ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ НА КОРАБИ

Елена Камелиева, Христо Милушев, ВВМУ "Н. Й. Вапцаров", Варна

OPPORTUNITIES FOR APPLICATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES ON SHIPS

Elena Katelieva, Hristo Milushev, Nikola Vaptsarov Naval Academy, Varna

Abstract: *The purpose of this paper is to identify various options for energy efficiency improvement of ships by application of renewable energy sources and innovative technologies for reduction of energy consumption and emissions.*

Key words: *energy efficiency, ships, renewable energy.*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Транспортът играе важна роля в процеса на икономическо развитие на съвременното общество, а в частност водния транспорт съдейства за осъществяване на ефективни превози и развитие на търговските дейности. Според Конференцията на ООН за търговия и развитие (UNCTAD), глобалния корабен превоз се е увеличил от 2,6 до 9,5 мил. тона в периода между 1970 и 2013 г., което води до увеличаване на консумацията на изкопаеми горива. Международната морска организация (ИМО) изчислява, че между 2007 г. и 2012 г., средно морския флот в света консумира между 250 и 325 милиона тона гориво годишно, което представлява около 2,8% от годишните глобални емисии на парникови газове. Въпреки това, в сравнение с другите видове транспорт, водният транспорт предоставя значителни възможности за повишаване на ефективността и подобряване на екологичните показатели.

Увеличението в икономията на гориво на корабите ще осигури намаление на операционните разходи и вредните емисии и това повишава мотивацията на компаниите да прилагат възобновяеми енергийни източници и нови технологии.

2. ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ, ПРИЛОЖЕНИ НА КОРАБИ

Експлоатацията на възобновяемите енергийни източници се характеризира с много малко отделяне на вредни емисии във въздуха, единствената пречка за ефикасното превръщане на тяхната енергия в електричество, топлина или в механична сила, е необходимостта от прилагане на високи технологии, които не са евтини и се нуждаят от по-широка обществена подкрепа.

Възобновяеми енергийни решения в кораби от всички размери включват възможности за самостоятелно, хибридно и / или спомагателно задвижване.

Потенциални възобновяеми енергийни източници за корабни приложения включват:

- вятър - платна, ротори, кайтове и конвенционалните вятърни турбини;
- слънчевата енергия - фотоволтаици;
- енергията на морските вълни.

• Използване на енергията от вятъра в корабоплаването

Вятърът е един от неконвенционалните енергийни източници, чист и възобновим, който се превръща в най-бързо развиващия се източник на енергия в света. Поради увеличеното потребление на енергия и опасността от глобално затопляне, се предвижда, че използването на вятърна енергия ще нарасне. Капацитетът на тази енергия се очаква да достигне общо 75 GW в световен мащаб до 2020 г. [10]

Енергия може да се генерира от вятърни турбини или платна, които увеличават коефициента на тягата и осигуряват икономично задвижване на кораба. [13]

- Вятърни турбини

Мощността на вятърна турбина $P, [kW]$ се определя чрез формулата [5]:

$$(1) \quad P = 1/2 \rho A V^3,$$

където ρ е плътността на въздуха $[kg/m^3]$; A - пресичаната площ $[m^2]$; V - скорост на вятъра, пресичащ площта $[m/s]$;

Всеки компонент на въздушната маса носи кинетична енергия пропорционална на квадрата на скоростта (V^2) и пресичането на всеки елемент е директно пропорционално на скоростта, което води до получаване на трета степен на скоростта (V^3).

Съществува проблем с тяхната стабилност, вибрации, както и неефективност в преобразуването на енергия в сравнение с други технологии.

Предимството на турбината е, че тя може да продължи да произвежда мощност дори, когато плавателният съд се движи директно срещу вятъра. В някои случаи вятърна турбина се използва като производител на спомагателна енергия за кораба.

- Фиксирани платна

Прилагат се и концепции за използване на високотехнологични платна на товарни кораби, които имат форма на самолетно крило и са изработени от фибростъкло. Тези платната са два пъти по-ефективни от традиционните и не изискват голям екипаж, а могат да се контролират хидравлично от мостика. Недостатъкът е,

че при слаби ветрове те създават аеродинамично съпротивление. Те представляват твърди платна способни да се свиват надолу върху телескопични мачти при тежки метеорологични условия или в пристанище. Различни форми на фиксирани крила са предлагани още от 1980 г. Такъв пример е Walker Wingsail, монтиран на 6 500 DWT Ashington, през 1986 г. Компания от Обединеното кралство, Oceanfoil, прави оптимизация на Wingsail и предлага нов подобрен дизайн, който е на разположение за преоборудване в началото на 2016.

