при измерване на кораб, работещ 200 дни в годината, консумиращ средно 100 тона на ден, се равнява на изместване от 200 тона годишно. В зависимост от цената на използвания HFO или MGO, това погрешно разчитане има потенциал да варира до 100 000 USD. Масовият разходомер на Кориолис има точност, по-добра от 0,2% от номиналния дебит, директно измерен в маса, докато повечето обемни разходомери са в диапазона от 0,5% до 2,0% – и разчитат на обемно преобразуване, което зависи от температурата за изчисляване на масовия поток.

Измервания на вълни

За предпочитане е височината на вълната, периодът на вълната и посоката на вълните, дължащи се на вятъра и набъбването, да се определят с помощта на инструменти като вълнови шамандури, вълнов радар или вълнов скенер. Макар и по-малко точни, наблюденията на вълните могат да бъдат определени и от наблюдения от множество наблюдатели[9].

Измервания на плътност и температура

Хрониката на температурата и дебелината на морската вода дава възможност за отчитане на преместването на кораба и ревизиите по отношение на последователността. Температурата на водата на нивото на канала на морската вода е предпочитаната точка на измерване, наред с температурата на въздуха и теглото на околната среда, като се използва настроен термометър и манометър[9].

Сензор за ъгъл на кормилото

Кормилата също имат известен ефект върху съпротивлението на кораба, въпреки че това е всичко друго, но не и изключително огромен фактор в общата картина. Много вярно на формата, наказанието за опозицията се увеличава с ръба на кормилото. За да се получи точна представа за представянето на кораба, трябва да се провери въздействието на точката на руля върху съпротивата на кораба. Редовно сензорът за точката на руля се свързва точно легитимно с рамото на кормилото или квадрантът на руля. Този механичен знак, променен в електрически знак, се изпраща към показалеца на руля. Електрическият знак може да бъде или стандартен прост знак или NMEA последователен знак[9].

4.10 Измерване на дълбочината

Дълбочината на водата е друг фактор, който ще повлияе на профила „контрол срещу скорост“, ако корабът навлезе в плитка вода. В момент, когато дълбочината на водата не е точно специфичен фактор за тягата на плавателните съдове, хидродинамичните сили могат да се натрупват, като съответно потискат витлото за по-голямо натоварване. Когато всичко е направено, въздействието на плитката вода е без значение при дълбочина на водата повече от многократно газене на кораба. Както и да е, въпреки че е малък фактор, приспособлението за измерване на дълбочината може да бъде подобрение, за да получите пълната картина на външните влияния върху производителността[9].

4.11 Регистриране на данни, статистически анализ и филтриране

Когато данните са събрани от сензорните точки, те трябва да бъдат обработени, филтрирани и нормализирани, за да станат по-подходящи в статистическия анализ и полезни за крайните потребители.

Наблюдението и събирането на точни данни за разхода на гориво за кораб или флот е от ключово значение за идентифициране на неефективността и намаляване на общия разход на гориво.

Монитор на производителността на кораба (SPM) е силно адаптивен софтуер за наблюдение, предназначен да помогне за управлението и подобряването на ефективността на кораба и флота. Адаптивна система за докладване, предоставяща данни от всички наблюдавани подсистеми на кораба.

SPM подкрепя прилагането на Плана за наблюдение на енергийната ефективност на кораба (SEMP).

SPM акумулира консумация на енергия за всички основни консуматори на борда.

Потокът на горивото се натрупва с разходомери.

За натрупване на потока на горивото се предпочитат точните разходомери. Ако разходомерите са неточни или не съществуват, SPM може да изчисли потока на гориво от натоварването на двигателя.

Енергийната ефективност е свързана с разхода на гориво на кораба и емисиите на кораба. Морският транспорт е най-енергийно ефективното средство за транспортиране на стоки на тон-миля. В същото време емисиите от корабоплаването се увеличават бързо.

SPM системите, налични на пазара днес, непрекъснато наблюдават работата на кораба и флота, позволявайки на операторите да измерват разхода на гориво и емисиите във времето.

SPM ще наблюдава и съхранява огромно количество информация, за да направи надежден преглед на работата. За изпита за представяне SPM прави възприятията за представянето последователно веднъж на ден, като използва подобно подреждане на насоки и разделяне.

Цялата информация за момента, определена за всяко регистриране, се разделя и пристига в средата на всеки ден, което дава много надеждни възприятия за производителност. Всяка точка на възприемане на производителността се оставя в база данни за по-нататъшна оценка. Освен това всички информационни фокуси трябва да бъдат натрупани, подкрепени в общо използвано споразумение за по-нататъшна обработка.

Жизнеспособен отговор за подкрепа на информацията е да изпращате информацията през цялото време обратно на собственика за безопасен крайбрежен капацитет. Информацията от сензорите не във всеки случай е трайна, за да получат разумна и оправдана оценка на момента за администраторите, SPM прилага изглаждащи изчисления, за да изчисли нормата на информацията. Обикновено потвърдено, повторението на регистриране е настроено на 15 s (времето за регистриране, потвърдено от стандарта ISO 19030).

Възприятията на производителността, контрастирани и измерването (информация за структурата), ще дадат точката на отклонение за тези фактори, които да бъдат използвани в измеримото изследване. За измеримото изследване (продължителна оценка на модела) то се изгражда като солидна повторяемост на едно възприятие за изпълнение за всеки ден[9].

Ефективност и постоянни референтни бази

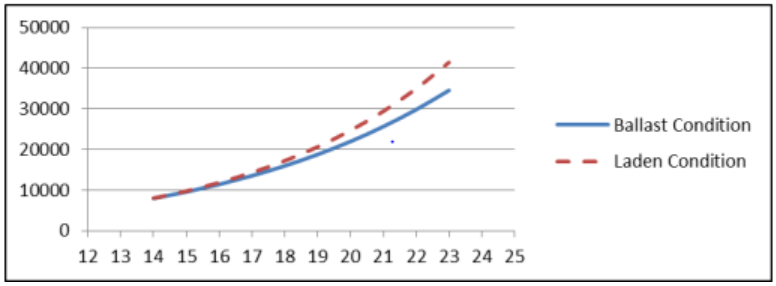
Софтуерът SPM изобразява изчислените наблюдения на производителността на различни графики. Тези графики показват отклонението (в проценти) за ключовите показатели за ефективност. Въпреки това, за да направят тези наблюдения по-полезни, се използва референтна база за сравнението им. Някои SPM софтуери използват две различни референтни нива, едно постоянно и едно динамично[9].

