

Резюмета

на научно-изследователските трудове на
гл. ас. д-р инж. **Гинка Христова Иванова**

за участие в конкурс за академична длъжност „Доцент“, в професионално направление 5.5 Транспорт, корабоплаване и авиация по научна специалност „Електрообзавеждане на кораба“, към катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане“ при Електротехнически факултет на Технически университет-Варна, обявен в ДВ бр.13/ 07.02.2023г.

Опис:

Резюмета по показател В.4 - хабилитационен труд – научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация.....5

[1] Rachev, S., Ivanova, G., Koeva, D. Vector Control of Pump Unit Electric Drive with Medium Voltage Induction Motor, 2020 12th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2020”, DOI 10.1109/BulEF51036.2020.9326032, ISBN 978-172819439-4..... 6

[2] Ivanova, G., Donev, I., Kostova, I., Study on the Relationships between Optimal Speed, Route and Energy Consumption in Passenger Ship, 2020 12th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2020”, DOI 10.1109/BulEF51036.2020.9326022, ISBN 978-172819439-4 7

[3] Ivanova, G., Donev, I., Kostova, I., Study of the Influence of the Physical Environment on the Design and Operational Indices of Energy Efficiency EEDI and EEOI, 2020 12th Electrical Engineering Faculty Conference, “BulEF 2020”, DOI: 10.1109/BulEF51036.2020.9326018, ISBN978-172819439-4..8

[4] Rachev, S., Ivanova, G., Achievement of Maximum Energy Efficiency through Vector Control of Induction Motor Electric Drive, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021, 1032(1), DOI 10.1088/1757-899X/1032/1/012028, ISSN17578981 9

[5] Ivanova, G., Gyurov, V., Analysis of the Energy Balance and Electric Consumption of Luxury Yacht for Charters, 2021 17th Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems, ELMA 2021 - Proceedings, 2021, DOI 10.1109/ELMA52514.2021.9503080, ISBN 978-166543582-6..... 10

[6] Gyurov, V., Ivanova, G., Increasing the Efficiency of Power Transformers in Marine Power Systems of Cruise Ships, 13th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2021”, 1-4 , DOI 10.1109/BulEF53491.2021.9690820, ISBN 978-166544192-6 11

[7] Yodanov, Y., Milev, G., Gyurov, V., Duganov, M., Ivanova, G., Simulation of Methods for Diagnosis of the Mechanical Disturbances in the Operation of Ships Synchronous Generators, 13th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2021”, DOI 10.1109/BulEF53491.2021.9690821, ISBN 978-166544192-6 12

[8] Milev, G., Gyurov, V., Ivanova, G., Duganov, M., Tzvetanov, B., Modelling and Simulation of Ships Electric Power Station with Self-excited Brushless Synchronous Generators, 13th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2021”, DOI 10.1109/BulEF53491.2021.9690790, ISBN 978-166544192-6 13

[9] Ivanova, G., Gyurov, V., Duganov, M., Rachev, S., Simulation Study of Power Consumption Modes of Hybrid SAVe Cube Ship Electrical Power Systems, 14th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2022”, DOI 10.1109/BulEF56479.2022.10020200, ISBN 978-166549026-9.....14

[10] Gyurov, V., Ivanova, G., Duganov, M., Rachev, S., Comparative Analysis of Reliability Indicators in Conventional and Hybrid SAVe cube Ship Electrical Power Systems, 14th Electrical

Резюмета по показател Г.7 - научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация.....16

[1] Ivanova, G., Specifics in Determining the Operational Energy Efficiency Index EEOI According to the Requirements of the International Maritime Organization IMO for the Period 2020-2025, 12th Electrical Engineering Faculty Conference "Bulef 2020", DOI: 10.1109/Bulef 51036.2020. 9326011, ISBN-978-172819439-4 16

[2] Ivanova, G., Donev, I., Experimental Study of the Operational Energy Efficiency Index EEOI in Passenger Ships, 12th Electrical Engineering Faculty Conference "Bulef 2020", DOI: 10.1109/Bulef51036.2020. 9326063, ISBN978-172819439-4.....17

[3] Ivanova, G., Analysis of the Specifics in Calculating the Index of Existing Marine Energy Efficiency EEXI in Force since 2023, 2021 13th Electrical Engineering Faculty Conference "Bulef 2021", DOI 10.1109/Bulef53491.2021.9690805, ISBN 978-166544192-6..... 18

[4] Ivanova, G., Ways to Increase the Efficiency of a Ship Cooling System, 2021 13th Electrical Engineering Faculty Conference "Bulef 2021, DOI 10.1109/Bulef53491.2021.9690809, ISBN978-166544192-6.....19

[5] Ivanova, G., Study of Parallel Operation of Ship Generators with Different Power, 2021 13th Electrical Engineering Faculty Conference "Bulef 2021", DOI 10.1109/Bulef53491.2021.9690839, ISBN 978-166544192-6.....20

Резюмета по показател Г.8 - научни публикации в нерепубликани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни томове.....21

- [1] Иванова, Г., В. Гюров, Р. Киров, Рационализиране и оптимизиране на енергетичните процеси в корабните електроенергийни системи чрез прилагане на комплексен многофакторен подход, Научно списание Механика Транспорт Комуникации, том 16, брой 3/2, 2018 г., статия № 1728, ISSN 2367-6620.. 22
- [2] Гюров, В., Хр. Панчев, Г. Иванова, Особенности при проектирането реконструкцията на осветителната уредба на машинно отделение на контейнеровоз в съответствие с IACS No143/2013, IX Научна конференция „ЕФ2017”, Годишник на ТУ-София, Том 68, книга 1, стр. 163-170, ISSN 1311-0829. 23
- [3] Проиков, М., Г. Георгиев, Хр. Панчев, Г. Иванова, В. Гюров, Изследване на показатели, параметри и характерни особености в експлоатацията на електроснабдителната система на ф. „Елкабел” АД, гр. Бургас, сп. „Механика, транспорт, комуникации”, бр.16, том 3/2, стр. 68-74, 2018 г., статия №1725, ISSN 1312-3823, 24
- [4] Гюров, В., Хр. Панчев, Г. Иванова, Реализиране на теоретични и експериментални изследвания на светлотехническите параметри на LED източници на светлина за навигационно корабно осветление, IX Научна конференция „ЕФ2017”, Годишник на ТУ-София, Том 68, книга 1, стр. 155-162, ISSN 1311-0829..... 25
- [5] Донеv, И., Г. Иванова, В. Гюров, Р. Киров, Изследване и анализ на енергийната ефективност в пасажерски кораби, International Scientific Conference “Unitech 2018”, Proceedings Volume I, pp.116-120, ISSN 1313-230X. 26
- [6] Парушев, Пл., Д. Димитров, Г. Иванова, Пр. Денева, Св. Ангелов, Управление на вентилацията на товарни платформи на фериботи с PLC, сп. „Механика, транспорт, комуникации”, бр.16, том 3/2, стр. 68-74, 2018 г., статия №1725, ISSN 1312-3823, 27
- [7] Киров, Р., Г. Иванова, Анализ на светлотехническите и електрическите изисквания и характеристики на корабното осветление, XV Национална конференция с международно участие, BullLight/България светлина 2014. Сб. доклади, стр. 262-264, ISSN 1314 – 0787.. 28
- [8] Ivanova, G., Gyurov, V., Assessment of Energy Efficiency of a Motor Yacht Depending on Routes and Sailing Area, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, DOI 10.1088/1757-899X/1216/1/012004.....29
- [9] Gyurov, V., Ivanova, G., Study on Technical Solutions for Shore Power Supply of Motor Yacht, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, DOI 10.1088/1757-899X/1216/1/012005..30

Резюмета по показател В.4 - хабилитационен труд – научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация

[1] Rachev, S., Ivanova, G., Koeva, D. Vector Control of Pump Unit Electric Drive with Medium Voltage Induction Motor, 2020 12th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2020”, DOI 10.1109/BulEF51036.2020.9326032, ISBN 978-172819439-4

При работа на мощни помпени агрегати с асинхронни двигатели със средно напрежение трябва да се вземат предвид възможните механични удари при стартиране и пулсации на натоварването. Всяка рязка промяна на въртящия момент от страната на двигателя или от страната на товара води до механични натоварвания и умора на валовете. Внезапните промени в въртящия момент могат да доведат до хидравлични удари в тръбопроводната система. Това е един от факторите, заедно с топлинното претоварване, за предпочитане при методите за плавен старт, чрез използване на мек старт или честотен преобразувател. Последното осигурява допълнително предимство - може да покрие промените в съпротивленията на натоварване по време на работа и също така ви позволява бързо да преминете през всякакви резонансни честоти при стартиране и да избегнете работа при тези честоти. Необходимостта от контрол на скоростта е очевидна, когато самият технологичен процес го изисква. При циркулационните центробежни помпени агрегати в системи с нисък статичен напор, намаляването на скоростта, респективно на дебита, води до намаляване на потреблението на енергия.

Задвижванията могат да спестят средно 40% от електроенергията, използвана от двигателя, както и да намалят съответните емисии на CO₂. Тъй като промишлеността представлява една трета от световното потребление на електроенергия и електрическите двигатели консумират 65% от индустриалната електроенергия в региони като ЕС [2], потенциалните глобални икономии на енергия от по-широко използване на задвижвания биха били значителни. Пълната система от диференциални уравнения, представляваща математически модел на електромеханична система на електрически задвижван помпен агрегат, се състои от пет уравнения - четири за моделни статорни/роторни токове и петото уравнение е уравнението на движението.

Коректността и точността на резултатите от симулацията могат да бъдат потвърдени чрез извършване на измервания при работа на такива помпени системи. За съжаление често това са помпи, работещи на места с различно ниво на сигурност и ограничен достъп – топлоелектрически централи (ТЕЦ), атомни електроцентрали (АЕЦ) където достъпът на външни лица е ограничен или забранено изцяло. Моделът, използван за определяне на загубите на двигателя, е само опростен. Всъщност структурата на загубите също включва загуби в ядрото, както и загуби в силовия модул на честотния преобразувател. В допълнение, магнитната система на двигателя винаги е подложена на насищане, което води до увеличаване на загубите в областта на номиналните токове.

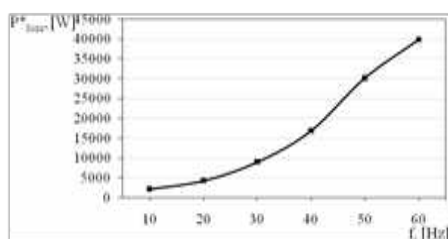


Fig. 5. Electrical power losses when applying indirect vector control.

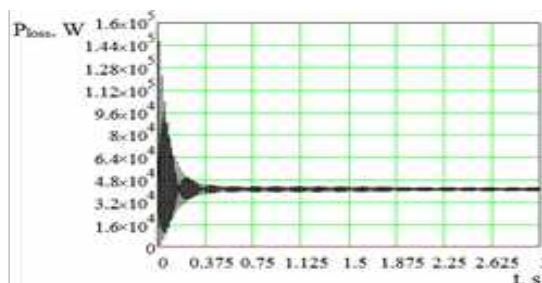


Fig. 2. Electrical power losses as a function of time at DOL starting.

В изследването е разгледана възможността за енергоспестяване на помпено задвижване с регулируема скорост. Изследването, както и проектирането на такива системи като ИМ електрическо задвижване с векторно управление представлява доста трудна задача. При промяна на различни параметри, фактори и условия, свързани с работата на електродвигател средно напрежение, задвижващ помпен агрегат, може да се изследва неговото поведение.

[2] Ivanova, G., Donev, I., Kostova, I., Study on the Relationships between Optimal Speed, Route and Energy Consumption in Passenger Ship, 2020 12th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2020”, DOI 10.1109/BulEF51036.2020.9326022, ISBN 978-172819439-4

Докладът представя теоретични и експериментални изследвания на връзката между скоростта, маршрута и разходите за енергия в пътническите кораби. С използването на експериментални данни от проведени рейсове на пътнически кораб по различни маршрути при различни условия са изведени зависимости за анализ на оптималните режими на движение, водещи до реализиране на максимални икономии на електроенергия и първична енергия. Круизните кораби се различават от другите видове кораби по сравнително по-високата си консумация на електрическа енергия (пара и гореща вода).

Планът за управление на енергийната ефективност на корабите (SEEMP) за всички кораби на МЕРС 62 (юли 2011 г.) е свързан с приемането на изменения в приложение VI към MARPOL (резолюция МЕРС.203 (62), от страните по MARPOL приложение VI, първия правно обвързващ договор за изменението на климата, приет след Протокола от Киото. Тъй като този пробив МЕРС 63 (март 2012 г.) прие четири важни насоки (резолюции МЕРС.212 (63), МЕРС.213 (63), МЕРС.214 (63) и МЕРС.215 (63), които са насочени към подпомагане на прилагането на задължителни разпоредби, относно енергийната ефективност за корабите в приложение VI към MARPOL.

