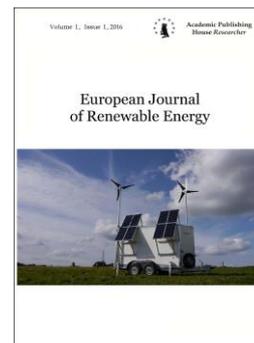


Copyright © 2017 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Journal of Renewable Energy
Has been issued since 2016.
E-ISSN 2454-0870
2017, 2(1): 29-35

DOI: 10.13187/ejore.2017.1.29
www.ejournal51.com



Ecological Ferry "Texelstroom" with Hybrid Power Plant

Aleksandr F. Mitrofanov^a

^a International Network Center for Fundamental and Applied Research, Russian Federation

Abstract

The ferry "Texelstroom" was created for operation on the Frisian archipelago of the coast of the Netherlands, where the nature protection zone was created. In this regard, when designing and building a ferry, much attention is paid to its environmental friendliness. Therefore, the ferry is equipped with a hybrid power plant – diesel and electric motors, and as a fuel, gaseous fuel is used, which makes the ship unique. In addition, ship-based discharges into the water on a ferry are reduced to zero. All this makes the ferry "Texelstroom" a unique example of an ecological transport.

Keywords: The Netherlands, ecology, ferries, hybrid ship's propulsion, ship's design.

1. Введение

Архипелаг Фризских островов, протянувшийся вдоль побережья Нидерландов, Германии и Южной Дании, является уникальным уголком природы и поэтому внесен ЮНЕСКО в список Природного наследия человечества. А так как острова находятся неподалеку от крупных европейских промышленных центров и в районе интенсивного судоходства, то их защита от влияний загрязнения окружающей среды стоит особенно остро. Поэтому в 2002 году был создан Национальный парк дюн острова Тексель площадью 43 км².

Согласно международной конвенции МАРПОЛ и Директиве Евросоюза "EU Sulphur Directive 2005/33/EC" все суда находящиеся в этом районе должны использовать топливо с содержанием серы не более 0,1 %, лимитируется также эмиссия окислов азота NO_x. Эти требования распространяются на всю зону ECA (Emission Control Area), в которую входят Северное море и пролив Ла-Манш.

Для жителей многих островов архипелага единственной связью с «большой землей» являются курсирующие здесь паромы. Так и 13,5 тысяч жителей острова Тексель (Texel) связывает с остальной Голландией, а точнее с городом Den Helder, только паромная переправа через пролив Marsdiep шириной около 4 км. Кроме того, эти места ежегодно привлекают множество туристов.

2. Результаты

С 1934 года паромную линию Тексель-Ден Хелдер обслуживает компания Royal Texels Eigen Stoomboot Onderneming (TESO). Ежегодно ее паром перевозит не менее 3,5 миллионов пассажиров и около 1,4 миллиона автомобилей. В 2012 году TESO заключила контракт с фирмой C-Job Naval Architects на проектирование нового парома, который соответствовал бы самым жестким международным и национальным требованиям в области охраны окружающей среды и был бы достаточно экономичным в эксплуатации.

Перед проектантами были поставлены следующие основные задачи: энергоэкономичность нового судна должна быть на четверть выше, чем на эксплуатирующемся пароме “Dokter Wagemaker” (2005 года постройки), количество перевозимых автомобилей выше не менее, чем на 10 % при сопоставимых главных размерениях, что позволило бы использовать существующие причалы.

Особое внимание было уделено экстерьеру и интерьеру будущего парома, который не только обеспечивал бы удобство и комфорт для пассажиров, но и органически вписывался бы в неброский, но прекрасный ландшафт архипелага. Разработка дизайна была поручена голландской компании Vgipak, имеющей большой опыт в этой области, и их испанским коллегам из Oliver Design.

В ходе проектных работ были также рассмотрены более 600 предложений, касающихся конструкции судна и его эксплуатации, поступивших от плавсостава, береговых работников и акционеров TESO, пассажиров парома и даже студентов.

Для анализа проекта C-Job Naval Architects с точки зрения оптимизации обводов подводной части корпуса и его надводной части с учетом господствующих в районе плавания ветров была приглашена консалтинговая (в области судовой архитектуры) компания Van Oossanen.