Тези референтни базови линии са данните от проекта на кораба и са последователни за целия живот на кораба, освен ако корпусът, витлото или основната задвижваща система претърпяват модификации. Тези базови линии обозначават „нулево измерение“ в измеримото разследване[10].

Постоянен референтен стандарт за изследване на отклонението на скоростта Едно референтно ниво са проектните данни, получени от изпитването на моделния резервоар. Данните от теста на модела на резервоара дават теоретичната връзка между мощността, предавана към витлото, и скоростта на кораба през водата за противотежест и проектно състояние на газене.

Ежедневната норма на скорост през водата (възприятие за производителност), разглеждана спрямо този теоретичен стандарт, дава отклонение в скоростта, използвано от програмирането на SPM. Тъй като отклонението на скоростта зависи от полезния товар на кораба, SPM естествено ще вмъкне еталонния показател „контрол срещу скорост“ към всяка средна оценка на газенето на пътя, обхващаща всички потенциални резултати за полезен товар.

Впоследствие отклонението в скоростта, което се оценява всеки ден, отчита средната газене на кораба, скоростта на кораба през водата и мощността, предавана на витлото.



Фигура 25 Постоянна референтна базова линия за сравнение на отклонението на оборотите в минута.

Референтната крива, използвана за изчисляване на отклонението за RPM, е функция на връзката, посочена в наръчника на Propeller:

$$Power = a \cdot (RPM)^{2.7}$$

$$Where, a = \frac{Power_at_MCR}{(RPM_at_MCR)^{2.7}}$$

Кривата на витлото съдържа полезни данни за работното предназначение на основния двигател и витлото.

Постоянен референтен стандарт за корелация на отклонението на специфичната разход на гориво (SFR) Този референтен завой е получен от протокола за изпитване на сервиза за M/E. Типът гориво, използван от M/E, влияе върху изчисляването на SFR (g/kWh). Има инсталирани няколко вида гориво с различни качества на ниско затопляне (LHV), така че референтният еталон ще бъде при един стандартен LHV. ISO предлага референтна оценка на LHV от 42 700 kJ/kg[9].

Друго референтно ниво е референтното ниво, направено с данни, събрани след транспортиране, както и след всеки значителен ремонт/скачване на корабите. В какъвто и момент да се извърши докинг, администраторът трябва да зададе друг „моделен повод“ и системата естествено ще използва основните месеци, за да определи количествено и да установи текущото състояние „извън дока“. Това ново референтно ниво (бенчмарк) се прави чрез вземане на нормалното на различни ежедневни възприятия (например 60-120 възприятия за изпълнение), започващи след забележителен случай. Тези възприятия, пресявани за ужасен климат и режим на движение (вижте зона 3.4 по-долу), ще съставят новото ниво на еталон, срещу което да се мисли за текущия оперативен период до следващия модел (Каравелас, М., Сейдел, Р. и Цанаки , Е. 2013).

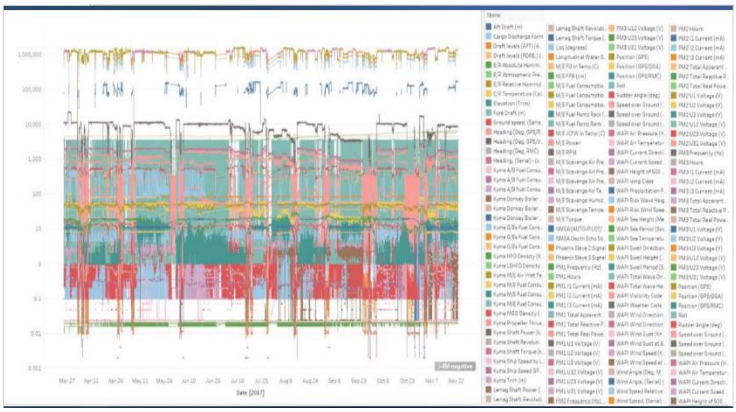
Друго референтно ниво е референтното ниво, направено с данни, събрани след транспортиране, както и след всеки значителен ремонт/скачване на корабите. В какъвто и момент да се извърши докинг, администраторът трябва да зададе друг „моделен повод“ и системата естествено ще използва основните месеци, за да определи количествено и да установи текущото състояние „извън дока“. Това ново референтно ниво (бенчмарк) се прави чрез вземане на нормалното на различни ежедневни възприятия (например 60-120 възприятия за изпълнение),

започващи след забележителен случай. Тези възприятия, пресявани за ужасен климат и режим на движение (вижте зона 3.4 по-долу), ще съставят новото ниво на еталон, срещу което да се мисли за текущия оперативен период до следващия модел (Каравелас, М., Сейдел, Р. и Цанаки , Е. 2013).

4.12 Приложено филтриране в SPM софтуера.

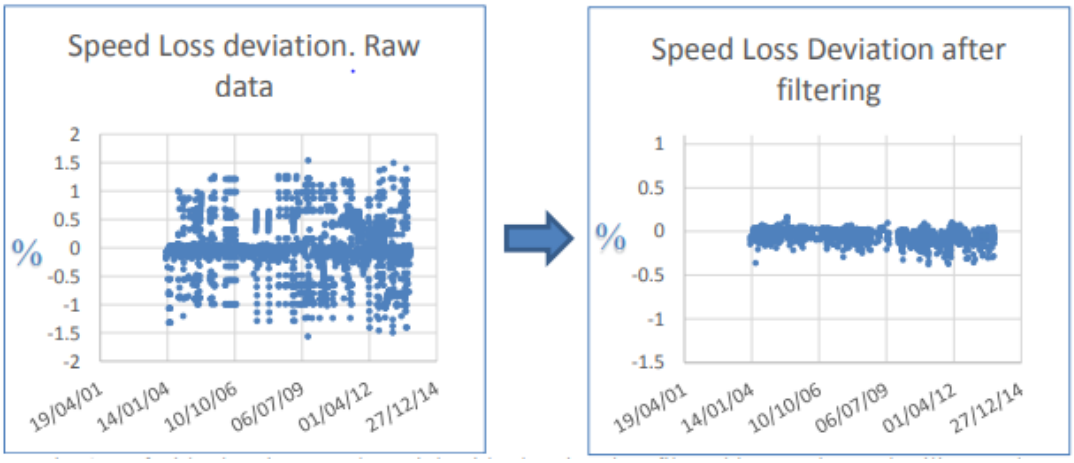
Софтуерът SPM следователно прави възприятия за производителност веднъж на ден. Това изисква задаване на известно разделяне в програмирането на SPM, за да се пази от безполезни данни, за да се анулира дългото изследване на модела. Корабите работят при променящи се климатични условия, океански потоци, режими на круиз (обикновени маршрути, движение и т.н.) и условия на товар (условия на противотежест/натоварване).