Скоростта на кораба има нелинейна връзка с разхода на гориво. Корабът, който плава по-бавно, ще отделя по-малко парникови газове, отколкото корабът, който плава по-бързо. Круизните кораби плават в различни хидрометеорологични условия и маршрути и затова е необходимо да се направи отделен анализ в зависимост от работния режим на главните и спомагателни двигатели. Изследването представя анализ на енергийния баланс на пасажерски круизен кораб клас А1 при извършване на плаване в карибския регион. Основните параметри на кораба са брутен тонаж 73000 GRT, дължина 268 м., пасажери 2500 души и екипаж и спомагателен персонал 1200 души. Електрозахранването се осъществява от 6 генератора Wartsila VASA 2200 kW/ 6,6 kV и аварийен генератор Detroit Allison 400 kW/0,46 kV. Генераторите се задвижват от собствени дизелови двигатели и не са свързани с основното задвижване на кораба. Електропотребителите са разделени на две основни групи – потребители хотелска част (помещения, ресторанти, барове, общи части и каюти), захранвани от шест тринамотъчни подстанции 6.6/0,46/0,23 kV и основни системни потребители (консуматори в машинно отделение). За всеки ден е изчислен средния индекс ЕЕОІ по Формула 1 с отчитане на коригиращия фактор за връзката между отделените емисии на парниковите газове (CO и CO2) и консумацията на гориво $CF=3.151$, съответстваща на LFO, което е единственото гориво използвано при плаването. Приет е $m_{cargo}=47427$ [MT], съответстващ на тонаж при номинално натоварване. Изследваният период е от 3.01.2019 до 4.02.2019, който се характеризира с приблизително постоянни метеорологични условия и температура на водата в границите $27\div 29^{\circ}C$. Маршрута на кораба е Angra Dos Reis – Santos – Пhabela – Buzious.



Фигура 2. Влияние на намаляването на скоростта върху разхода на гориво за проплавана миля



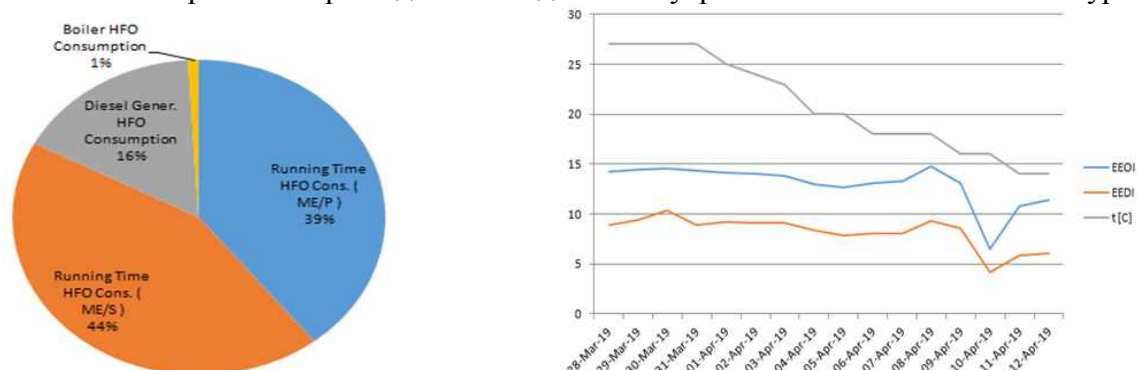
Фигура 1. Категоризация на корабите по скорост

[3] Ivanova, G., Donev, I., Kostova, I., Study of the Influence of the Physical Environment on the Design and Operational Indices of Energy Efficiency EEDI and EEOI, 2020 12th Electrical Engineering Faculty Conference, “BulEF 2020”, DOI: 10.1109/BulEF51036.2020.9326018, ISBN978-172819439-4

Докладът представя изследване на влиянието на различни параметри на физическата среда върху проектните и експлоатационните показатели на енергийната ефективност EEDI и EEOI. Разглеждат се характерните влияния на физическата среда върху разхода на енергия и гориво. Получените резултати позволяват да се набележат конкретни мерки за подобряване на показателите и привеждането им в нормативни норми.

Дефинициите на индексите за енергийна ефективност за проектирането на кораби EEDI и енергийната ефективност при експлоатацията на кораби EEOI се регулират от няколко разпоредби на ИМО. Необходимият EEDI за всички кораби при летни условия на натоварване (най-тежките условия на плаване поради по-ниската плътност на водата) при използване на 100% DWT. Изключение правят пътническите кораби, които се изчисляват с помощта на GT (бруто тонаж).

Проучването представя анализ на енергийния баланс на пътнически круизен кораб клас A1 по време на атлантическия преход от Пуерто Лимон до Барселона и Марсилия. Основните параметри на кораба са бруто тонаж 47413 БРТ, дължина 208 м., пътници 1828 души и екипаж и обслужващ персонал 620 души. Електрозахранването се осъществява от 2 генератора 2xMAN-B & W 9L40 / 54 (2x5994kW), 2xMAN-B & W 6L40 / 54 (2x3996kW) и аварийен генератор Detroit Allison 400 kW / 0,46 kV. Генераторите се захранват от собствени дизелови двигатели и не са свързани към главното задвижване на кораба. Консуматорите на електроенергия са разделени на две основни групи - консуматори хотелска част (помещения, общи части и кабини), захранвани от шест тринамотъчни трафопоста 6,6 / 0,46 / 0,23 kV и основни системни консуматори (консуматори в машинната зала). Анализ на процента на потребление на енергия за първия ден във водите на Пуерто Лимон е показан на Фигура 1.



Фиг 1. Енергиен микс на потреблението на гориво за Ден 1 - Пуерто Лимон Fig.4. Change in EEDI, EEOI and t [C] of water for the transition period

Графичните резултати от фиг. 4, получени на базата на реални данни, снети от кораба, показват понижаване на температурата на морската вода, което е предпоставка за намаляване на енергийните разходи, като най-съществено е намаляването на потреблението гориво за движението на кораба. Това се очаква поради увеличаването на плътността на водата и съответното намаляване на водното изместване, което намалява съпротивлението на средата. Средният разход на гориво намалява от 64 tHFO за разстояние от 293 nm (Ден 1 при $t = 27^{\circ}\text{C}$) до 34t HFO за разстояние от 190 nm (Ден 15 при $t = 14^{\circ}\text{C}$) Таблица III; Промените в условията на плаване не оказват значително влияние върху консумацията на електроенергия и консумацията на корабно гориво за производство на електроенергия. За целия преход потреблението на електроенергия представлява 23% от общия енергиен микс. Характерно е, че при ниски температури на водата разходът на гориво за производство на електроенергия е със значително по-нисък дял. Варира от 37% за Ден 1 до 16% за Ден 16 или повече от 2,5 пъти. Процентното му изменение се дължи преди всичко на значителното увеличение на разхода на гориво за основното движение на кораба.

[4] Rachev, S., Ivanova, G., Achievement of Maximum Energy Efficiency through Vector Control of Induction Motor Electric Drive, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021, 1032(1), DOI 10.1088/1757-899X/1032/1/012028, ISSN17578981

Електрическите двигатели са преобладаващите задвижващи устройства в световен мащаб, консумиращи електричество. Поради тази причина изследванията, насочени към минимизиране на тяхната енергийна консумация, са много актуални. Статията се отнася до приложен енергоспестяващ метод - векторно управление на асинхронен двигател. Във връзка с това необходимо условие за постигане на максимална ефективност е изборът на оптимална стойност на тока на намагнитване. Ако магнетизиращият ток не се контролира правилно, резултатът може да бъде по-висока консумация на електроенергия от двигател с честотно управление, отколкото при директно захранване. В този случай, са анализирани определени параметри на електрическо задвижване. Изследването се базира на математически модел, представляващ система от диференциални уравнения, която се трансформира и решава с подходящ софтуер. Целта е да се търсят минимални загуби на електроенергия. Третира се изключително физическата страна на темата, без да се анализират икономическите ползи от въвеждането на енергоспестяващи мерки.

Електромагнитните натоварвания на електрическите машини с променлив ток (стойност на магнитната индукция, плътност на тока и др.), загубите на енергия и нагриването се определят не от активната, а от привидната мощност, тъй като стойността на магнитния поток в двигателя зависи от общата напрежение, а не само на активната му съставка. ИМ са подходящи за DOL работа. DOL устройствата не могат да се контролират, в смисъл, че могат да се включват и изключват само. Такива устройства натоварват както мрежата, така и машините и могат да бъдат енергийно неефективни. Задвижванията с директно управление на въртящия момент (DTC) ИМ са добро решение за много приложения.

Прилагането на софтуерни симулации е полезно, за да се наблюдават всички количества и да се изследва влиянието на различни променящи се параметри. Използват се опростени предположения: няма асиметрия между фазовите намотки; междинното пространство между подвижната и неподвижната част на двигателя е фиксирано; параметрите на ротора се настройват спрямо първичната верига. Нелинейността на уравненията се дължи на умножението на независими променливи или техните функции. Както е известно, диференциалните уравнения на АС машина съдържат променливи коефициенти. Уравненията за пряка координатна трансформация се прилагат, за да се елиминират променливите коефициенти. Използваната координатна система е ортогонална.

В изследването е проучена възможността за икономия на енергия на задвижването на помпата с регулируема скорост. Резултатите от проведените изследвания са получаване на числени стойности за загубите на ел.мощност в конкретен ИМ за помпен агрегат при различни начини на управление. Резултатите от симулацията могат да бъдат валидирани чрез извършване на измервания на работещи такива помпени системи. Регулирането на скоростта на помпени системи ИМ, захранвани от инвертор, води до значителни икономически ползи поради намалените енергийни разходи. При електромеханично преобразуване на енергия се забелязва намаляване на загубите на електрическа мощност при прилагане на честотно / векторно управление.

[5] Ivanova, G., Gyurov, V., Analysis of the Energy Balance and Electric Consumption of Luxury Yacht for Charters, 2021 17th Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems, ELMA 2021 - Proceedings, 2021, DOI 10.1109/ELMA52514.2021.9503080, ISBN 978-166543582-6

Луксозните яхти за чартърни пътувания са специфичен клас плавателни съдове, които поради естеството на предназначението си имат относително голяма енергийна консумация за техния брутен тонаж, в сравнение с други пътнически кораби. Тяхното влияние в енергийния микс и екологичното въздействие на пътническите кораби често неоснователно се подценява. В действителност повишените изисквания и претенции на собствениците по отношение на лукса на предлаганите услуги, както и завишения капацитет за екипаж и пътници, водят до значително увеличаване размерите на плавателното средство и инсталираните потребители и съответно мощности на проектно ниво. Обект на настоящото изследване е луксозна яхта за чартърни пътувания с тонаж 1560 GT и дължина 70.5 м., екипаж 19 души и 20 пътника, която се явява плавателно средство към класа на малките пътнически кораби. Нормативните изисквания на Международната морска организация (ИМО) включват този тип плавателни средства към корабите, към които се изисква предприемане на мерки за подобряване на енергийната ефективност и намаляване на парниковите емисии, като в случая се цели намаляване на емисиите на CO₂ с 41% до 2025 г. Това определя нуждата от извършване на анализи и изследвания относно установяване на енергийната консумация и набелязване на мерки за намаляването ѝ.

Определянето на оперативния анализ на електропотребление на яхта, е много предизвикателно, тъй като зависи единствено от непредсказуеми модели. Балансът на електрическото натоварване се изгражда за група потребители, за да се идентифицират по-тежките групи потребители. За всеки експлоатационен режим консуматорите на електроенергия се подразделят на непрекъснато, периодично и епизодично работещи. Статистическите данни за работата им са съответно 70 ÷ 100% (17 ÷ 24 ч.), 15 ÷ 70% (3,5 ÷ 17 ч.) и по-малко от 15% от общата продължителност на разглеждания денонощен режим. Изследванията, проведени на различни кораби, показват, че за основните режими - ход и стоянка, този процес има стационарен ергодичен характер и се апроксимира добре с нормален закон на разпределение, чиято плътност е [1] :

$$f(P) = \frac{1}{\sigma(2\pi)^{0.5}} e^{-\frac{(P_i - P_{AVG})^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

където: P_i е текуща стойност на натоварването [kW]; P_{AVG} - средна стойност на натоварването [kW]; σ - средноквадратично отклонение на натоварването. Резултатите показват, че най-голяма консумация за Group 1 е налице в режим „maneuving”, като определящо е наличието на подрулващо устройство с P_W=190 kW. Този режим е с най-малка продължителност. В режим на плаване консумацията от Group 1 е P_W=47.39 kW и е три пъти по-голяма от тази в режим на престой (P_W=15.81 kW).