Концепцията Wind challenger (фиг. 1.) използва платна, които могат да се сгъват от задвижвания с плъзгащи мачти. Размерите на платното са: 50 м височина, 20 м ширина, и 1000 квадратни метра площ, в пълно разгнати положение. Платното е изработено от пластмаса със стъклени влакна и алуминиева сплав. Теглото на платната е 40 тона, а теглото с плъзгащите мачти е около 60 тона.

Проектът е на стойност 170 млн. йени и в него участват 5 частни компании (Nippon Yusen, Mitsui

O.S.K.Lines, Kawasaki Kisen, Oshima shipyard and TADANO).

Тъй като първия конструиран кораб е с голям размер - товарен кораб (180,000 DWT кораб за насипни товари), той е оборудван с 9 големи твърди платна (1 платно е 50 м x 20 метра = 1000 кв.м). За вятър със скорост около 12 м /сек с тези платна, кораба може да постигне до 14 възела скорост без мощността на двигателя.

Осъществено е плаване - Япония - западното крайбрежие на Северна Америка, като се използват и двете мощността - на двигателя и от платна. Чрез симулации е установено, че разходът на гориво е намален с около 30% на година. [17]

Австралийската компания OCIUS Technologi Ltd, използва фиксирани платна комбинирани с фотоволтаични панели, които са способни да се сгъват при неблагоприятни условия на вятъра, за захранване на пристанищни фериботи. Според компанията технологията може бъде използвана за всички размери на съвременните кораби. [6]

Фиг. 1

- Flettner Помору

Енергия може да се генерира и чрез ротори (Flettner rotors), които представляват цилиндри, функциониращи като самолетни крила (фиг. 2.). Докато вятърът преминава през въртящия се цилиндър се получава изтласкване перпендикулярно на посоката му. Може да се постигне спестяване на гориво до 30%. Тази концепция за оползотворяване енергията на вятъра не е нова приложена е за първи път през 1922 г. от немския инженер Anton Flettner. Технологията използва въртящи се цилиндри и т. н. Magnus ефект (възникване на подемна сила при напречно обтичане на въртящи се тела) [13]. Страничен вятър по отношение на кораба ще произвежда полезна тяга напред независимо от скоростта на кораба, дори когато тя е по-голяма от скоростта на вятъра.

Изследователят Жак-Ив Кусто през 1985 г. прилага сходна концепция - Turbosail. Тя представлява фиксиран цилиндър, който функционира като самолетно

крило (фиг. 3). Подвижна система от затварящи механизми и вентилаторно-съставена аспирация, подобрява ефективността на това платно. В сравнение на коефициента на тяга на най-добрите платна строени някога този на системата Turbosail е от 3,5 до 4 пъти по-добър и дава уникално предимство на системата за икономично задвижване на кораба [4].

Друга по-ефективна технология, използваща енергията на вятъра осигурява допълнителна задвижваща енергия на кораба и икономия на гориво. Немската компания SkySails, предлага използване на т.н. "Кайт технология", чрез която се осигуряват 10-35% по-малки разходи за гориво, в зависимост от конкретните маршрути и метеорологични условия. Кайтове се закрепят за корпуса на кораба и летят на височина 100 - 500 м, те генерират до 25 пъти повече енергия на квадратен метър от конвенционалните платна и задвижващи системи (фиг. 4.). Те могат да генерират от 1 до 1,15 ки-

Фиг. 2

Фиг. 3

Фиг. 4

ловата, за всеки квадратен метър площ, като най-големите модели са с площ от 2000 кв.м. до 5000 кв.м. и мо-

гат да генерират задвижваща мощност, еквивалентна на мощността на голям корабен двигател [14].

• Използване на слънчева енергия в корабостроителството

Слънчевата енергия е чиста и възобновима, един квадратен метър земна повърхност получава около 1000 W енергия в слънчев ден. Тези технологии намират все по-широко приложение в корабната индустрия, фотоеlementите имат много предимства - значителен срок на служба, ниски разходи за поддръжка и екологична чистота. Въпреки това те се използват за производство на ограничени количества електроенергия, за спомагателни нужди от мощност на кораба. Слънчеви панели поставени на палубата на кораба могат да осигурят допълнителна енергия и да намалят консумацията на гориво с до 40%.