Рис. 1. Внешний вид парома “Texelstroom”

Работы по созданию судна продвигались быстрыми темпами. Уже в мае 2014 года был заключен контракт на его строительство с испанской судовой верфью в Бильбао Astilleros Navales del Norte (LaNaval). Закладка киля состоялась 30 декабря 2014 года, а в июле следующего года паром, получивший название “Texelstroom”, был спущен на воду. После достройки в Бильбао и в Амстердаме на верфи Damen Shiprepair Amsterdam (DSAm) в июне 2016 года “Texelstroom” был сдан заказчику.

Главные технические характеристики парома “Texelstroom”

Тип судна: **Double-ended ROPAX Ferry**

Длина наибольшая, м	135,40
Ширина максимальная, м	27,90
Осадка конструктивная, м	4,05
Осадка максимальная, м	4,40
Высота нижней автомобильной палубы, м	7,18
Высота верхней автомобильной палубы, м	12,37
Грузоподъемность, т	1684
Валовая вместимость, БРТ	16400
Скорость, узл.	15,4
Пассажировместимость, чел.	1750
Количество перевозимых автомобилей	350
Мощность главных дизель-генераторов, кВт	2 x 2081, 2 x 2130
Мощность гребных электродвигателей, кВт	4 x 1800
Емкость аккумуляторных батарей, кВт-ч	1500
Суммарная мощность солнечных батарей, кВт	150
Запас сжатого природного газа, м ³	63
Запас дизельного топлива, м ³	349
Запас пресной воды, т	85

Класс Регистра Ллойда:

+100A1Passenger/Vehicle Ferry, Extended Protected Waters Service from Texel, EU (B) + LMC, UMS, PSMR, IFP, PCA2.2

Корпус нового парома получил ледовые подкрепления и соответствующий класс Регистра Ллойда. Уровень комфорта помещений для экипажа и пассажиров (Passenger and Crew Accommodation Comfort - PCAC) парома был также отмечен в описании Класса.



Рис. 2. Панели солнечных батарей

В продольном сечении корпус имеет форму «Т» со сквозными автомобильными палубами, его оконечности симметричны (double-ended), что исключает необходимость разворота судна в конечных точках маршрута. Корпус полностью выполнен из стали. Увеличение автомобилеместимости на 14 % по сравнению с эксплуатирующимся паромом “Dokter Wagemaker” при почти идентичных главных размерениях было достигнуто путем увеличения ширины корпуса в его верхней части (несколько выше уровня используемого причала) на 5 метров, что позволило использовать существующие портовые сооружения.

“Texelstroom” имеет две автомобильные палубы, нижняя из которых может вместить 171 легковой автомобиль или 34 грузовика и 52 легковых автомобиля, верхняя – до 209 легковых автомобилей. Ворота автомобильных палуб делятся в вертикальной плоскости на две части весом по 8,5 каждая и имеют гидравлический привод. Время открытия-закрытия ворот составляет от 15 до 30 секунд. Третья палуба предназначена для велосипедов и мотоциклов. Внутренние ramпы для связи между этими палубами не предусмотрены и погрузка-выгрузка транспортных средств производится только с помощью береговых аппарелей.

Еще выше находится салонная палуба площадью 4000 м², где расположены места отдыха пассажиров с верандами и открытыми террасами, детская площадка, ресторан, кафе, магазин, а также служебные и бытовые помещения экипажа. Здесь использованы современные материалы, соответствующие самым жестким требованиям ИМО, Регистра Ллойда и голландской морской администрации: нержавеющая сталь, алюминий, стеклопластик, синтетическая резина, закаленное стекло.



Рис. 3. Паром во время достройки в Амстердаме

Дизайнеры фирм Vripac и Oliver Design старались превратить эту палубу в некое подобие Фризских островов. Бело-желто-зеленая гамма цветов интерьера в сочетании со сплошным бортовым остеклением создала иллюзию покрытых растительностью песчаных дюн Текселя. Этому способствуют и подсвеченные декоративные панели со сценами жизни

местных птиц. Выполненное из бесшовной резины с вкраплением раковин, собранных на берегах Текселя, покрытие палубы детской площадки делают ее подобием морского пляжа.