Group 3 Winches								
№	Consumer	P _{INST} [kW]	Sea going		Harbour + Anchor		Maneuving	
			K _S	P _W [kW]	K _S	P _W [kW]	K _S	P _W [kW]
1	Hydraulic power unit	40	0	0	0.1	4	0.2	8
2	Anchor windlass 1	14.8	0	0	0.2	2.96	0.2	2.96
3	Anchor windlass 2	14.8	0	0	0.2	2.96	0.2	2.96
4	Telescopic mast	4	0.4	1.6	0.4	1.6	0.4	1.6
5	MCA Deck Crane	8.96	0.2	1.79	0.2	1.79	0.2	1.79
Total		82.56	-	3.39	-	9.31	-	17.31

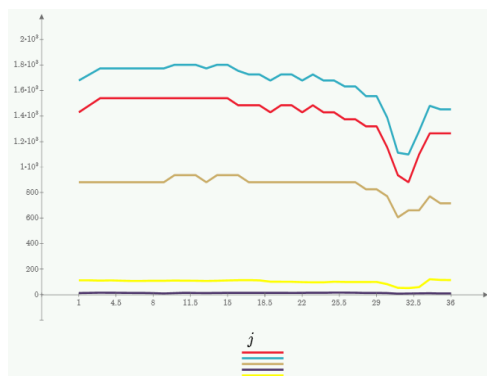
[6] Gyurov, V., Ivanova, G., Increasing the Efficiency of Power Transformers in Marine Power Systems of Cruise Ships, 13th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2021”, 1-4 , DOI 10.1109/ BulEF53491.2021.9690820, ISBN 978-166544192-6

Докладът представя изследване на режимите на потребление на енергия в енергийната система на пътнически кораб клас 1A1. Изследването показва регулиране на напрежението на силови трансформатори в зависимост от схемата на свързване - единична или паралелна. В резултат на това се показват графики, които могат да определят оптималните работни зони на силови трансформатори в зависимост от активните товари и възможността за повишаване на тяхната ефективност. Резултатите са приложими и за други подобни уредби. Консуматорите на електроенергия на въпросния кораб също са разделени на две основни групи - консуматори хотелска част (помещения, общи части и каюти), захранвани от шест тринамотъчни трафопоста 6,6 / 0,46 / 0,23 kV и основни системни консуматори (консуматори в двигател стая), които се захранват от двата силови трансформатора TRBHT и TRTHT, обект на това изследване. Параметрите на трансформаторите са както следва:

TRBHT – Alstom 1000 kVA, Dyn 11, 60Hz, 6600/450/225 V, $\Delta P_0=2,2$ kW, $\Delta P_K=11,2$ kW

TRTHT – Alstom 1229 kVA, Dyn 11, 60Hz, 6600/450/225 V, $\Delta P_0=2,5$ kW, $\Delta P_K=13,2$ kW

Фигура 2 и Фигура 3 показват графици на натоварване за пълна S [kVA], активна P [kW], реактивна Q [kVAr], деформационна D [kVA] и пулсираща N [kVA] мощности и за фактор на мощността PF за характерен 24-часов период .



Фиг. 2. Компоненти на потреблението на електроенергия за 24 часов период



Фиг. 3. Промяна на фактора на мощността за период от 24 часа

Индексът j показва номера на измерването, в този случай е на 30-минутен интервал. Изследвани са загубите на мощност в силови трансформатори на круизен кораб и са показани традиционни методи за оценка с коеф. на натоварване β , както и прилагането на методиката $\cos\phi$ - P plan [1], адаптирана към изследвания обект и възможните режимни състояния на трансформаторите - разделна, съвместна и паралелна работа. Загубите на мощност във функцията на натоварване се определят по формула (1).

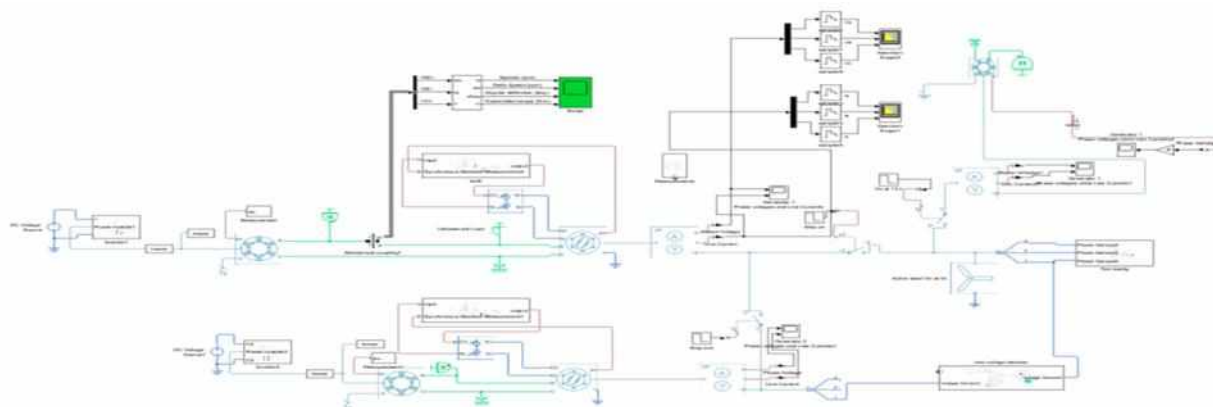
$$\Delta P_{1(2)} = \Delta P_{o1(2)} + \beta^2 \cdot \Delta P_{k1(2)} \quad (1)$$

където: 1 - трансформатор TRBHT, 2 - трансформатор TRTHT

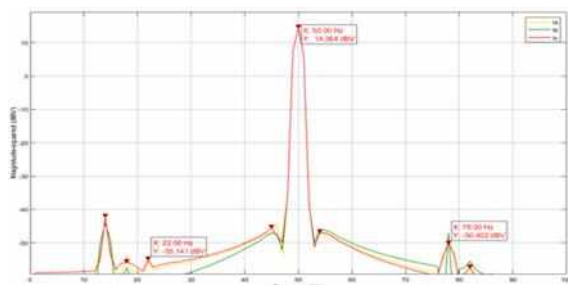
Изследването (фиг. 2) показва, че за целия период факторът на мощността (в този случай можем да говорим за равенство между PF и $\cos\phi$ поради ниските стойности на N и D) е под 0,9, а средната стойност е $\cos\phi = 0,852$. Това предопределя наличието на значителни стойности на реактивната мощност и необходимостта от използване на тази методика. Представеното изследване показва начин за подобряване на енергийната ефективност чрез по-прецизно контролиране на оптималния работен диапазон на силови трансформатори и регулиране на фактора на мощността. Получени са качествени и количествени оценки за възможния ефект от намаляване на загубите на мощност и енергия. За конкретния случай спестяване от 0,5% е равно по абсолютни стойности на спестяване на електроенергия от 77 MWh годишно.

[7] Yodanov, Y., Milev, G., Gyurov, V., Duganov, M., Ivanova, G., Simulation of Methods for Diagnosis of the Mechanical Disturbances in the Operation of Ships Synchronous Generators, 13th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2021”, DOI 10.1109/BulEF53491.2021.9690821, ISBN 978-166544192-6

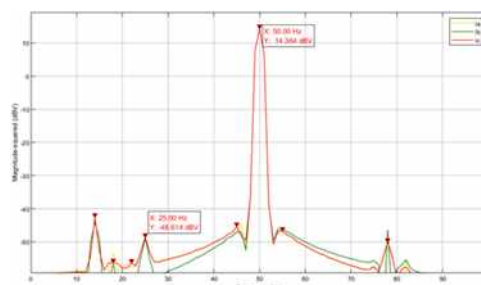
В статията е направен анализ, базиран на симулационни проучвания на паралелната работа на синхронни генератори с колебания на въртящия момент. Тези флуктуации са причинени от механични смущения на комплектите двигател-генератор, като повредени лагери, ексцентричност и др. В резултат на отрицателното въздействие на промените на въртящия момент възникват колебания в електрическите параметри на синхронните генератори. Въз основа на извършената симулация са разработени препоръки за бързо разпознаване на такива проблеми преди вероятния им ефект върху цялата система. Спектралния анализ на статорния ток (МССА) е широко използван и стандартизиран метод (ISO 20958-2013) за диагностика на електрообзавеждане с асинхронни електродвигатели (АД). За целите на това изследване е използван модифициран симулационен модел на учебен стенд реализиран в Matlab Simulink.



Симулацията е на група синхронни генератори работещи в “островен режим на експлоатация”. Състои се от два СГ задвижвани от АД с честотно управление. Натоварването на генераторите може да се осигури по два начина; чрез блок с характерно активно индуктивно натоварване и чрез включване на АД в различни режими. Използван е стандартен блок имитиращ дебаланс на ротора на един СГ и модул, който съответства на съединителя на ротора на АД със СГ. Възбуждането се осъществява от модул АС1С1 съгласно стандарт IEEE 421.5-2016. Моделът позволява поставяне на допълнителна тежест на различни позиции относно оста на ротация за изследване. Спектрите на фиг.2и 3 са получени чрез използване на GCSA.



Фиг.2 Спектр на Ia, Ib, Ic без допълнителни тегла(само остатъчен дисбаланс)



Фиг.3 Спектр на Ia, Ib, Ic - добавени 90 g

След добавянето на 90гр. на радиус 70 мм. фиг.3 в спектъра на статорния ток се наблюдава пик с честота 25 Hz и с амплитуда -44 dB, което е приблизително 10 dB по-високо в сравнение с началното състояние.

[8] Milev, G., Gyurov, V., Ivanova, G., Duganov, M., Tzvetanov, B., Modelling and Simulation of Ships Electric Power Station with Self-excited Brushless Synchronous Generators, 13th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2021”, DOI 10.1109/BulEF53491.2021.9690790, ISBN 978-166544192-6

Документът се фокусира изключително върху етапите на развитие на корабна електрическа централа със самовъзбуждащи се безчеткови синхронни генератори. Като цяло изследователските усилия бяха насочени към създаването на два мотор-генераторни комплекта, емулиращи базирани на дизел енергийни системи, интегрирани в лабораторна среда, където не е възможно да се използват истински корабни генератори. Беше извършена симулация на такава система чрез MATLAB Simulink, което позволява параметрите на действителните машини да бъдат използвани чрез паралелно свързване на генераторите. Несъмнено наличието на ефективни физически и симулационни модели позволява по-точно калибриране и създава много по-гъвкава изследователска среда.

Симулацията включва действителните параметри на електрическите машини в диапазона от 6,3 kVA- за генератори и 5,5 kW, 2,2 kW- за АС индукционни двигатели. Принципната диаграма на група двигател-генератор в лабораторни условия е показана на фигура 1. Във физическия лабораторен модел плавното стартиране и управление на скоростта на асинхронни двигатели, задвижващи синхронни генератори, ще се извършват от честотен преобразувател, което позволява широк диапазон на управление на захранващата честота.

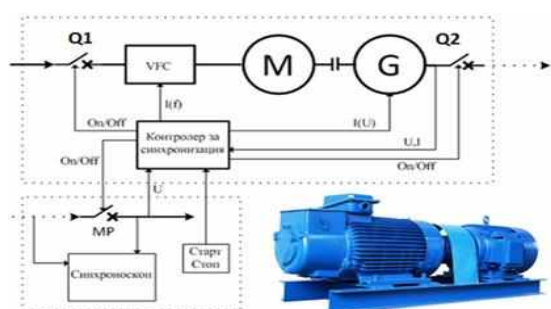
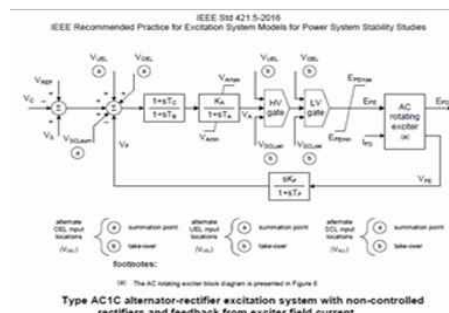
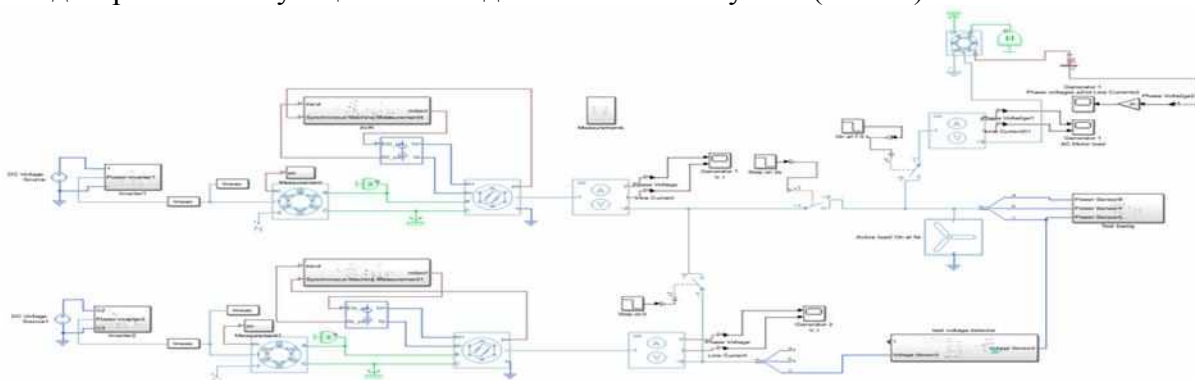


Fig. 1. Принципна схема на Д-Г група в лабораторни условия.