Японската компания Nippon Yusen KK инвестира 1,4 млн. долара в системи със слънчеви панели. Те са с мощност 40 kW и са инсталирани на 60,000 тонен кораб, който ще превозва автомобили. Слънчевата енергия покрива само 0.2% от енергийните нужди на кораба, намалява се разхода на гориво с 6,5% и емисиите CO₂ с 1-2%. Големите товарни кораби не могат да разчитат единствено на слънчеви панели [2].

Друг пример за приложение на фотоволтаични панели е най-големият соларен кораб в света, произведен от компанията Planet Solar (фиг. 5.). 95-тонният кораб е оборудван с 537 кв.м слънчеви панели с 38,000 соларни клетки и може да развие максимална скорост от около 15 възела, което се равнява на 25 км/ч. Панелите имат ефективност приблизително 18.8%, те зареждат шест литиево-йонни батерии, които могат да генерират 93.5 kW енергия и да осигуряват захранване на катамарана достатъчно за три дни, дори при липса на слънце [11].

Фиг. 5

Японската компания Power Eco Marine, представи иновативна технология за задвижване, прилагат се панели монтирани на палубата на товарен кораб, които могат да се използват едновременно като корабни платна и като соларни панели (фиг. 6.). Слънчевите панели могат да се използват едновременно и като корабни платна и като портативни електростанции. Технологията представлява хибридна система - използва комбинация на енергийни компоненти. Тя съчетава използ-

Фиг. 6

ването на вятърна и слънчева енергия, което гарантира, че ако един източник от системата не работи ефективно по някаква причина (облачни дни, без вятър), ще има резервен източник за производство на електроенергия. Концепцията спомага за значителното намаление на разхода на гориво и отделяните вредни емисии [3].

В Австралия компанията SolarSailor е разработила сходна технология на пътнически кораб, захранван от слънчеви панели, които са мобилни и могат да се използват едновременно и като платна (фиг. 7.). В зависимост от условията и приложенията, може да се постигне от 5% - 100% икономия на гориво. Средните капиталови разходи за технологията представляват 10%-15% от себестойността на плавателния съд, като възвращаемостта на инвестициите е от 2 - 4 години, в зависимост от приложението [15].

Средната сила на слънчевото греене е променлива в зависимост от географската ширина и ъгълът, под който фотоволтаичната клетка е позиционирана спрямо слънцето. Метеорологичните условия и географското разположение са фактори влияещи значително върху потенциала на слънчевата енергия. Основното ограничение е способността да се намери голяма площ на кораба, където да се разположат, която не пречи на обработката на товари или за други цели, за които корабът е бил проектиран.

Фиг. 7

Японската компания Mitsui OSK Lines (MOL) предлага концепция за кораби-автовози наречени ISHIN-I (Innovations in Sustainability backed by historically proven, Integrated technologies), които ще генерират нужната им енергия за движение от слънчеви панели. Тези кораби имат и енергоспестяващ дизайн, който намалява съпротивлението с вятъра и триенето с водата (фиг. 8.) Като се добави оптимизиране на двигателя и използване на високо ефективната задвижваща система, ще се постигне намаление на емисиите от въглероден диоксид с около

41% [1].

Концепцията STX Eoseas, разработена за круизни кораби осигурява намаление на горивната консумация с 50%, на емисиите SO₂ също с 50%, NO_x с 90%, SO₂ и прахови частици със 100%. Корабът ще бъде захранван с енергия от четири двугоривни LNG дизел електрически генератора. За оползотворяване на енергията на вятъра кораба ще бъде оборудван със специални платна патентовани от STX France [7].

Фиг. 8

Концепцията NYK ECO Ship 2030 включва оптимизация на корпуса, намаление на теглото на конструкцията, оборудване за оползотворяване на слънчевата и вятърна енергия и въглеродни горивни клетки за намаляване на емисиите CO₂ с около 69%. Прилагат се и нови материали - високо якостни стомана, алуминий и сплави. Превозват се по-леки контейнери и съответно се намалява разхода на гориво и емисиите [12].