Главная силовая установка парома дизель-электрическая, располагается в двух машинных отделениях, симметрично расположенных в оконечностях судна. В кормовом машинном отделении расположены два двухтопливных (природный газ – дизельное топливо) дизеля производства Англо-Бельгийской корпорации (ABC) типа 12VDZD-1000-125 мощностью по 2081 кВт при 1000 об/мин, работающие на генераторы марки GBLF0906 (2300 кВА, 500 В) производства испанской фирмы Ingeteam/Indar. Переход с одного вида топлива на другое занимает всего две минуты. При работе на газе расход дизельного топлива составляет всего 7–10 % от номинального (только «запальная» доза). В носовом машинном отделении установлены два обычных дизеля 12VDZC-750-176 (2130 кВт при 750 об/мин) с генераторами GBLF1008 (2300 кВА, 500 В). Мощности дизель-генераторов одного из машинных отделений достаточно для обеспечения нормальной службы парома при силе ветра до 9 баллов.

Дизель-генераторы снабжают энергией четыре азимутальных движителя мощностью по 1800 кВт производства фирмы Роллс-Ройс с четырехлопастными винтами диаметром 2300 мм, расположенными попарно в носовой и кормовой части судна. Они обеспечивают эксплуатационную экономическую скорость 10 узлов и полную – 15,4 узла. В движителях использованы асинхронные электродвигатели (1000 об/мин, 690 В), для изменения частоты вращения которых служат четыре преобразователя частоты “Multidrive LV400”.

При проектировании парома рассматривались два варианта хранения и снабжения дизелей газом – сжиженным или сжатым природным газом. Был выбран последний из вариантов как наиболее экономичный и простой. Газ хранится под давлением 200–250 кг/см² в двух группах баллонов по 35 шт. в каждой, установленных на верхней палубе. Баллоны изготовлены из композитных материалов немецкой фирмой Xperion Energy & Environmental. Каждая группа баллонов обеспечивает работу парома в течение одного дня.

Заправка баллонов производится во время стоянки парома в ночное время. Для этого с материка на Тексель был проложен семикилометровый газопровод и построена компрессорная станция.

Использование природного газа взамен дизельного топлива позволило уменьшить выброс CO₂ на 20 %, CO_x – на 90 %, NO_x – на 80 % и сажи – на 90 %.

Другим источником электроэнергии являются четыре группы литий-ионных аккумуляторных батарей (всего 252 аккумулятора типа AT6500 48V производства канадской компании Corvus Energy). Их суммарная емкость составляет 1638 кВт-ч, напряжение – 932 В. Батареи позволяют «сглаживать» пиковые нагрузки главной силовой установки и других судовых потребителей. Благодаря этому 80 % времени используется только один дизель-генератор в газовом режиме. При отказе дизель-генераторов батареи позволяют парому дойти до порта. Зарядка аккумуляторных батарей производится от судовых дизель-генераторов во время грузовых операций, солнечных батарей и от береговой сети при ночной стоянке парома. Автоматическое распределение электроэнергии между потребителями и ее источниками (дизель-генераторами, аккумуляторными и солнечными бата-реями) осуществляется системой Ingeship EMS (Energy Management System) производства испанской фирмы Ingeteam.

На верхней палубе располагаются 462 панели солнечных батарей общей площадью 700 м² и средней мощностью 150 кВт, расположенные под углом 15° к палубе. Они сконструированы и установлены фирмами Alusín Solar и Bikote Solar (Испания), при этом особое внимание было уделено стойкости к коррозии и ураганным ветрам, столь частым в районе эксплуатации парома. Генерируемая панелями электроэнергия обеспечивает до 50 % ее потребностей на обслуживание пассажиров («отельные» нужды).