Фиг. 3. С--ма за възбуждане по стандарт IEEE 421.5 –2016 тип А1С1.

Системата за възбуждане на синхронния генератор е изградена в съответствие със стандарта IEEE 421.5 - 2016 тип А1С1, както е показано на фигура 3. На фигура 2 е показана блоковата диаграма на симулационния модел в среда на Sim Power System (Matlab).



Фиг. 2. Блокова диаграма на симулационен модел в среда на Sim Power System.

Документът е предназначен да даде по-ясен фокус върху симулацията и анализа на работата на корабна електрическа централа, насочвайки изследователските усилия към разработването на лабораторен физически модел, състоящ се от два асинхронни двигателя със следните параметри: номинална мощност $P=5,5[\text{kW}]$; номинално напрежение $U_N=400[\text{V}]$; номинален ток $I=11,2[\text{A}]$; номинални обороти $n=1500[\text{rpm}]$, два синхронни генератора със следните характеристики: обща мощност $S=6,3[\text{kVA}]$; номинална мощност $P=5[\text{kW}]$; номинална скорост $n=1500[\text{rpm}]$; номинален ток $I=9[\text{A}]$.

[9] Ivanova, G., Gyurov, V., Duganov, M., Rachev, S., **Simulation Study of Power Consumption Modes of Hybrid SAve Cube Ship Electrical Power Systems**, 14th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2022”, DOI 10.1109/BulEF56479.2022.10020200, ISBN 978-166549026-9

Докладът представя симулационно изследване на хибридна SAve CUBE корабна електроенергийна система, което е параметризирано спрямо съществуващ кораб. Хибридните корабни електроенергийни системи са ново техническо решение, което поставя нови въпроси относно качеството на електрическата енергия, електромагнитната съвместимост и оценките загубите на мощност и електрическа енергия. Основното им предназначение е лимитиране разпространението на висши хармоници на тока и напрежението, но внедряването на допълнителни звена е свързано с употреба на усъвършенствани методики за анализ на електропотреблението. Резултатите от изследването могат да бъдат полезни за специалисти в практиката, експлоатиращи такъв тип системи.

Внедряването на хибридни енергийни системи инициира преход от AC към DC към AC захранваща система. Едно от предимствата на използването на мрежа с постоянен ток при проектирането и изграждането на нови кораби пред мрежа с променлив ток е, че тя намалява общото тегло на кораба и води до увеличаване на товарното пространство. Всички контролни функции са направени подобни на тези на традиционната климатична система. Контролните функции могат да се извършват локално от предната част на панела SAve CUBE за конкретния компонент или да се настроят да се управляват дистанционно от PMS, управление на производството и др. Консумираната електроенергия E_{Cons} може да се определи по формула (1).

$$E_{Cons} = E_{Gen} \cdot \eta = \frac{FC}{SFC} \quad (1) \quad I_{LOAD} = \frac{P_{REF}}{V_{DC}} \quad (2)$$

където: E_{Gen} - произведена електроенергия [kWh], η - общ КПД на групата двигател-генератор [kWh]; SFC - специфичен разход на корабно гориво за корабни електроцентрали [tFuel / kW]., FC - разход на гориво. Основен товар в енергийната система на кораба са тласкащите устройства, които са свързани към DC/AC инвертори. За да се определи натоварването, необходимият ток се получава чрез разделяне на еталонната мощност P_{REF} на действителното напрежение на веригата за постоянен ток, както е показано в уравнение (2).

Симулацията включва изследване на различни режими на натоварване. Фигура 3 показва изменението на въртящия момент и скоростта на двигател 1. Изменението на тока по време на процеса на стартиране и натоварването на Двигател 1 е показано на фигура 4. При същите условия на натоварване графиките са много близки до тези получени с изцяло AC мрежа. Фигура 4 показва разтоварването на Двигател 1, когато Генератор 2 е включен паралелно с Генератор 1.

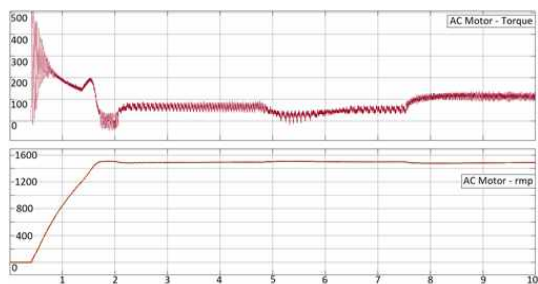


Fig. 3. Torque M[Nm] and speed n[rpm] of Motor 1.

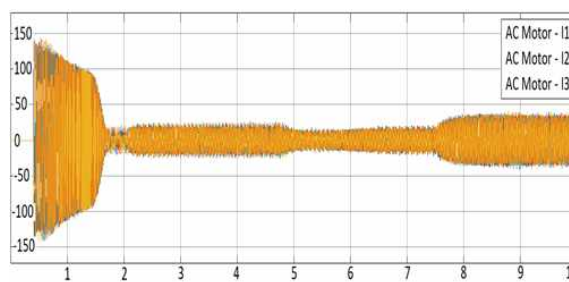
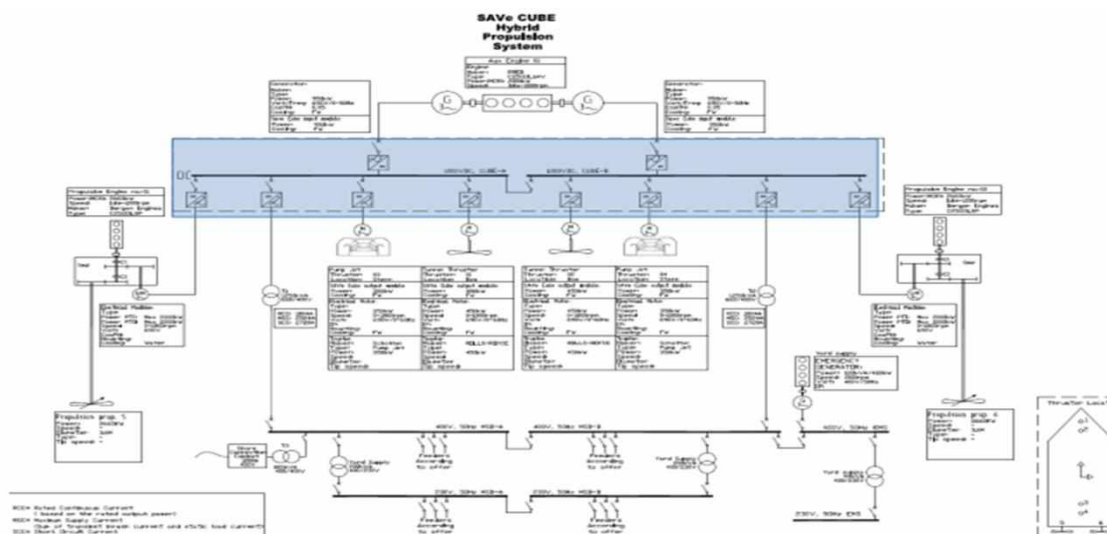


Fig. 4. Current load I of Motor 1

[10] Gyurov, V., Ivanova, G., Duganov, M., Rachev, S., Comparative Analysis of Reliability Indicators in Conventional and Hybrid SAVe cube Ship Electrical Power Systems, 14th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF2022”, DOI 10.1109/BulEF56479.2022.10021201, ISBN 978-166549026-9

Хибридните SAVe CUBE уредби са една от най-перспективните топологии в корабните електроенергийни системи. Използването на концепцията AC-DC-AC архитектура е свързана с лимитиране разпространението на висши хармоници на напрежението и тока в електроснабдителната система на кораба, причинени от мощните електронни преобразуватели. Това от своя страна е свързано с увеличен брой елементи, което променя и общите показатели на надеждността. Доклада представя сравнителен анализ на показателите на надеждността в конвенционалните и хибридните корабни електроенергийни системи. Резултатите могат да послужат като количествени критерии за оценка вероятността за откази, цялостната надеждност на системата, дефиниране периодите на ремонтен цикъл, с което да се улесни експлоатационната поддръжка на такива системи.

SAVe CUBE е интеграция на разпределително табло и големи честотни преобразуватели. Неговите предимства в сравнение с традиционните енергийни системи са компактен размер, възможност за приложения с генератори с променлива и фиксирана скорост, както и по-малко етапи на преобразуване на мощността. Основната разлика в сравнение с традиционната енергийна система е вътрешно общо разпределение на постоянен ток. Както и използването на AC/DC и DC/AC преобразуватели между DC разпределително табло и генератори, големи електрически двигатели и нискомощна AC мрежа на борда на кораба.



Фиг. 5. Електрическа схема на AC-DC-AC хибриден кораб с изцяло електрически задвижване

Схемата на изследваната AC-DC-AC хибридна корабна енергийна система (SAVe Cube) е показана на Фигура 5. Схемата е приложима за различни видове кораби – пътнически, специализирани и др., и поради своите предимства, свързани с качеството на електрическата енергия, енергийната ефективност и електромагнитната съвместимост се очаква този тип архитектура да има все по-широко приложение. Схемата и нейните модификации са характерни за круизните кораби. Извършени са изчисления относно оценката на надеждността на схемата за различните нива на напрежение, както и по отношение на електрозадвижването. Тъй като веригата е симетрична по отношение на отделните нива на напрежение поради необходимостта от осигуряване на резервно захранване и дублиране на важното оборудване, само едната половина на веригата ще бъде взета предвид при изчисленията и в нейната като цяло ще се разглежда като паралелни вериги за различните нива.

Резюмета по показател Г.7 - научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация

[1]Ivanova, G., Specifics in Determining the Operational Energy Efficiency Index EEOI According to the Requirements of the International Maritime Organization IMO for the Period 2020-2025, 12th Electrical Engineering Faculty Conference, BulEF 2020, DOI: 10.1109/ BulEF 51036.2020. 9326011, ISBN-978-172819439-4

Международната морска организация разработи серия от мерки за мониторинг на емисиите като се стреми да сведе до минимум вредното екологично въздействие от корабите. В тази връзка са нормирани два показателя за оценка на енергийната ефективност – Energy Efficiency Design Index (EEDI) и Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI)

Индексът за енергийна ефективност е задължителен за всички кораби с брутотонаж над 400 GT, построени след 1 януари 2013 г. За всички останали кораби с брутотонаж над 400 GT влиза в сила изготвянето и изпълнението на корабен план за управление на енергийната ефективност (SEEMP). С индекса за енергийна ефективност и SEEMP се очаква годишно редуциране на въгледвуокисните емисии от 703 до 1325 милионатона през 2050 г. За първи път в историята на определен икономически сектор се въвеждат задължителни меркипо глобалното редуциране на парниковите емисии в атмосферата. С циркуляр 1/684 на Marine Environment Protection Committee (MEPC) през 2009 г. бяха приети правила за използване от корабите на Експлоатационен индекс за енергийна ефективност (EEOI).

Използваната дефиниция отчита екологичното въздействие на корабите на база изразходено гориво, неговото екологично въздействие и транспортирания товар или брой пътници на определена дистанция. По този начин не е възможно да се определи точното енергийно и екологично въздействие на електрическите потребители. Тъй като целта на мониторинга на показатели за енергийна ефективност е свързан с осъществяване на възможност за оценка на текущото състояние и набелязване на мерки за подобряването му, то от гледна точка на електропотребителите е удачно да бъде извършено детайлизиране на дефиницията за EEOI, което не променя физическата му същност.

В процеса на проектиране и строителство на кораба се използва конструктивен индекс на енергийна ефективност EEDI (Energy Efficiency Design Index). Дефиницията му се базира на Regulation 2.23 and Regulation 20 of MARPOL, Annex VI. Според нормативната уредба се определят изискван EEDI.

Дефинирането на влиянето на електропотребителите и увеличението загубите на мощност върху показателя EEDI се извършва по подобен начин [4]. Общата цел заложена от IMO е намаляване на показателите до 30% в периода 2020-2025. Предложените детайлизирани дефиниции на показателите EEOI и EEDI позволяват количествена оценка на влиянието на електропотребителите, като очакваният ефект върху подобряването на общите показатели чрез внедряването на системни подобрители може да достигне 10% и повече. Последното е значим дял от поставените от IMO цели за подобряване на енергийната ефективност и намаляване на екологичното въздействие в световен мащаб. Изследването представя подход за разширяване на дефиницията на показателя за енергийна ефективност при експлоатацията на кораби EEOI. Чрез предложения способ е възможно получаването на количествена оценка за въздействието на електропотребителите върху показателя EEOI. Методиката включва отчитане действието на реактивните товари, несиметричните и нелинейните потребители в корабната електроенергийна система, чрез включване на реактивната мощност Q , пулсиращата мощност N и деформационната мощност D .

[2] Ivanova, G., Donev, I., Experimental Study of the Operational Energy Efficiency Index EEOI in Passenger Ships, 12th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2020”, DOI: 10.1109/ BulEF51036.2020.9326063, ISBN978-172819439-4

Докладът представя експериментални изследвания на пътнически кораб за определяне на експлоатационния индекс на енергийна ефективност EEOI. В резултат на проведеното изследване бяха установени експериментални зависимости за реализиран индекс и извършен сравнителен анализ спрямо нормативните изисквания.