Поради тези променящи се условия, програмирането на SPM трябва да прилага изчисления за пресяване, за да изхвърли данните, ако възникне ужасно климатично състояние (използвайки скалата на Бофорт като еталон) или необичаен режим на круиз.



Фигура 26 Необработени данни, събрани от софтуера SPM

Възприятието за производителност се отхвърля за използване във фактическото разследване, ако силата на вятъра е над определено ниво на Бофорт (обикновено ниво 6) или първичната двигателна тежест е под 30% MCR[9].



Фигура 27 Необработени данни за отклонението при загуба на скорост

По дефиниция статистическият анализ се отнася до методите, използвани за обработка на големи количества данни и отчитане на общите тенденции. Статистическият анализ е особено полезен при работа с шумни данни [4].

Анализ на SPM данни и пример

Алгоритъмът за прогнозиране беше използван за извършване на статистически анализ на 418 обедни доклада на чист кораб за превоз на автомобили и камиони (PCTC), за да се изчисли влиянието на всички фактори, обсъдени по-горе.

---

[4] Kusuma, I., Semin, S., Zaman, M. and Satrio, F. (2018). Designing Passive Harmonic Filter of Electric Propulsion System on Tanker Ship. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 2(3).

Основните характеристики и основни спецификации на PCTC са следните:

Година на доставка: 2008г

Капацитет на автомобила: 6500 CEU (еквивалент на автомобил) -

Обща дължина: 199,99 м

Ширина: 32,26 м

Газене (дизайн): 9м

Водоизместимост: 32 791,6 тона (натоварен при проектно газене)

Главен двигател: MAN B&W 7S60ME-C

Мощност: 15 820 kW

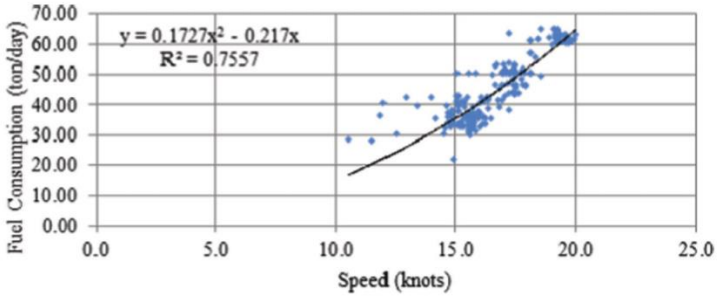
Скорост (дизайн): 20 възела

Анализираните данни включват 27 пътувания, всички с продължителност над 72 часа, за да има напълно разработена скорост на кораба, която е записана от офицерите на кораба с помощта на инструментите, описани в таблицата по-долу, и след това изпратена до управляващото дружество.

	Data	Instrument of measurement	Unit
1	Date	Master Clock	Day
2	Time	Master Clock	Hour
3	Ship's course	GPS	Degree
4	Weather/Wind direction	Anemometer	Compass card
5	Weather/Wind force (sea state)	Anemometer	Beaufort scale
6	Current	Speed Log	Knot
7	Steaming time	Master Clock	Hour
8	Traveled distance	GPS	N.Mile
9	Ground speed	GPS	Knot
10	Main engine fuel oil consumption	Flow meter	Tons
11	Draft	Draft gauges fore and aft	Meter

Фигура 28 Данни и използвани инструменти за след обяд

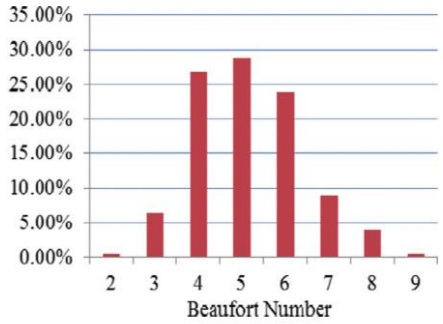
Таблицата по-долу илюстрира диаграмата на разсейване на разхода на гориво спрямо скоростта, коригирана спрямо проектното състояние на натоварване и коригираната скорост.



Фигура 29 Диаграма на разсейване на разхода на гориво спрямо скоростта, коригирана спрямо проектното състояние на натоварване и коригираната скорост.

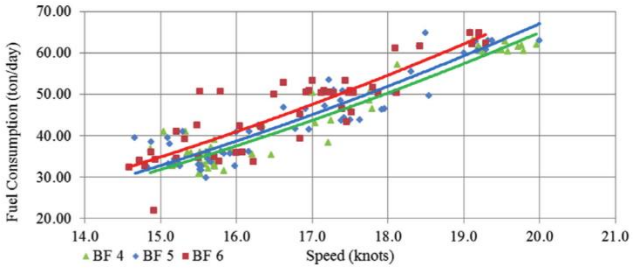
Данните представят широко разсейване към средната линия на тренда, Fuel Cons = 0,1727 × Speed2 – 0,217 × Speed, с разход на гориво в тонове/ден и скорост в възли, както може да се извади и от ниската начална стойност на R-квадрат от 0,7557, и следователно е трудно да се заключи нещо от тази диаграма такава, каквато е, освен ако не бъдат приети още няколко корекции.

Таблицата по-долу илюстрира разпределението на морските състояния в експлоатация, извадено от използваните 418 обедни доклада. Морските състояния 4–6 представляват повече от 75% от времето в морето.



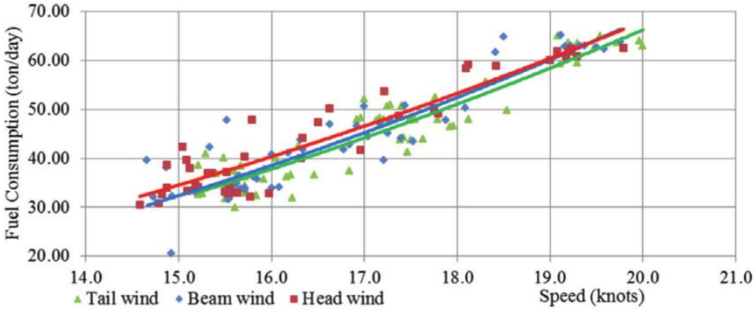
Фигура 30 Разпределението на морските състояния при експлоатацията на кораба

Беше създадена крива за всяко състояние, 4-6, и резултатите са показани в таблицата по-долу. Както се очакваше, колкото по-силно е времето на кораба, толкова по-голям е разходът на гориво.