При создании парома были предусмотрены и другие методы снижения энергозатрат:

- снижение гидро- и аэродинамического сопротивления корпуса путем выбора его оптимальной формы;

- система рекуперации тепла охлаждающей воды дизель-генераторов. Она представляет собой цистерну объемом 90 м³, вода в которой при работе дизелей нагревается до 85°C и используется для обогрева помещений судна и других нужд, в том

числе и при ночной стоянке парома, благодаря чему судовой котел предполагается использовать только при отрицательной температуре наружного воздуха;

- естественная вентиляция нижней автомобильной палубы летом на ходу судна;
- использование энергосберегающих ламп (более 2400 шт.) и автоматических регуляторов освещения.

Для предотвращения загрязнения водной среды судно оборудовано сепаратором льяльных вод и установкой по обработке сточно-фекальных вод. Паром оснащен различными системами пожаротушения, включая стационарную систему пенотушения автомобильных палуб и волоконно-оптической системой пожарной сигнализации. Салонная палуба в случае пожара может разделяться на три зоны двумя противопожарными занавесями высотой 2,5 м и длиной 8 м.

Спасательные средства для пассажиров и членов экипажа состоят из спасательных нагрудников типа Crewsaver SOLAS 275N и Crewsaver Premier 2010 SOLAS 150N и спасательного катера Zodiac SOLAS Ribo 450 с подвесным мотором мощностью 25 л. с.

В обеих оконечностях судна имеются две одинаковые ходовые рубки с интегрированным оборудованием типа AlphaBridge разработки компаний JRC и Alphanon Marine. Их оснащение обеспечивает безопасную навигацию, внешнюю и внутрисудовую связь, наблюдение за наружной обстановкой и внутренними помещениями (32 телекамеры с тремя станциями управления), дистанционное измерение дистанции до причала впереди и по бортам судна при швартовке с помощью ультразвуковых датчиков (Alphanon Mooring Distance System). Капитан может управлять “Texelstroom” не вставая с кресла – в его подлокотники встроены джойстики управления азимутальными движителями и другие «гаджеты», а само кресло может перемещаться по мостику вдоль направляющих. Здесь же оборудован пульт дистанционного управления балластными операциями и т.д.

4. Заключение

“Texelstroom” заменит ранее эксплуатировавшийся на линии Ден Хелдер – Тексель паром “Dokter Wagemaker”, который предполагается использовать в качестве резервного. Паромная переправа действует с 06:00 до 22:00, в течение этого времени “Texelstroom” совершает 16 круговых рейсов через пролив Marsdiep шириною немногим более двух морских миль. Для сокращения времени швартовки на паромных терминалах установлена система MoorMaster швейцарской фирмы Savotec, которая с помощью вакуумных «присосок» надежно удерживает паром в нужном положении во время грузовых операций.

Литература

[Arbex, 2016](#) – *Juan Carlos Arbex. Un ferry de LaNaval para el siglo XXI*. Marina Civil, 118/2016

[Sustainable ferry](#) – Sustainable ferry project “Texelstroom”. Материалы конференции “Interferry Conference” (06.10.2015, Копенгаген)

www.ship-technology.com

www.c-job.eu

www.oliverdesign.es

References

[Arbex, 2016](#) – *Juan Carlos Arbex. Un ferry de LaNaval para el siglo XXI*. Marina Civil, 118/2016

[Sustainable ferry](#) – Sustainable ferry project “Texelstroom”. Materialy konferentsii “Interferry Conference” (06.10.2015, Kopenhagen)

www.ship-technology.com

www.c-job.eu

www.oliverdesign.es

Экологический паром “Texelstroom” с гибридной силовой установкой

Александр Федорович Митрофанов ^a

^a Международный сетевой центр фундаментальных и прикладных исследований, Российская Федерация

Аннотация. Паром “Texelstroom” создавался для эксплуатации на Фризском архипелаге у побережья Нидерландов, где создана природоохранная зона. В связи с этим при проектировании и строительстве парома большое внимание уделено его экологичности. Поэтому паром снабжен гибридной силовой установкой – дизель и электромоторы, а в качестве горючего используется газообразное топливо, что делает судно уникальным. Кроме того, обычные для судов сбросы в воду на пароме сведены к нулю. Все это делает паром “Texelstroom” уникальным примером экологического транспорта.

Ключевые слова: Нидерланды, экология, паромы, гибридные судовые силовые установки, художественный дизайн судов.