Редовният мониторинг и контрол на EEOI е неразделна част от SEEMP за кораби в експлоатация и съответната изчислителна документация подлежи на мониторинг от ИМО. EEOI предоставя точна цифра за всяко пътуване. Стойността на EEOI зависи от измерването на товара или извършената транспортна работа, напр. тонове CO₂ / (тонове / морски мили), тонове CO₂ / (TEU / морски мили) или тонове CO₂ / (човек / морски мили) за пътнически кораби. ИМО е приела EEOI като инструмент, насочен към подпомагане на процеса на ограничаване и намаляване на емисиите на CO₂ от кораби в експлоатация. EEOI се изчислява по следната формула, в която по-ниска стойност на EEOI означава по-енергийно ефективен кораб. Дефиницията на EEOI е показана във Формула 1, а средната стойност за даден курс, включително общата ситуация на използване на различни горива и превоз на различни обеми товари, е показана във Формула 2.

$$EEOI = \frac{FC \cdot C_F}{m_{cargo} \cdot D} \quad (1)$$

$$AverageEEOI = \frac{\sum_i \sum_j FC_{i,j} \cdot C_{Fj}}{\sum_i m_{cargo_i} \cdot D} \quad (2)$$

където: CF, j - коефициент на въздействие върху околната среда на j-тия вид гориво [tCO₂ / tГориво]; m_{cargo} - маса на превозвания товар [t] или брой пътници [бр.]; D - разстоянието, изминато в морски мили за извършване на определената работа.

Консумираната електроенергия може да се определи по формула 3.

$$E_{Cons} = E_{Gen} \cdot \eta = \frac{FC}{SFC} \quad (3)$$

където: E_{Gen} - произведена електроенергия [kWh], η - общ КПД на групата двигател-генератор [kWh]; SFC - специфичен разход на корабно гориво за корабни електроцентрали [tFuel / kW].

Средният специфичен разход за производство на 1 MWh от морски електроцентрали е 0,24 tHFO (тона тежко корабно гориво). За седмичния период на изследване потреблението на HFO = 83,46 [tгориво], съответстващо на произведени и консумирани 20 MWh.

Резултатите от проучването показват, че процентът на потребителите на електроенергия варира от 38 до 55% от общото потребление на корабно гориво. Малкият дял е характерен за дните с по-голяма продължителност на корабоплаването в открито море. От гледна точка на маршрута, най-краткото време за плаване е четвъртият ден, което се дължи на по-дългия престой в пристанището на Чивитавекия (Рим), поради планираните екскурзии за сухопътни туристи.

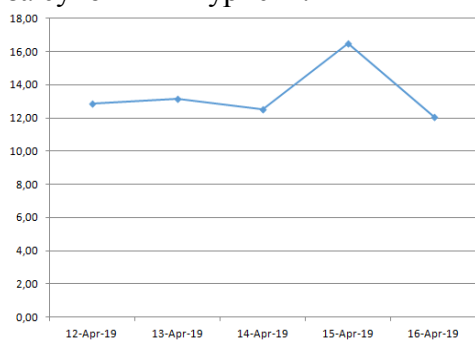


Figure 4. Change in EEOI for each day of the period

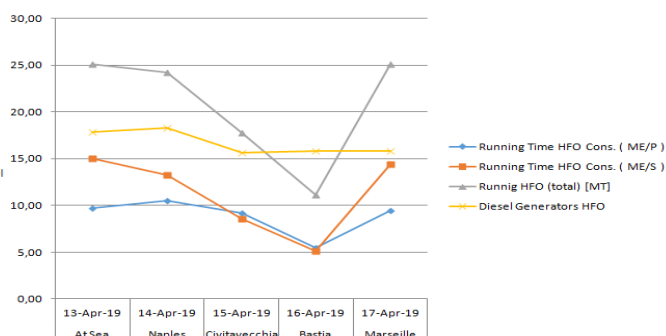


Figure 5. Change in HFO consumption for each day of the study period [MT].

[3] Ivanova, G., Analysis of the Specifics in Calculating the Index of Existing Marine Energy Efficiency EEXI in Force since 2023, 2021 13th Electrical Engineering Faculty Conference, DOI10.1109/BulEF53491.2021.9690805, ISBN 978-166544192-6

Докладът представя анализ на индекса за енергийна ефективност на съществуващите кораби (EEXI), който влезе в сила през юни 2021 г. и ще се прилага за всички кораби над 400 GT съгласно Приложение VI на MARPOL от 2023 г. Насоките за изчисляване на EEXI за обща енергийна ефективност са представени. С помощта на предложените насоки е възможно да се идентифицират конкретни мерки за подобряване на енергийната ефективност от потребителите на електроенергия. Това означава, че по дефиниция новопостроените кораби, доставени през 2023 г. и след тази година, вече ще отговарят на EEXI. Съответно корабите ще бъдат класифицирани в пет различни класа на ефективност (A, B, C, D, E) и по този начин свързаните цели за намаляване на CO₂ дори ще стават по-строги от година на година. Дефиницията на индекса EEXI за кораб се определя само от проектните данни на кораба, както е показано във Формула 1:

$$EEXI = \frac{CF \times SFC \times P_{EM}}{f_i \times f_c \times f_l \times Capacity \times V_{REF}} \quad (1)$$

където: P_{ME} - мощност на главните двигатели [kW]; SFC - специфичен разход на гориво за k-тия потребител [tFuel / kW]; EEXI Speed (V_{ref}) - скорост на кораба при 75% MCR, съответстваща на капацитета; Капацитет (дедуейт за контейнеровози, 70% от дедуейта). Скоростта V_{ref} за кораби, попадащи в изискването за EEDI, се извлича от одобрена крива скорост-мощност, както е дефинирано в насоките за сертифициране на индекса за енергийна ефективност (EEDI) от 2014 г. Целта на съществуващия индекс за енергийна ефективност (EEXI) е да се определи реална стойност на енергийната ефективност на корабите на проектно ниво. За спазване на EEOI, след въвеждане на новите редукиционни коефициенти. Въпреки това, различни коефициенти на намаление се прилагат към различните видове съдове, за да отговарят на новите изисквания на EEXI, които са показани в таблица 1.

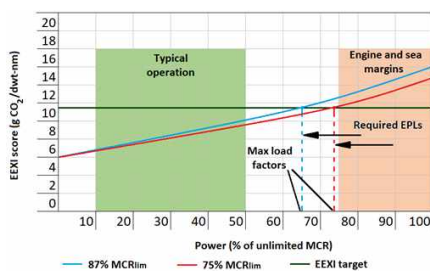


Fig.5. EEXI score by main engine power and evaluation point

№	Ship type	Size	Reduc.factor
1	Bulk carrier	≥200000DWT	15
2	Tanker	≤200000DWT	20
3	General cargo ship	DWT≥15000	30
4	Ro - Ro passenger ship	DWT ≥1000	5
5	Cruise passenger ship having non-conven. propulsion	DWT ≥85000	30

Table I. Reduction factors for different types of ships

Синята крива представлява EEXI, когато се оценява на 87% MCRlim, а червената линия представлява същото при 75% MCRlim. Определената на кораба цел за EEXI от 11,5 g CO₂/тон морска миля с дедуейт също е показана като хоризонтална зелена линия. Както е посочено, условието за оценка 87% MCRlim ще изисква по-голям (+8%) EPL от условието 75% MCRlim. Целевият EEXI на всеки кораб се изчислява с помощта на референтната линия на EEDI и неговия коефициент на намаляване на EEXI от таблица 1, който се определя от типа на кораба. Синята крива представлява EEXI, когато се оценява на 87% MCRlim, а червената линия представлява същото при 75% MCRlim. Определената на кораба цел за EEXI от 11,5 g CO₂/тон морска миля с дедуейт също е показана като хоризонтална зелена линия. Както е посочено, условието за оценка 87% MCRlim ще изисква по-голям (+8%) EPL от условието 75% MCRlim. Целевият EEXI на всеки кораб се изчислява с помощта на референтната линия на EEDI и неговия коефициент на намаляване на EEXI от таблица 1, който се определя от типа на кораба.

**[4] Ivanova, G., Ways to Increase the Efficiency of a Ship Cooling System, 2021
13th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2021, DOI
10.1109/BulEF53491.2021.9690809, ISBN978-166544192-6**

Докладът представя анализ на баланса на електроенергията на борда на големи пътнически кораби, необходим за управление на климатичната система за отопление, охлаждане и вентилация. Изчислението му се извършва по отношение на потреблението на мазут и емисиите на CO₂. Представен е начин за определяне на влиянието на охладителната система върху общата енергийна ефективност. Съвременните морски климатични системи са най-големите консуматори на електроенергия на борда и представляват 30% от консумираната електроенергия.

Големите круизни кораби имат автономни добре балансирани системи, в които промените във всяка система могат да причинят проблеми с други системи. По време на пътуването на круизен кораб тип 1A1 по маршрута му е разгледана и анализирана подробно ефективността на ОВК, намерена е идея за нейното подобряване и оптимизиране на режимите и работата. Изчисленията в това проучване се основават на действителни оценки на консумацията на охладителната система на борда на въпросния кораб. Фигура 1 показва консумацията на енергия от различните потребители на круизен кораб. HVAC системите (отопление, вентилация и климатизация) използват една трета от енергията, използвана на борда на кораба. Затова оптимизирането на режимите на работа на вентилационната система и намирането на правилните решения е важен елемент за пестене на енергия. Когато пътническите кораби стоят в пристанището, HVAC системата дори се превръща в основен консуматор на енергия.

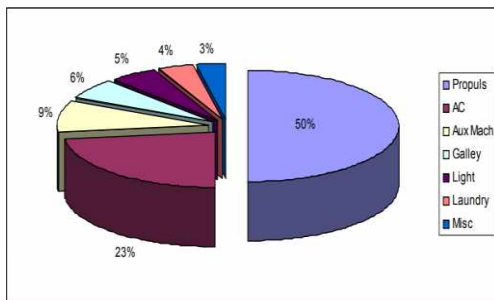


Fig. 1. Energy mix of class 1A1 passenger ship

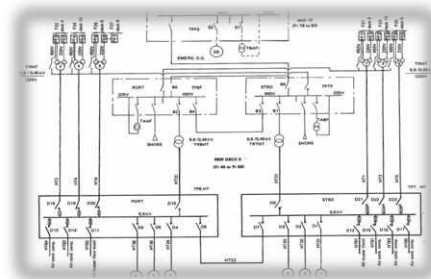


Fig. 2. One-line diagram of a class 1A1 ship with 5 pcs. HVAC systems

Фигура 2 показва енергийната система на пътническия кораб тип 1A1, оборудван с два четиритактови главни двигателя с номинална мощност 1800 Kw. Електрозахранването се осигурява от 6 генератора Wartsila VASA 2200 kW / 6,6 kV и аварийен генератор Detroit Allison 400 kW / 0,46 kV. Потребителска хотелска част (помещения, общи части и кабини), захранвана от шест тринамотъчни трафопоста 6,6 / 0,46 / 0,23 kV. Корабът е оборудван с пет асинхронни двигателя за климатичната система за всички помещения: пътници и кабини на екипажа. Изследвана е една от петте ОВК системи на кораба, с мощност 165 kW, като е анализирана консумацията на енергия и нейната динамика.

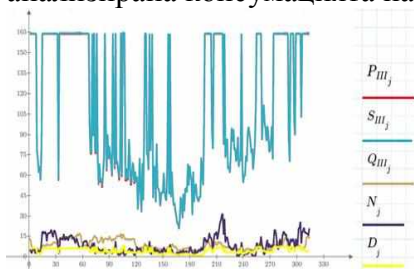


Fig. 3. Change of S [kVA], P [kW], Q [kVA], D [kVA] and N [kVA] for 24 hours



Figure 6. Voltage change U [V]

Фигура 3 показва динамиката на мощността при различни режими на работа на кораба и различни метеорологични условия. За подробен анализ на промяната на напрежението бяха използвани данни от няколко круиза. Те се състояха през март на Карибите. Основните им характеристики са представени на фигура 6.

[5] Ivanova, G., Study of Parallel Operation of Ship Generators with Different Power, 2021 13th Electrical Engineering Faculty Conference “BulEF 2021”, DOI 10.1109/BulEF53491.2021.9690839, ISBN 978-166544192-6

В доклада е направен анализ на паралелната работа на различни по вид и мощност корабни генератори. Разглеждат се инсталирана система на борда на луксозен пътнически кораб и управление на мощността. Представен е начин за определяне на влиянието на електроенергийната система върху общата енергийна ефективност. Съвременните пътнически кораби имат различни консуматори на електроенергия на борда си, които имат различни нива на мощност. Изследваният пътнически кораб е дълъг 76,60 м и е проектиран да плава около света при екстремни метеорологични условия между -20°C и $+50^{\circ}\text{C}$ и има максимална скорост от 15 възела и крейсерска скорост от 11 възела. Захранването се осъществява от шест генератора, четири с електрическа мощност 800KW (1000KVA) и два по 400kW (500KVA). Тези генератори са разделени в главното разпределително табло MS1 от двете страни на превключвателя на главната шина, обикновено затворени. Фигура 1 показва еднолинейна диаграма на многоцелеви изследователски кораб.