Фигура 31 Разход на гориво спрямо скорост при различни условия на морето

Относителната посока на вятъра също доведе до значителен ефект върху кривата, където челният вятър, както се очакваше, увеличи разхода на гориво за определена скорост, докато опашният вятър намали необходимото гориво и беше установено, че кривата на лъчевия вятър е между, тъй като е илюстрирано в таблицата по-долу.



Фигура 32 Разход на гориво спрямо скорост, в зависимост от посоката на вятъра

С настоящото изследването подкрепя влиянието на посоката на времето върху скоростта на кораба и кривата на разхода на гориво от една страна, но от друга страна, отваря прозорец за по-подробен анализ, като разделя посоките на картата на компаса на повече секции.

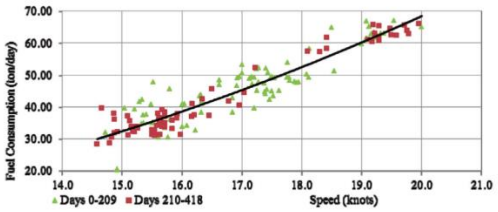
Окончателната корекция на кривите е за времето в експлоатация.

Както беше обсъдено по-горе, предложеният подход би могъл статистически да идентифицира влиянието на времето за обслужване върху съпротивлението на кораба.

Данните от обедните доклади трябва да бъдат разделени на няколко групи, за да бъдат оценени възможните ефекти на грапавостта.

Наличните данни за кораба-кейс обхващат сравнително кратък период от време от 14 месеца и поради тази причина те бяха разделени само на две групи според датите, на които са били записани.

Интересно е, че за корпуса на кораба средните линии за двете групи точки почти съвпадат, както се вижда в таблицата по-долу; следователно е безопасно да се каже, че влиянието на времето за обслужване в този случай е незначително.



Фигура 33 Разход на гориво спрямо скорост за двата периода от време

Съответно, допълнителна корекция поради грапавостта на корпуса и витлото беше ненужна и беше заключено, че кривата на средната скорост и разход на гориво, както е показано по-горе, описва най-точната крива, получена по предложения метод за кораба в съответствие с събраните данни и за общите знаменатели на проектната тяга, без течение, състояние на морето 5, лъчев вятър и на която и да е дата.

Резултатът за корпуса на кораба се очаква поради това, че корабът е в морето само 3 години и поради съвременните самополиращи се бои, които могат да предотвратят замърсяването до голяма степен.

От друга страна, резултатът може да бъде различен за следващите години, преди и след сухо докинг. Този резултат обаче е много важен, тъй като показва, че поведението на кораба може да варира и трябва да бъде изследвано отделно, за да се получи правилно прогнозиране на производителността.

Въз основа на анализа по-горе, оценките на разхода на гориво за кораба-случай могат да се основават на следната регресионна формула, както е показано в таблицата по-горе,

Разход на гориво = 0,2525 × Скорост2 – 1,6307 × Скорост,

където Fuel Cons е разходът на гориво на главния двигател на ден, а скоростта е в възли.

Отбелязва се, че началната стойност на R-квадрат за корпусния кораб е 0,7557, според данните преди корекциите на фиг. 4 и чрез прилагане на няколко допълнителни корекции, свързани с операциите на кораба, подобрената стойност на R-квадрат на кривата на горната таблица е 0,8829, което отразява значително подобрение в точността на оценката на разхода на гориво.

По този начин действителният среден дневен разход на гориво може да бъде изчислен от регресионното уравнение, за скорост от 18 възела полученият дневен разход на гориво е 52,46 тона.

4.13. Приложен статистически анализ и загуба на скорост.

Като се има предвид посоката на вятъра и състоянието на морето, за предложената скорост силата на вятъра Beaufort 4 намалява съпротивлението с 3,1% (в сравнение със силата на вятъра 5), а челният вятър увеличава съпротивлението с 1,6% (в сравнение със страничния вятър), което води до потребление от 51,63 тона на ден. Корекция на газа с помощта на формулата на Адмиралтейството допълнително намалява разхода на гориво до 48,95 тона/ден.

Добавяйки тези стойности към средните пазарни изчисления, приемаме цена от 400 $ USD цена на тон гориво, получаваме следното:

Действителни разходи за гориво за година

48,95 тона/ден x 273,75 дни/година (коефициент на пътуване) = 13400 тона/година

13400 тона/година x 400$ USD/тон = 5360000$ USD цена на гориво/година

Средно възможно средно увеличение на пазара поради влошаване на корпуса и витлото:

6% средна загуба на скорост = 6% x фактор 3 = 18% увеличение на средния разход на гориво

13400 тона/година + 18% = 15812 тона/година, 2412 тона средно възможно увеличение на горивото

2412 тона x 400$ USD/тон = 964800$ USD

За среден 5-годишен период до следващото сухо скачване,

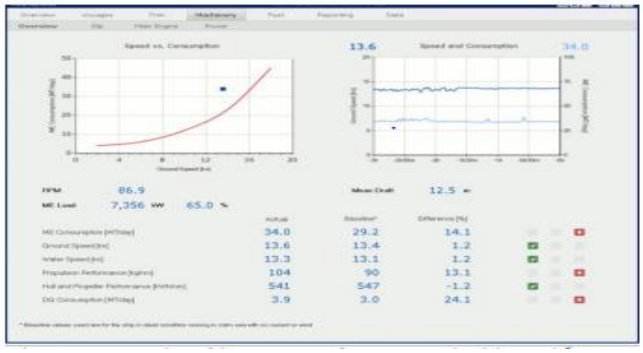
5 години x 964800$ USD = 4824000$ USD

Следователно изчисляването на загубата на скорост по ISO 19030 може да доведе до някои много важни наблюдения, които могат значително да намалят оперативните разходи на кораба (или флота от плавателни съдове) и допълнително да намалят отпечатъка на CO2 емисии.