Изключително ценна е възможността към слънчевата и вятърна енергия да се добави и енергия от морските вълни и горивни клетки (водородни), които осигуряват допълнително захранване и повишават енергий-

ната ефективност на системата. Скандинавската корабна компания Wallenius Wilhelmsen предлага концепция на кораб, задвижван изцяло от възобновяеми енергийни източници - слънцето, вятъра и морските вълни. (фиг. 9.) Корабът няма конвенционални двигатели, не използва изкопаеми горива, не отделя вредни емисии и не замърсява морето. Енергията от вълните, се получава от 12 ребра (подобни на перки) на корпуса на кораба, докато слънчевата и вятърна енергия се събират от три гигантски, твърди платна, покрити със слънчеви панели [9].

Фиг. 9

• Енергия от морските вълни

Съществуват и концепции на кораби, задвижвани чрез енергия от вълните.

Концепцията за кораб, който използва енергията на вълните за генериране на електричество е предложена и от изследователи от Бостънският Университет и учени от Центъра Фраунхофер. Инсталацията се състои от буйове, които са прикрепят с шарнирни механизми към стените на 50-метров кораб (фиг. 10.). Получената механична енергия от движението на буйовете се преобразува в електрическа и се акумулира в клетки за съхранение на борда на кораба с капацитет 20 MWh. Тази технология може да се използва за захранване на кораба, а когато е необходимо, той се приближава до брега и енергията от акумулаторите се предава към бреговата електрическа мрежа за използване в часовете с пиково натоварване. Прогнозите са инсталацията да може да генерира електричество при цена 15

Фиг. 10

цента за киловатчас [8].

Сходна е и концепцията на Suntory Mermaid II, той е последният от няколко японски морски съдове, задвижвани с еко-енергия, който е изграден от рециклиран алуминий. Тритонният катамаран е построен от Tsunetsi Shipbuilding Company и през Май 2008 г. направи пътешествие от Хавай до Япония задвижван единствено чрез вълнова енергия.

Необикновената задвижваща система, се състои от две перки, поставени една до друга на носа на кораба, които абсорбират енергията на вълните (фиг. 11). Едно от предимствата на системата е, че докато перките реагират на вълните, корабът като цяло остава неподвижен. Основен недостатък на тази концепция е, че корабът се движи много бавно с максимална скорост около 5 възела, но това не е съществен проблем за големите товарни кораби [16].

Фиг. 11

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повишаването на енергийната ефективност чрез използване на възобновяеми енергийни източници и новаторски технологични решения е ценно средство за преодоляване на предизвикателствата, пред които е изправен света. Направения обзор посочва световните достижения и различни възможности за постигане на ефективна експлоатация на кораба. Представените концепции и технологии ще осигурят на корабните компании спестяване на гориво, вредни емисии и финансови средства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нов товарен кораб намаля емисиите си на CO₂ 41%, 13.09.2009, <http://www.hightechnews.eu>
2. Отплава първият кораб, захранван от слънцето, 04.01.2009, <http://www.eco-energy-bg.eu>
3. Слънчеви панели могат да се ползват и като корабни платна, 07.09.2011, <http://www.greentech.bg>,
4. Alcyone, 20.09.2011, <http://www.cousteau.org/about-us/alcyone>

5. Beaty H.W., Standard handbook for electrical engineers, McGraw-Hill, 2006, www.digitalengineeringlibrary.com
6. Buy a slice of Solar Sailor history, 21.08.2014, <http://ocius.com.au>
7. Eoseas Concept Cruise Ship, <http://www.ship-technology.com>
8. Fraunhofer's Mobile Wave Energy Harvester Barges In, 08.12.2011, <http://www.greenpatentblog.com>
9. Harrison D., The Telegraph-UK, Unveiled: The Clean Queen Of The Sea, 2005, <http://www.telegraph.co.uk/news>, <http://www.rense.com>
10. Madsen & Krogsgaard - Offshore Wind Power, 2010
11. MS turanor planetsolar' is the world's largest solar-powered boat, 03.07.2013, <http://www.designboom.com>
12. NYK Super ECO Ship 2030, <http://www.nyk.com>
13. Raunek, Top 7 Green Ship Concepts Using Wind Energy, 29.06.2013, <http://www.marineinsight.com/marine/marine-news/headline/top-7-green-ship-concepts-using-wind-energy>
14. SkySails GmbH, SkySails Propulsion for Cargo Ships, 2012, <http://www.skysails>
15. Solar Sails, 10.01.2012, <http://www.test.solarsailor.com.au>
16. The Suntory Mermaid II: A Wave-Powered Boat, 29.02.2008, <http://www.treehugger.com>
17. Wind Challenge Project, <http://www.wind.k.u-tokyo.ac.jp>