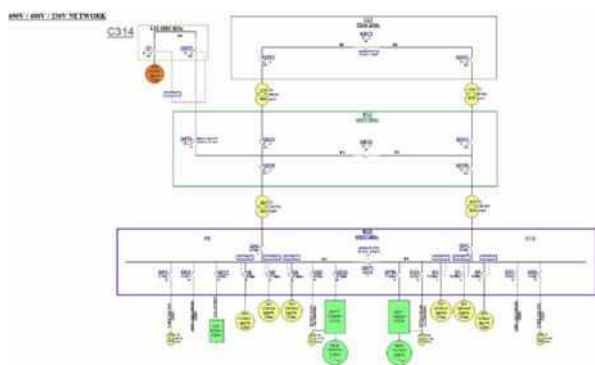


Fig. 1 Single - line diagram of a multifunctional research vessel

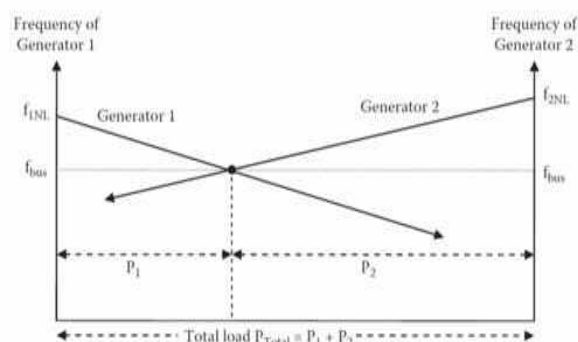


Fig. 2. Principle of load distribution during synchronization

Принципите на разпределение на натоварването по време на синхронизацията показани на фигура 2. Общият инсталиран капацитет на такива кораби се определя от уравнение 1:

$$P_{RG} = P_{RSG} \frac{N_{COM}}{N_{COM} - 1} \quad (1)$$

$$\Delta P_{tran,gi(K,Nf)} = \frac{H_i \cdot P_{r,gi(k)}}{k - Nf} \Delta P_{tran(k,Nf)} \sum_{i=1} H_i \cdot P_{r,gi} \quad (2)$$

Където: P_{RG} е инсталираната генерираща мощност; P_{RST} е мощността, необходима за генериране на енергия; и N_{COM} е броят на разделените подсистеми. Всеки генератор носи определена мощност, пропорционална на неговата инерция. Ако приемем, че генераторите остават синхронизирани, уравнение 2 може да се използва за изчисляване на стъпката на натоварване на всеки генератор. Симулационното изследване включва адекватни модели на дизелови двигатели с вътрешно горене, генератори и електрически товари. Графиките визуализират пиковете в мощността, токовете и напреженията при описаното превключване, както и последващите преходни процеси за установяване на процеса. В този случай разглежданата система е моделирана в средата MATLAB/PSB-Simulink, е показано на Фиг. 3.



Fig. 3. General structure of the simulation model with three diesel generator sets and two powerful loads

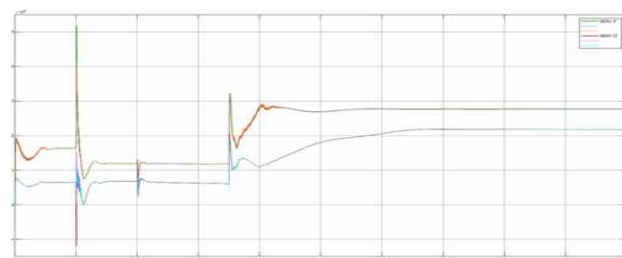


Figure 7 Change of active power P [W] (orange color) and Q [Var] (blue color) for one phase of Generator 2 - 1000 kV

Резюмета по показател Г.8 - научни публикации в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни тонове

[1]Иванова, Г., В. Гюров, Р. Киров, Рационализиране и оптимизиране на енергетичните процеси в корабните електроенергийни системи чрез прилагане на комплексен многофакторен подход, Научно списание Механика Транспорт Комуникации, том 16, брой 3/2, 2018 г., статия № 1728. ISSN 2367-6620

При експлоатацията на корабите, морските организации въвеждат правила и стандарти, най-често създадени на базата на критерии, които са в недостатъчна степен научно обосновани. Навлизането на иновативните технологии с разширено използване на електронизация и компютъризация в корабните електроенергийни системи (КЕЕС), създава предпоставки за влошаване на показателите за качество на електрическата енергия (ПКЕЕ), електромагнитната съвместимост (ЕМС) и електроенергийната ефективност (ЕЕЕФ). Това налага формулиране на съвременни постановки, концепции и подходи, с цел рационализиране и оптимизиране на различните енергетични процеси в КЕЕС. Прилагането на комплексен експертен подход се изразява в схващането, че освен създаване на високоефективни и практически приложими нормативни изисквания, е необходимо морските организации да осъществяват своята дейност чрез реализиране на прогресивни проектни решения с използване на високи нива на автоматизация и компютъризация на инженерния труд.

КЕЕС са автономни електрически системи, които са характеризират с голяма чувствителност към преходните процеси (късите съединения имат относително големи стойности) и към влошеното качество на ЕЕ. Тъй като са с ограничена мощност, при захранване на мощни потребители, КЕЕС трябва да бъде правилно оразмерена, така че съизмеримостите с мощността на генератора потребители, да не предизвикат големи колебания на напрежението и излизане от синхронизъм.

За различните видове кораби увеличаването на загубите на мощност, причинени от пониско качество на електрическата енергия (ΔP_{LPQ}) ще има различно въздействие върху общото потребление на енергия. Различно съотношение на компонентите във формулата (7) показва причините за влошаването на качеството на електрическа енергия и технически решения, които могат да бъдат приложени, за да бъде то подобро. При използването на тази дефиниция, намаляването на потреблението на електрическа енергия чрез прилагане на технически решения за подобряване на качеството на електрическата енергия е сравнима с използването на възобновяеми енергийни източници.

На практика в много случаи най-ефективно ще бъде едновременно прилагане на двата метода. Влиянието на отделните компоненти във формула (6) – несиметрия, нелинейност и реактивна мощност се определят с формулите:

$$\Delta P_Q = \frac{Q^2}{P^2} \cdot 100[\%] \quad (8) \quad \Delta P_N = \frac{N^2}{P^2} \cdot 100[\%] \quad (9) \quad \Delta P_D = \frac{D^2}{P^2} \cdot 100[\%] \quad (10)$$

Съотношението между (8), (9) и (10) показва какви технически решения могат да бъдат ефективно прилагани:

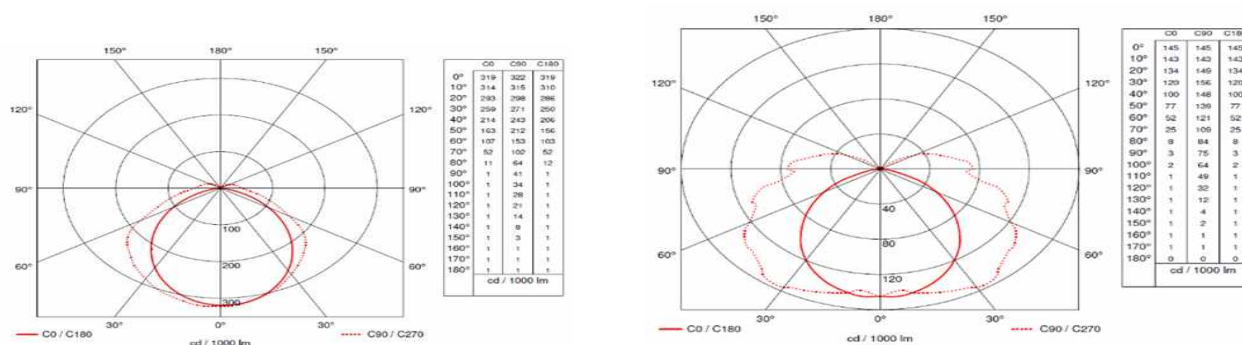
- Ако (8) има най-голяма стойност е ефективно използването на компенсиращи системи с кондензаторни батерии;
- Ако (9) и (10) имат значими стойности, тогава е ефективно използването на пасивни филтро-компенсиращи системи;
- Ако и трите компонента имат значими стойности е ефективно използването на активни филтри.

От практическа гледна точка е важно определянето на икономията на първични енергийни носители (горива) предизвикано от подобряване на качеството на електрическата енергия чрез специализирани технически средства. Така може да бъде оценена технико-икономическата ефективност.

[2] Гюров, В., Хр. Панчев, Г. Иванова, Особенности при проектирането реконструкцията на осветителната уредба на машинно отделение на контейнеровоз в съответствие с IACS №143/2013, IX Научна конференция „ЕФ2017”, Годишник на ТУ-София, Том 68, книга 1, стр. 163-170, ISSN 1311-0829.

Докладът разглежда проектните спецификации, които са предмет на различните изисквания за стандартизация за осветление на работното място и за специализирани системи за корабно осветление. Изследването се основава на технически характеристики на реален обект - контейнеровоз, пуснат в експлоатация през 2004 г. с базово електрическо оборудване на SAMSUNG. Значителна от гледна точка на техническа сложност, степен на значимост, рисков фактор за аварии и наситеност с инженерни съоръжения – машинно отделение на кораба. Въвежда се подход за модернизиране на осветлението с LED базирани източници на светлина, подкрепен от редица оперативни ограничения - простота на изпълнение, възможност за ремонт, еднородност и независимост на доставките. Особено внимание се обръща на прилагането на Препоръки на IACS № 143/2013 относно „Препоръки за човешкия фактор за структурно проектиране на осветление, вентилация, вибрации, шум, достъп и изходни устройства“ за плавателни съдове, предназначени да отговарят на Конвенцията за безопасност на корабите STCW в комбинация със специализиран софтуер за проектиране на Relux. Необходимостта от провеждане на подобно изследване с цел задълбочаване на знанията в областта е обусловена от въвеждането на задължителна тематика за специалистите от направление „Електрообзавеждане на кораби“, съгл. изискванията на IMO 7.08 Electro-technical Officer.

За осветителни уредби в кораби са валидни нормативни изисквания, определени в IACS No132/2013, разработен от International Association of Classification Society. Използваните осветители са ЛЛНН 2X36W с конвенционален баласт, клас на защита IP55, монтирани на метални перфорирани лавици. Светлоразпределението на осветителите е показано на Фигура 2 (ляво).



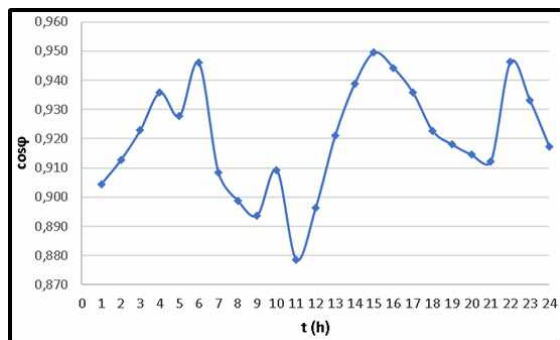
Фигура 2. Светлоразпределение на осветител 2x36W T8 при работа с ЛЛНН (ляво) и при замяната на лампите с LED T8 2x22W (дясно)

Годишната използваемост на осветителните уредби в машинно отделение е приблизително 8250 часа (непрекъснат режим). Консумираната електрическа енергия е съответно: Вариант 1: 58063,5 kWh; Вариант 2: 35706 kWh. Представеното изследване показва спецификите при проектирането реконструкцията на осветителната уредба на корабно машинно отделение. Използван е вариентен подход за обосновка ефективността на решението. Засегната е спецификата при оценка технико-икономическата ефективност-анализ спрямо първичен енергоносител. Получени са количествени оценки, доказващи висока ефективност от внедряването на LED източници на светлина в корабни осветителни уредби. Тази мярка е една от най-разпространените в практиката, като настоящото изследване показва обстойна обосновка за начините на проектиране на сложна по характер интериорна среда със съвременни софтуерни приложения, с които се постига обективна оценка за ефективността на проектното решение.

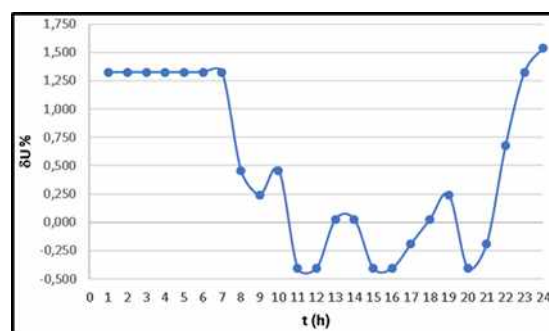
[3]Пройков, М., Г. Георгиев, Хр. Панчев, Г. Иванова, В. Гюров, Изследване на показатели, параметри и характерни особености в експлоатацията на електроснабдителната система на ф. „Елкабел” АД, гр. Бургас, сп. „Механика, транспорт, комуникации”, бр.16, том 3/2, стр. 68-74, 2018 г., статия №1725, ISSN 1312-3823.