4.14 Незабавна индикация за изпълнение

Един допълнителен подход е да се оборудва рулевата рубка със специален инструмент, показващ дали договореният разход на гориво е надвишен или не. Това може да бъде графична индикация за целеви разход на мазут от 16 тона/ден и да бъде като примера по-долу. Това може да работи например за кораби за насипни товари, където времето за доставка не е толкова критично за времето и следователно корабът може да преминава транзитно с най-добрата горивно ефективна скорост (Wan, W., Huang, W. and Li, C. 2013).

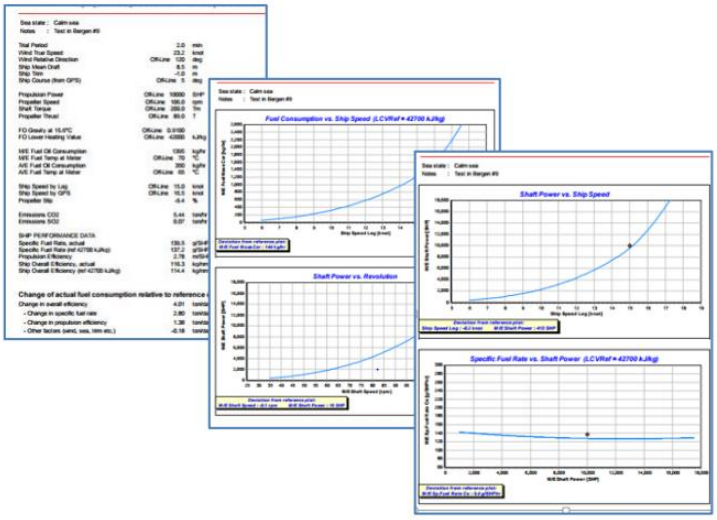
Fig. 4: M/E fuel oil over-consumption and status of generators



Фигура 34 Пример за табло за незабавно изпълнение

4.15. Доклад за изпитване на производителността

Добре дошла функция на софтуера за SPM е да получите незабавен отчет за ефективността на текущата ситуация. Изпитването на ефективността за определен период може да даде на екипажа и ръководството подробен отчет за работата на кораба при контролирани условия (Wintenberger, E. and Shepherd, J. 2006). Фиг. 6 показва изпитание на производителността, извършено при добри метеорологични условия и плаване в стабилно състояние:



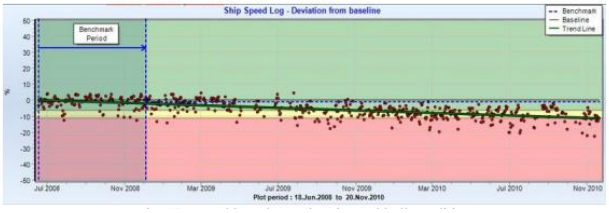
Фигура 35 Резултати от изпитването на производителност

4.16. Индкикации за представяне на дълга тенденция

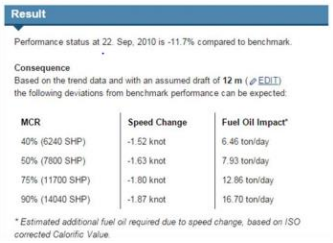
Незабавната производителност може да бъде ценна, но може да бъде повлияна от външни фактори като вятър и течение. Въпреки това, погледът върху дългосрочното развитие на ключовите стойности на ефективността на корабите статистически ще ви даде по-правилна картина и с автоматизирана система за събиране и филтриране на данни, както беше описано по-горе, тенденцията на производителност може да започне да се развива. Тази тенденция, показана като процентно отклонение от проектното състояние, ще даде на екипажа и собственика ясна картина за представянето на кораба днес, показана спрямо по-ранните характеристики и проектни условия. Трите най-важни области на интерес са: - Състояние на корпуса (Мощност на вала спрямо скорост на кораба през вода) - Състояние на витлото (Мощност на вала спрямо обороти на вала) - Специфичен разход на гориво M/E (SFR спрямо мощност на вала) Е производителността постепенно намалява, колко и какво означава това при увеличен разход на мазут? По-долу са дадени някои примери за индикации за ефективност на дълга тенденция, достъпни за потребителя (Aldous L., Smith T., Bucknall R., Thompson P, 2015).

Фигура 36 Голяма загуба на скорост и увеличаване на разхода на гориво и Минимална загуба на скорост и малко увеличение на разхода на мазут

Както Фиг. 7-9 ясно показва, че системата за покритие на корпуса, нанесена след второто скачване, има добри резултати дори след 4 години плаване. По този начин се спестява на собственика значително количество мазут и намаляват емисиите в сравнение с първия период. Използвайки цветните индикации на светофарите, Фиг. 10 показва носител на втечнен природен газ с годишна загуба на скорост над 4% (сега в червената зона на производителност) (Bitner-Gregersen, E.M., K.C. Ewans, et al. 2014). За период от само 2,5 години този кораб е развил загуба на скорост от 11,7% в сравнение със състояние „извън дока“ (базовото ниво, обозначено със синя пунктирана линия), с теоретично повишен разход на мазут, както е показано на Фиг. 11 като резултат.



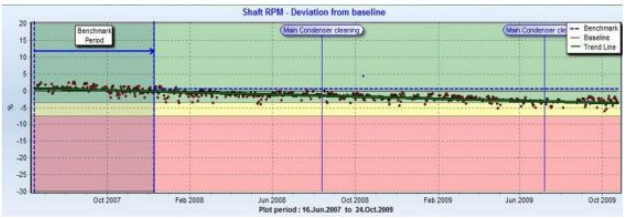
Фигура 37 Загуба на скорост поради влошаване на състоянието на корпуса



Фигура 38 Влияние на мазут от влошеното състояние на корпуса

За състоянието на витлото, тенденцията „Мощност на вала спрямо обороти на вала“ може да бъде както е показано на Фиг. 12. Отново, дългосрочното развитие на тенденцията показва значителна загуба на производителност. Пропелерът постепенно в продължение на 2,5 години става все по-тежък, което води до загуба

на обороти на вала или увеличен въртящ момент на вала.



Фигура 39 Пропелерът става „тежък“, което показва нужда от почистване

4.17 Полза от докинг, възможно ли е да се измери?

На разположение на собствениците на кораби са много опции за подобряване на производителността на кораба. Покритието против обрастване на корпуса може да бъде подобрено/обновено, крушката да бъде преработена, зоната на витлото може да бъде модифицирана или М/Е може да бъде основно ремонтиран. Това са само малка част от опциите, налични в кутията с инструменти. Работят ли обаче и колко добре? Единственият начин да се отговори на този въпрос е да се измерят ключови параметри на производителност преди и след извършване на модификацията. Важно е да се установи работата на кораба преди „Тенденция“ (докинг, поддръжка, модификация и т.н.). Чрез измерване на данните за дълга тенденция от преди скачването и сравняване на тези данни от след скачването, собственикът на кораба ще може да провери дали обещаната полза наистина е постигната или не. Въз основа на този резултат, собственикът може да реши дали подобни модификации трябва да бъдат приложени на дъщерни кораби във флота (Cox, M. G., Harris, P. M.2006).