Електроснабдителната система на обекта се състои от ГРП и 16 цехови П/ст. с инсталирана мощност над 7 MW, като основните потребители са АД с честотно управление, постоянно-токови двигатели, вентилатори, помпи и др. Проведено е изследване чрез обективни измервания върху енергетичните показатели и показателите на качество на електрическата енергия в продължение на две работни седмици при непрекъснат 24 часов режим на работа на фирмата. Резултатите от изследванията показват наличие на известни отклонения на някои показатели от нормативните. Това предоставя възможност за подобряване на експлоатационните режими и повишаване на електроенергийната ефективност на изследвания обект. Установено е претоварване на кондензаторните батерии по ток вследствие настъпването на напреженов резонанс. Определени са резонансните честоти при понижено и нормално натоварване на силови трансформатори (СТ). За предотвратяване на резонансни явления е необходимо да се въведе автоматично управление на мощността на кондензаторните батерии с помощта на регулатор, работещ по критерий „посока и големина на реактивната мощност“. Това предоставя възможност за увеличаване на броя на стъпките на компенсиращата мощност и осъществяване на по-фино регулиране. Освен това този подход позволява да се настройва времето на регулиране в зависимост от динамиката на товаровия график. Комутационните процеси се облекчават чрез използване на специализирани контактори за капацитивен товар, подтискащи ударни токове, с което съществено се подобрява надеждността на системата.

Направени са измервания в продължение на две седмици върху показателите на качество на ЕЕ (ПКЕЕ), извършени с мрежови анализатор „Hioki 3197“, присъединен към шинната система 20kV в ГРП на предприятието през токови и напреженови измервателни трансформатори. Заснети са хармоничните съставлящи на I и U, THDI и THDU, несиметрията на U и I, фактора на мощността, I и U, консумираните активна, реактивна и пълна мощности. От енергийния отдел на фирмата са предоставени данни за годишната консумация на активна ел. енергия, която е около 19 млн. kWh и за годишната консумация на реактивна ел. енергия, което е около 9,4 млн. kVarh. Наличието на компенсация на реактивните товари (КРТ) в ЕСС на фирмата обуславят високи стойности на среднодневния $\cos\varphi_{\text{ср}}$ (фиг. 1). Той се изменя в широки граници, като стойности от порядъка на 0,84, показват недостатъчна компенсираща мощност в отделни звена на ЕСС или неефективно управление на КБ(използвани за КРТ в предприятието) в отделни звена на ЕСС.



Фиг. 1. Средни стойности на $\cos\varphi$ на шини 20kV на ВП



Фиг.2. ОН на шини 20kV

Отклонението на напрежението δ на шини 20kV, представено като осреднени стойности в денонощен разрез се изменя в диапазона (-1,273 ÷ 2,48)% (фиг. 2).

[4]Гюров, В., Хр. Панчев, Г. Иванова, Реализиране на теоретични и експериментални изследвания на светлотехническите параметри на LED източници на светлина за навигационно корабно осветление, IX Научна конференция „ЕФ2017”, Годишник на ТУ-София, Том 68, книга 1, стр. 155-162, ISSN 1311-0829.

Навигационните светлини са едно от основните технически средства за осигуряване безопасност на корабоплаването. Изчисляването на местоположението им, режима на работа и светлотехническите им параметри се регламентират от конвенцията STCW и стандартите на ИМО. Внедряването на LED технологията за източници на светлина, поставя въпроси свързани с оптималното проектиране и изработване на такъв тип светлинни източници. Доклада представя теоретични и експериментални изследвания на светлотехническите параметри на LED базирани навигационни светлини за плавателни средства. Резултатите могат да представляват интерес за морски специалисти, светлотехници и производители на LED осветители, относно начините за проектиране на специализирани източници на светлина.

Метеорологичната видимост е най-доброто разстояние при което черен обект с подходящи размери може да се види и разпознае в ден срещу хоризонта или при нощно наблюдение може да бъде видян и разпознат, ако общото осветление е повдигнато до дневни нива. По дефиниция връзката между метеорологичната видимост (V) и пропускателна способност е:

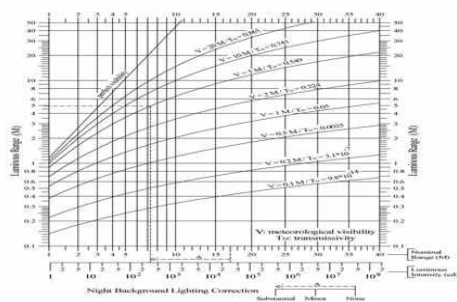
$$V = \frac{\ln 0.05}{\ln T_m} x d_u$$

Където: V е метеорологичната видимост в морски мили, T_m е атмосферната пропускливост (бездименсионна) за една морска миля, d е пропускателната способност [безразмерна] за една морска миля.

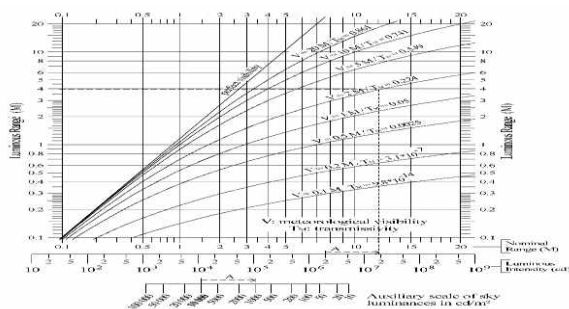
В случай на светлина, която се появява като точков източник, светлинният диапазон D се определя като максималното разстояние, при което може да се види светлина, определена от светлинния интензитет I на светлината, метеорологичната видимост V и "изискваната осветеност "(известен преди като праг) E_t в окоето на наблюдателя. На това разстояние осветеността E в очите на наблюдателя се намалява до стойността E_t:

$$I = (3.43 \times 10^6) E_t D^2 (0.05)^{\frac{D}{V}}$$

Където: I е интензитета на светлината , E_t е нужната осветеност в окоето на наблюдателя, D е разстоянието в морски мили, V е метеорологичната видимост в морски мили. Преобладаващите условия за видимост варират в различните географски райони. Ето защо при избора на светлина трябва да се има предвид това. Изборът трябва да се основава на практическа стойност на светлинния диапазон, а не на номинален диапазон.



На фиг1 е илюстриран Луминисцентен обхват – през нощта



На фиг2 е илюстриран Луминисцентен обхват – през деня

[5] Донеv, И., Г. Иванова, В. Гюров, Р. Киров, Изследване и анализ на енергийната ефективност в пасажерски кораби, *International Scientific Conference “Unitech 2018”, Proceedings Volume I, pp.116-120, ISSN 1313-230X.*

За оценка на енергийната ефективност в сгради могат да се използват показателите, дефинирани от стандарт EN 15232 “Energy performance of buildings – Impact of Building Automation, Controls and Building Management”, който е приложим и за корабни закрити помещения. Изискванията към осветителни уредби, касаещи енергийната им ефективност, се дефинират от стандарт EN 15193 „Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting”. Като индикатор се използва специфичния годишен показател LENI (Lighting Energy Numeric Indicator).

$$LENI = W_{OCB,EL} = \frac{W_L + W_P}{A}$$

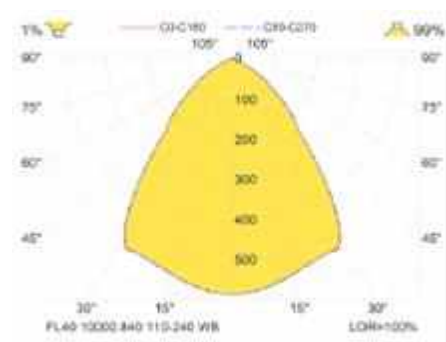
където: А- обща разгъната осветяема площ на помещенията [m²]; W_L - енергия консумирана от осветителната уредба за осигуряване на необходимата светлинна среда [kWh/год.]; W_P - паразитна енергия свързана със загубите в акумулаторните елементи на аварийно и евакуационно осветление и stand-by функциите на системата за управление на осветлението [kWh/год.]. Изчислението им се извършва по следните формули:

$$W_L = \sum \left[(P_N \cdot F_C) \left[t_D \cdot F_0 \cdot F_D + t_N \cdot F_0 \right] \right] / 1000 \quad (15) \quad W_P = \sum \left[P_{PC} \cdot (t_Y - t_D - t_N) + P_{EM} \cdot t_{EM} \right] / 1000 \quad (16)$$

където: P_N - инсталирана мощност [W]; P_{PC} - обща паразитна мощност [W]; P_{EM} - обща зарядна мощност евакуационни и аварийни осветители [W]; t_Y - годишен времеви период 8760 ч.; t_D - времеви период за работа на осветителите в светлата част от денонощието [ч]; t_N - времеви период за работа на осветителите в тъмната част от денонощието [ч]; t_{EM} - времеви период за заряд на аварийните и евакуационни осветители [ч]; F_C - фактор зависещ от използването на инсталираната мощност, F_C=(1+MF)/2, F₀ – фактор зависещ от присъствието (отсъствието) на хора, F_D – фактор зависещ от използването на естествено осветление.



Фиг. 1. Специализиран LED прожектор за корабно приложение модел FL40, IP67



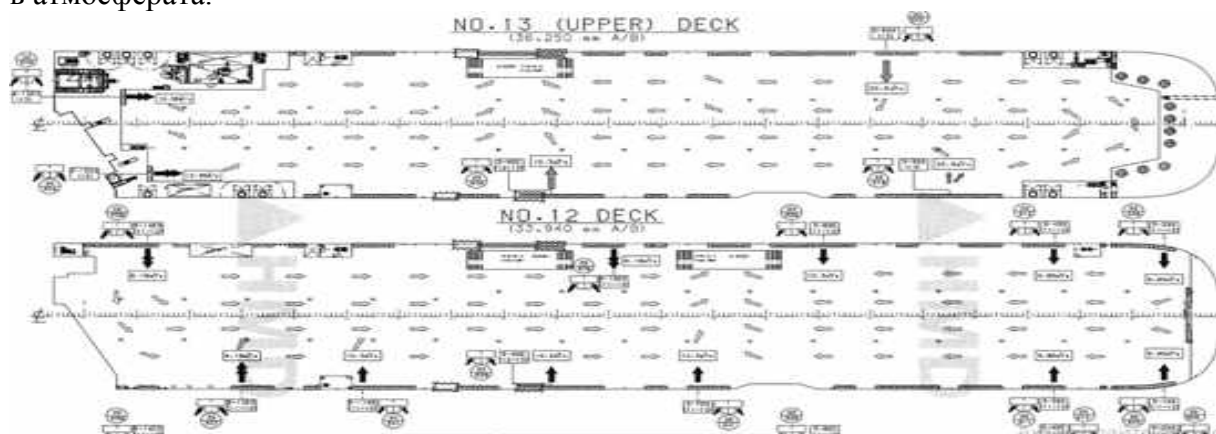
Фиг. 2. Светлоразпределение на осветител FL40

На Фигура 1 е показан изглед на осветител от използваната гама осветители, а на Фигура 2 неговото светлоразпределение. При реконструкцията са спазени нормативните изисквания, определени в IACS No132/2013 - International Association of Classification Society. В работата е представен иновативен комплексен подход за оценка на индекса за енергийна ефективност EEDI, като е разширен неговия функционален обхват с отчитане влиянието на качеството на електрическата енергия, оптимизиране режимите на ОВК системите, системите за охлаждане и осветление. По този начин по – пълно и адекватно се оценява разхода на първичния енергиен носител – корабното гориво.

[6] Парушев, Пл., Д. Димитров, Г. Иванова, Пр. Денева, Св. Ангелов, Управление на вентилацията на товарни платформи на фериботи с PLC, сп. „Механика, транспорт, комуникации”, бр.16, том 3/2, стр. 68-74, 2018 г., статия №1725, ISSN 1312-3823, 2018 статия № 1708.

Докладът представя инженерно решение на система за управление на вентилацията на товарни платформи на кораби тип Ro-Ro и фериботи. С развитието на водния транспорт делът на специализираните кораби за пренос на автомобили и камиони завоюва значителен дял. Това се определя от спецификата на производство на нови автомобили, разпределено в определени географски зони и осигуряване на възможност за насищане на пазарите в световен мащаб на определени марки превозни средства. За други дестинации превозът на товари на камиони тип TIR се е утвърдило като печелившо и така са се установили транспортни коридори и специализирани кораби за това. Системата за управление е реализирана с програмируем логически контролер. Изпълнявайки изискванията за индустриално управление е направен аргументиран избор на модификация PLC. Осигурени са възможности за анализ на състоянията на контролируемите параметри. Определени са видовете входни сигнали. Извършено е разпределение и инициализация на входовете и изходите на контролера. Действията на елементите на системата са описани от словесния алгоритъм. Представена е синтезираната блокова схема, описваща процеса на управление и наблюдаемите контролни параметри. Определени са специфичните екранни съобщения.

Вентилацията най-общо представлява съвкупност от мероприятия, чрез които се поддържат чистотата и подвижността на въздуха. В помещението или в работната зона постъпва пресен въздух с дебит, който е достатъчен да задоволи потребностите на хората и на протичащия технологичен процес. Основната функция на вентилацията е да осигури въздушна среда, в мястото на пребиваване, несъдържаща вредни газове, пари и прах с над определено допустимите концентрации. Принципно схема на движение на въздушните потоци е показана на фиг.1, където са дадени инженерните решения за две от палубите. При работа на двигателите с вътрешно горене се отделят опасни за хората токсични вещества. Необходима е вентилация за отвеждане на продуктите от горивния процес и изхвърлянето им в атмосферата.



Фиг.1 Движение на въздушните потоци

Избраният контролер Easy 512-DC-TC е подходящ за програмиране за управление на двускоростни електродвигатели, благодарение на вградените си функционални блокове, които са част от разширените функции на контролерите от серия "Easy". При принудителна вентилация задължителна е смукателната вентилация. Отворите за изсмукване на въздуха се разполагат равномерно по цялото пространство. Въздухът се изсмуква 50% от горната и 50% от долната зона на палубата (h от пода 0.3м). За палуби за повече от 100 леки коли или 50 автобуса се предвиждат най-малко два смукателни вентилатора с еднакви характеристики. Представеното програмно решение може да се модифицира в зависимост от работния обем на палубите, вида на датчиците и необходимостта от йерархичност на системата по отношение на нивата за управление и контрол на корабната автоматизация.

[7] Киров, Р., Г. Иванова, Анализ на светлотехническите и електрическите изисквания и характеристики на корабното осветление, XV Национална конференция с международно участие, BulLight/България светлина 2014. Сб. доклади, стр. 262-264, 2014 г., ISSN 1314 – 0787.

Корабът - това е плаващ град, намиращ се в постоянно движение. Развитието на корабоплаването е свързано с внедряването на нови разнообразни технологии във всички възли и звена на корабното обзавеждане, включително и в системата на изкуственото осветление. Морският транспорт има международен характер поради което специалистите светотехници са длъжни да се съобразят с голям брой правила и изисквания, много често недостатъчно добре дефинирани, но в същото време изключително строги и регламентирани от най-различни инстанции.

В корабните помещения възможностите за създаване на максимално въздействие на светоцветовия интериор при кратковременното пребиваване в тях, са значително помалки, отколкото при наземната светлинна среда. Основни причини за това са ограничителните възможности за постигане на по-голяма височина в помещенията, ограниченията в конфигурацията и геометрията на помещенията и малките възможности за използване на естественото осветление. Корабните осветителни уредби, въпреки архитектурните ограничения, дават възможност да се изградят всички системи изкуствено осветление - система общо осветление; система аварийно осветление; система местно осветление (локално) и система комбинирано осветление.

Схемите за изграждане на корабните енергетични системи са най-различни. При използване на схеми звезда /триъгълник за силовите трансформатори, се постига удовлетворителна работа даже при наличие на корпусно късо съединение. При много кораби се ползва системата триъгълник звезда (440/220 V). Съществуват еднопроводни (вторият проводник е металният корпус на кораба с потенциал 24 V), двупроводни, трипроводни и четирипроводни (триъгълник / звезда с изолиран звезден център) системи на електроснабдяване. Корабното осветление непрекъснато се развива но предстои неговото бурно развитие в близките години с използване на съвременните източници (LED) и оптимизирани осветители с конкретно предназначение. В проектантската практика предстои да се създават нови адаптирани методики за разчет на свето-цветовата среда в корабните помещения и палуби. По отношение на нормативната база предстои да се формулират критерии и принципи за нормиране, в които се държи сметка както на количествените показатели, така и на характеристиките, свързани с качеството на корабното осветление.

Корабните осветителни уредби, въпреки архитектурните ограничения, дават възможност да се изградят всички системи изкуствено осветление - система общо осветление; система аварийно осветление; система местно осветление (локално) и система комбинирано осветление. И тук съществува необходимостта да се измерва и изчислява хоризонталната осветеност, вертикалната осветеност, интегралните светлинни величини, коефициентите на естествената осветеност, коефициентите на използване на светлинния поток и др. Освен нормиране по количествените показатели, е необходимо да се създадът научно обосновани норми по качествените показатели по корабното осветление и да се установи връзката между тях.

[8] Ivanova, G., Gyurov, V., Assessment of Energy Efficiency of a Motor Yacht Depending on Routes and Sailing Area, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, DOI 10.1088/1757-899X/1216/1/012004

Проучването се фокусира върху анализа на енергийната ефективност на луксозните яхти чрез изчисляване на индекса за енергийна ефективност (EEDI). Това включва сравняване на различни параметри, които влияят на стойността на EEDI и могат да доведат до спестяване на енергия. Докладът представя теоретични и експериментални изследвания на енергийните разходи на 70-метрова луксозна яхта за чартърни пътувания. С използването на проектните данни на електрообзавеждането на кораба при различни режими на работа, по различни маршрути, при различни условия се получават зависимости за анализ на оптималните режими на движение, което води до реализиране на максимални икономии на електроенергия и първична енергия. Ще направим експериментално изследване на връзката между оптималната скорост на луксозна моторна яхта, маршрута, енергийните разходи и EEOI (Energy Efficiency Indicator), което означава „оптимална скорост на яхта“, което подобрява оперативната енергийна ефективност. Разгледана е яхтата с традиционно задвижване, с дължина 70,54 м, клас LR X 100 A1 SSC, G6, XLMC, UMS. Основни двигатели: 2xCaterpillar 3516B (2x1825kW @ 1800 rpm), генератори: 3 x 200Kw, макс. скорост 17Kn, обща мощност 4894 к.с. Капацитетът на мазутните резервоари е 204 000 л.

Процентното съотношение на различните режими на работа спрямо общия работен период е показано на Фигура 1. Характерна особеност на луксозните яхти е значително по-дългият период на пристанище или на котва в сравнение с периодите на плаване. Разходите за поддръжка на основните дизелови двигатели и генераторни агрегати за дадената яхта са показани на фигура 2. Съществена характеристика е значително по-високата почасова използваемост на генераторите в сравнение с главните двигатели. Това се определя от по-дългите престои в пристанището. След това часовите емисии за различните режими на работа се комбинират с работния профил, като по този начин се свързват с годишните работни часове на зададения режим. По този начин общите годишни емисии на CO₂ се определят количествено.

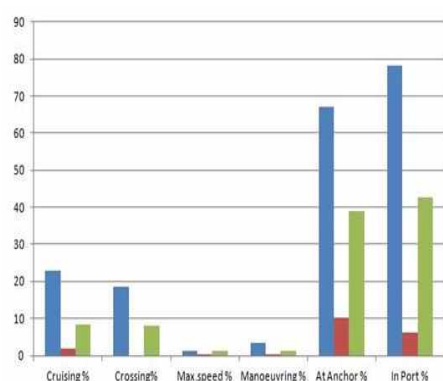


Fig. 1. Yacht operating modes based on maritime traffic

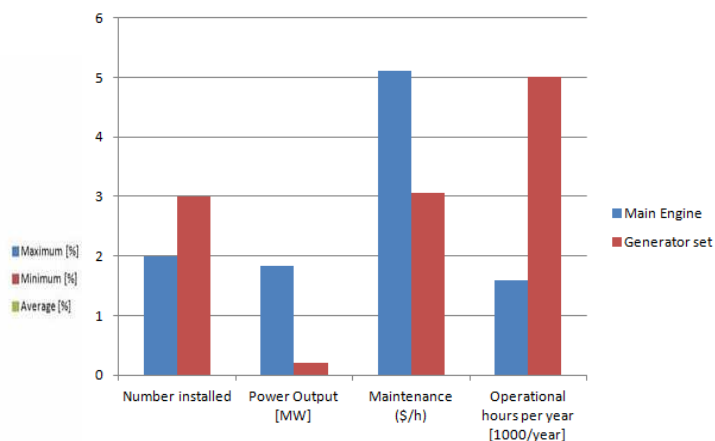


Fig.2. Maintenance costs of the main diesel engines and generator sets for the yacht

Докладът разглежда спецификата на потреблението на енергия на луксозни яхти за чартърни пътувания. Разгледани са дефинициите за Energy Efficiency Design Index (EEDI) и тяхната приложимост за луксозни яхти. Резултатите показват количествени зависимости от съотношенията между различните режими на работа, потреблението на енергия и разходите за поддръжка.

[9] Gyurov, V., Ivanova, G., Study on Technical Solutions for Shore Power Supply of Motor Yacht, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, DOI 10.1088/1757-899X/1216/1/012005

Докладът представя анализ на съвременни технически решения за брегово електрозахранване на специфичен клас пасажерски кораби – луксозни яхти за чартърни пътувания. Разгледани са конструктивните данни на една моторна яхта в различните ѝ режими на работа, както и енергийният микс свързани с разхода на гориво при захранване от брега на яхтата по време на престоя ѝ на пристанището. Използването на съвременни технически системи за брегово захранване включва прилагането на специфични честотни преобразуватели, чрез които се осъществява съвместимост между различните стандарти на напрежение и честотата за различните брегови електрозахранващи системи. Разходите за електроенергия на сушата, в сравнение с тези за корабно гориво, могат да бъдат изчислени от текущите цени на електроенергията на сушата и енергията, произведена от собствените генератори. Съвременните луксозни яхти достигат дължина до 90 м, тонаж до 2500 GT, скорост до 20 kn и пътници и екипаж до 50 души. Поради тази причина е необходимо да се използват мощни задвижващи системи в диапазона 2-4 MW и машинно оборудване с висока консумация на енергия в диапазона 0,5-1MW.

Основните стандарти за бордовото захранване на яхтите са: Европейски – 400/230V50Hz; САЩ – 460/265V, 240/120V 60Hz; Китай 380/22V 50Hz; Япония 220/110V 60Hz. Това показва наличието на значителни разлики в нивата на напрежение и честотите за различните страни. Безопасното свързване на яхта с бреговото захранване изисква използването на специално техническо оборудване. Друг начин за преобразуване на напрежение и честота за захранване от брега е свързан с използването на специализирани галванично разделени инвертори (Фигура 2). За целта е необходимо да се използва разделителен трансформатор с достатъчна мощност за пренос на необходимата електроенергия. Предимството на метода е, че поради липсата на електрически машини може да се постигне по-голяма енергийна ефективност и по-ниски допълнителни загуби.

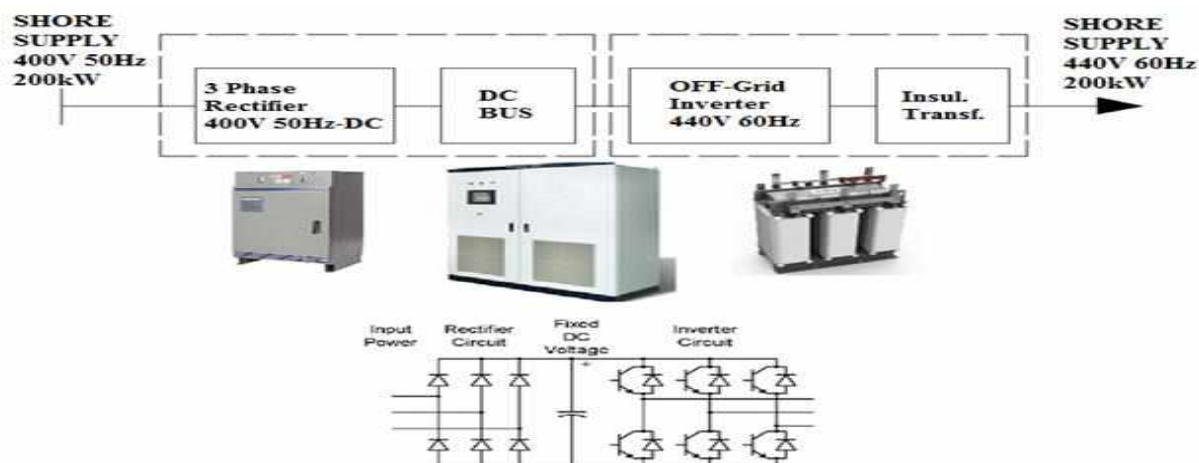


Figure 2. Voltage-frequency conversion with insulated inverter

Техническото средство позволява двупосочно преобразуване на напрежението и честотата - произведена по европейски стандарт яхта да се захранва от американска мрежа или обратно [3]. Този тип оборудване е с по-малки размери и може да се произвежда както като допълнително оборудване към пристанищната инфраструктура, така и да се произвежда за монтаж на борда на яхта. Благодарение на голямата си унификация, този тип решение позволява яхта, произведена по определен стандарт, да бъде захранвана от всички видове пристанищна инфраструктура по целия свят. Представен е анализ на бордова електрозахранваща система от брегов тип за суперяхта GT1560.