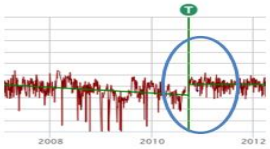


Fig. 6: Benefit achieved in speed through water due to new hull anti-fouling system

Benefit resulting from trend event

23. Sep, 2010 - Finish Docking (w/Hull Cleaning)

Based on the trend data and with an assumed draft of **12 m** the following benefit was achieved:

MCR	Speed Change	Fuel Oil Impact*
40% (6240 SHP)	1.34 knot	-5.86 ton/day
50% (7800 SHP)	1.44 knot	-7.20 ton/day
75% (11700 SHP)	1.60 knot	-11.70 ton/day
90% (14040 SHP)	1.66 knot	-15.24 ton/day

Fig. 14: Details of speed change and fuel oil consumption impact at some typical MCR levels

Фигура 40 Подробности за промяната на скоростта и влиянието на разхода на гориво при някои типични нива на MCR

4.18. Индикатори за изпълнение

Оценките на явните промени на кораба в изпълнението на корпуса и витлото могат да се използват в различни важни указатели за изпълнение, за да се реши жизнеспособността на упражненията за поддръжка, ремонт и преоборудване на корпуса и витлото. Таблица 1 показва четири основни маркера за изпълнение на корпуса и витлото (Boletis, E., Lange, R. and Bulten, N. 2015).

Ефективност на докинг на сухо: Промяна в работата на корпуса и витлото след сегашно изкачване (период на оценка) в сравнение със средната стойност от предишни изкачвания (референтни периоди).

Определяне на ефективността на сухия докинг (ремонт и/или модернизиране)

Ефективност в експлоатация: Средна промяна в корпуса и витлото

Определете ефективността на работата на подводния корпус и витлото (включително всички дейности по поддръжката, извършени по време на пълния интервал на сух докинг) от период след изтичане.

(Референтен период) до края на интервала на сухо скачване (период на оценка).

Спусък за поддръжка: Промяна в работата на корпуса и витлото от

началото на интервала на сухо скачване (референтен период) до пълзяща средна стойност в даден момент от време (период на оценка)

Задействайте поддръжка на подводния корпус и витлото, включително проверка на витлото и/или корпуса.

Ефект от поддръжката: Промяна в работата на корпуса и витлото от преди (референтен период) към след събитие за поддръжка (период на оценка).

Определете ефективността на конкретна

събитие за поддръжка, включително почистване на витло и/или корпус.

4.19. Изпълнение на сухо докинг

Промяна в изпълнението на корпуса и витлото след сегашно скачване като контраст и нормалното от предишни изкачвания Корекция в изпълнението на корпуса и витлото след настоящо скачване в сравнение и нормалното от предишни изкачвания (където информация/оценки са достъпни) е ценно за определяне на жизнеспособността на сухия докинг.

По време на сух докинг витлото(ите) обикновено се почистват, полират и ремонтират, а подводният корпус се почиства редовно, на място или напълно се удря, ремонтира се и отново се покрива. Освен това може да се приеме модернизация за подобряване на представянето на корпуса, витлото или и двете. Невъзможно е точното ограничаване на отделните въздействия (например ефект на контрасти в нивото или естеството на предварителната обработка, естеството на употреба или характеристиките на повърхността на боята). Във всеки случай, ако се разчита само на подгрупа от въздействия да варира между сухите докувания и всичко останало може разумно да се счита за еквивалент, маркерът на изложбата може да попълни като указател за тази подгрупа от въздействия . Методологията за определяне на този показател за ефективност е дадена в части 2 и 3 на този международен стандарт.

Повредата и деформацията на корпуса, настъпваща по време на сух докинг, например подуване, причинено от неправилно подреждане на опорни квадрати, ще повлияе на очакваното изпълнение на корпуса и витлото и, освен ако е представено, е източник на уязвимост в това изпълнение Индикатор[5].

4.20. Изпълнение в експлоатация

Нормална промяна в характеристиките на корпуса и витлото през периода след изхода, доколкото е възможно от междинния сух докинг Нормалната промяна в прогнозната производителност на корпуса и витлото за периода от изхода, доколкото е възможно от сухия докинг междинният може да се използва, за да се реши адекватността на подводния корпус и витлото, включително използваните покрития на корпуса и всякакви упражнения за поддръжка, извършени през периода на междинния сух докинг[11].

4.21. Тригер за поддръжка

Промяна в характеристиките на корпуса и витлото от началото на междинния сух докинг към нормално движещо се по всяко избрано време Умишлената промяна в работата на корпуса и витлото от началото на междинния сух докинг към нормално движение в избрано време по време на подобен междинен период може да се използва като спусък за поддържане на подводен корпус и витло, включително почистване на витло или потенциално корпус (Borkowski, T., Kowalak, P. and Myśków, J. 2015).

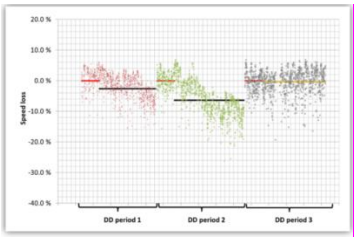
Промяната в работата на корпуса и витлото, оценена, когато може да се използва повод за поддръжка, за да се реши жизнеспособността на конкретно движение по поддръжка, което е настъпило между оценките, включително всяко витло и допълнително почистване на корпуса.

4.22. Отпечатък върху околната среда

Днес характеристиките на корпуса и витлото са убиец на ефективността на кораба. Според Коалицията за чисто корабоплаване в MEPC 63-4-8, лошото представяне на корпуса и витлото представлява около 1/10 от разходите за жизненост на световната армада и изхвърлянията на парникови газове. Това се фокусира върху впечатляващ потенциал за подобрение; 1/10 от разходите за жизненост на световната армада и емисиите на парникови газове се превръщат в милиарди долари допълнителни разходи всяка година и около 0,3% увеличение на предизвиканите от човека изхвърляния на парникови газове. Виновните страни са смесица от биологично замърсяване и механични повреди. Повечето плавателни съдове напускат новото корабостроение или

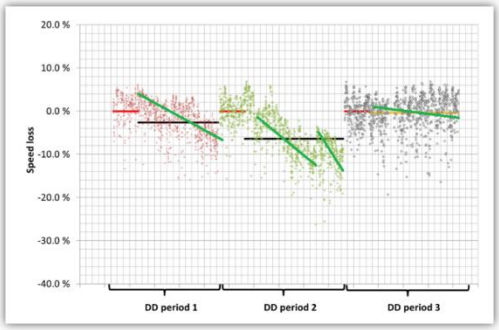
[5] Borkowski, T., Kowalak, P. and Myśków, J. (2015). VESSEL MAIN PROPULSION ENGINE PERFORMANCE EVALUATION. Journal of KONES. Powertrain and Transport, 19(2), pp.53-60.

последващия сух докинг с корпуса и витлото им в прилично състояние. В този момент поради комбинация от биологично замърсяване и механични повреди, характеристиките на корпуса и витлото започват да се разпадат.



Фигура 41 Действителни характеристики на корпуса и витлото за три отделни петгодишни интервала на сух докинг

Горната фигура показва действителната производителност на корпуса и витлото за три отделни петгодишни интервала на сух докинг на един и същ кораб в същата търговия, но с различни решения за покритие на корпуса.



Фигура 42 Действителни характеристики на корпуса и витлото за три отделни петгодишни интервала на сух докинг

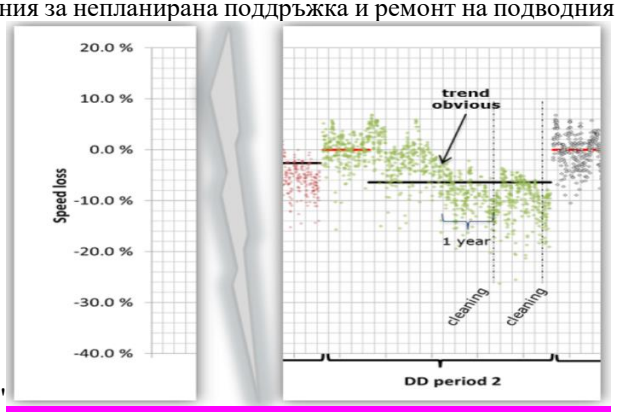
По време на междинния сух докинг напредъкът в характеристиките на корпуса е по същество същият като това, което се наблюдава като нормално на пазара в MEPC 63-4-8. В този междинен период има 6,4% неуспех в скоростта или 19% разширяване на влиянието, което се очаква да поддържа същата скорост - като цяло през четирите години след времевата рамка за еталон. Имайте предвид, че корабът се нуждае от 38% повече мощност към края на периода, за да поддържа подобна скорост.

В първия от трите междинни периоди на сух докинг подобрението в характеристиките на корпуса е до известна степен по-добро. В този междинен период се изисква 2,7% неуспех в скоростта или 8% разширяване на влиянието – всички неща, взети предвид през четирите години след времевата рамка за еталон.

В останалата част от трите междинни периоди на сух докинг подобрението в характеристиките на корпуса е характерно за това, което е възможно с настоящите иновации против обрастване на корпуса: на практика няма проблеми с производителността през целия период на работа.

Контрастът между нормалното на пазара и най-добрата производителност е около 18% в мощността, необходима за поддържане на подобна скорост през последните дълги периоди от междинния период на сухо докинг. При споменатия масов транспортер с дедвейт 54k, при цена на изкопаване от $350 на тон, това разграничение ще се превърне в контраст от $1,8 милиона в цената на горивото и разлика от 16 000 тона в изходящия CO2.

Има още аргументи до точката, че „за вземащите решения надеждни и сравними резултати от измерване, когато се доставят навреме, също така ще позволят по-бързи решения за непланирана поддръжка и ремонт на подводния корпус. Такава способност може да се окаже много ценна."



Фигура 43 3,5 години след междинния сух докинг

След около 3,5 години след междинния сух докинг, подводният корпус на кораба беше почистен. Това доведе до бързо подобрение на скоростта с около 6% или алтернативно 18% намаление на мощността, която се очаква да се грижи за скоростта. Имайте предвид, че корпусът беше почистен втори път след около 4,5 години в интервала на сух докинг.

На този кораб по това време информацията за експлоатационните характеристики беше събрана и прибрана, но промените в работата на корпуса не бяха наблюдавани непрекъснато. Както може да се види от информацията, ако промените в характеристиките на корпуса бяха последователно проверявани, би било възможно да се разграничи отрицателен модел на предходен етап на партидата. 2,5 години след междинния сух докинг този негативен модел би бил трудно да се пропусне.

Нормалното почистване на подводния корпус от около 2,5 години и нататък не би отстранило проблема, а по-скоро би послужило за значително подобряване на работата на корпуса през останалата част от междинния период на сух докинг. Разумният критерий е, че съдът, при почистване като часовник или някъде в близост (за сума от 5 почиствания), би имал възможност да завърши с нормална за периода загуба на скорост от около 4% в сравнение с 6,4 % (в светлината на 2 почиствания).

При споменатия носител на маса 54k dwt и при цена на укрепване от $350 на тон, това разграничение би се превърнало в контраст от $0,7 милиона в цената на горивото и разлика от 6000 тона в изходящия CO_2. Непосредствените разходи за 3 допълнителни подводни почиствания на корпуса обикновено биха били около 0,1 милиона долара – оставяйки нетно увеличение от 0,6 милиона долара.

4.23 Изпълнение на флота

Автоматичното събиране, филтриране и прехвърляне на данни към централна база данни позволява на собствениците на кораби да следят ефективността на целия флот. Освен това, комбинирането на тази база данни с персонализирана система за управление ще направи ключови показатели за ефективността на целия флот достъпни за управлението и за вземане на стратегически решения за ефективност. Сравнението във флота идентифицира корабите с ниска ефективност, което прави възможно съответното планиране на коригиращи действия.

Заключения

- На пазара, където ниските цени на фрахта намаляват маржовете до минимума, е безопасно да се приеме, че всички собственици на кораби ще се стремят да управляват своя флот възможно най-оптимално по отношение на горивната ефективност. Докато управлявате кораб, системата против обрастване на корпуса е по-малко ефективна. Морското замърсяване на корпуса увеличава съпротивлението на триене и повърхността на витлото може да бъде грапава и замърсена, което прави витлото по-малко ефективно.

- Съпротивлението, причинено от замърсяване, може да се увеличи значително през интервала на докинг, с типична загуба на скорост от 2-4 % годишно. Повишеният фокус върху екологичните разпоредби и по-малките маржове на печалба в корабоплаването правят производителността и ефективността на флота ключови теми в морския свят. За тази цел софтуерът за наблюдение на производителността на кораба (SPM) с непрекъснат мониторинг може да бъде от ценна помощ за екипажа на кораба и собственика.

- Концепцията и изискването за тази система е да измерва ключови параметри на борда, да извършва обработка на тези данни и да представя резултатите по лесен и интуитивен начин за бордовия екипаж и персонала на сушата.

- Въз основа на този непрекъснат мониторинг, коригиращите действия могат да бъдат планирани и извършени съответно, едно предизвикателство в това отношение е да се представи състоянието на работата на кораба или по-скоро влошената производителност, правилно и адекватно, за да се реши кога поддръжката/ремонтът е подходящ. Пример може да бъде индикация за висок разход на мазут на главния двигател. С/Е трябва да интерпретира и оцени този горивен поток и да разбере дали това измерване е правилно. Основната причина за свръхконсумацията, разбира се, може да бъде намалената производителност на съда. Въпреки това, неизправност на сензора, грешни или липсващи ръчни записи, лошо време или други външни фактори също могат да причинят това.

- Следователно автоматичното събиране на данни, филтриране, повторяемост и прозрачност в системата за мониторинг на ефективността са критични елементи за надеждността на SPM системата. Комбинацията от показване на незабавни стойности на производителността заедно с изследване на дългата тенденция на важни ключови стойности на производителността поддържат екипажа и ръководството непрекъснато актуализирани за представянето на кораба.

- Планирана система за поддръжка, базирана на количествено измерими данни съгласно ISO 19030, позволява на корабособствениците и операторите да планират, извършват и документират поддръжката на кораба на интервали, отговарящи на изискванията на класа и производителя. Има различни начини за постигане на това, в зависимост от размера и сложността на корабната компания и видовете плавателни съдове в експлоатация. Във всички случаи системният подход към поддръжката се основава на оценка на риска и започва с установяване на модел на търговия и период на сравнителен анализ. Системата за планова поддръжка на корабите е задължителна съгласно Международния кодекс за управление на безопасността (ISM). Ефективната система за планова поддръжка не само помага за постигане на целите за безопасност и околната среда, заложени в ISM Code, но също така е инвестиция в защитата на активите и оптимизиране на тяхното управление.

- • Въглеродната интензивност на кораба да намалее чрез прилагане на допълнителни фази на индекса за проектиране на енергийна ефективност (EEDI) за преглед на нови кораби с цел засилване на изискванията за проектиране на енергийна ефективност за кораби с процентното подобрение за всяка фаза, което трябва да се определи за всеки тип кораб, според случая; въглеродната интензивност на международното корабоплаване да намалее, за да се намалят емисиите на CO2 на транспортна дейност, като средна стойност за международното корабоплаване, с най-малко 40% до 2030 г., като се стремят към 70% до 2050 г. в сравнение с 2008 г.; и емисиите на парникови газове от международното корабоплаване да достигнат пик и спад до пик емисиите на парникови газове от международното корабоплаване възможно най-скоро и да намалят общите годишни емисии на парникови газове с най-малко 50% до 2050 г. в сравнение с 2008 г., като същевременно се полагат усилия за постепенното им премахване, както се изисква в визията като точка от пътя за намаляване на емисиите на CO2 в съответствие с температурните цели на Парижкото споразумение.

  1. За контейнерни кораби, които съставляват най-голямата част от високоскоростните ветроходни кораби и по този начин са предразположени към по-високи емисии на CO2, степента на намаляване на EEDI се увеличава значително за по-големите кораби, както следва:
  2. За контейнеров кораб от 200 000 DWT и повече, процентът на намаляване на EEDI е определен на 50% от 2022 г.
  3. За контейнеровоз от 120 000 DWT и повече, но по-малко от 200 000 DWT, 45% от 2022 г.
  4. За контейнеровоз от 80 000 DWT и повече, но по-малко от 120 000 DWT, 40% от 2022 г.
  5. За контейнеров кораб от 40 000 DWT и повече, но по-малко от 80 000 DWT, 35% от 2022 г.
  6. За контейнеровоз от 15 000 DWT и повече, но по-малко от 40 000 DWT, 30% от 2022 г.

• Съгласно разпоредбите за енергийна ефективност, съществуващите кораби сега трябва да разполагат с план за управление на енергийната ефективност, който разглежда неща като подобрено планиране на пътуването, по-често почистване на подводните части на кораба и витлото, въвеждане на технически мерки като оползотворяване на отпадната топлина системи или дори монтиране на ново витло.

ПРИНОСИ КЪМ ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Научни и приложни приноси

1. Предлага се планова система за поддръжка на кораби, която служи за поддържане на работното състояние на корабния задвижващ комплекс, базирана на количествено измерими параметри в съответствие със стандарт ISO 19020.

2. Предлага се софтуер за наблюдение на производителността на кораба (SPM) в съответствие със стандарт ISO 19030 за подобряване на ефективността на корабния задвижващ комплекс.

3. Предложено е да се извършва оценка и прогнозиране на съответствието между елементите на корабния задвижващ комплекс (КПК) чрез приложение на подобрената двойна диаграма според данните от експлоатационните изпитания.

4. Дисертационният труд предлага надеждно прогнозиране на работата на елементите на SCP.

Приложни Приноси

5. Предложеният софтуер за SPM, съвместим със стандарт ISO 19030 за непрекъснат мониторинг на характеристиките, може да бъде от ценна помощ за екипажа на кораба и корабособственика.

6. Предложеният SPM софтуер, съвместим със стандарт ISO 19030, ще позволи непрекъснато наблюдение на експлоатационните характеристики на кораба, което от своя страна ще доведе до по-точно, адекватно и навременно решение за извършване на поддръжка и ремонт навреме.

7. Прилагането на предложения софтуер за мониторинг на производителността на кораба (SPM), съвместим със стандарт ISO 19030, ще подобри енергийната ефективност (EEDI) за нови кораби, което от своя страна ще доведе до значително намаляване на въглеродните емисии на кораба, като по този начин ще отговори на непрекъснато нарастващите екологични изисквания при корабоплаването.