

УДК 621.43.068.4

DOI: 10.34046/aumsuomt94/20

ПЕРЕХОД НА МЕТАН - АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ОКИСЛОВ СЕРЫ В ДЫМОВЫХ ГАЗАХ

*Д.О. Владецкий, кандидат технических наук, доцент**А.С. Темников, преподаватель*

Данная статья посвящена использованию метана для работы судовых ДВС с целью соблюдения требований конвенции МАРПОЛ-73/78 после 01 января 2020 года. Рассмотрен процесс переоборудования главного двигателя контейнеровоза «WES Amelie» для работы на газообразном топливе.

Ключевые слова: метан, газообразное топливо, содержание серы, двухтопливный дизель, топливная система, модернизация ГД.

This article is devoted to the use of methane for the operation of marine main engines in order to comply with the requirements of the MARPOL-73/78 after January 1, 2020. The process of «WES Amelie» container ship main power plant conversion for working on gaseous fuel is considered.

Keywords: methane, gas fuel, sulfur content, dual-fuel diesel engine, fuel system, modernization of the main engine.

С 1 января 2020 года вступают в силу новые требования Международной Морской Организации (ИМО), предусматривающие снижение содержания серы в судовом топливе с 3,5 % до 0,5 %. Данные нововведения направлены на улучшение экологической ситуации в мире. На данный момент, тяжелое высокосернистое топливо HSFO RMG 380, используемое на большей части судов мирового флота, при сгорании в двигателях образует оксиды серы, которые с выхлопными газами выбрасываются в атмосферу. В атмосфере при смешивании оксидов серы (SO_x) с водяными парами образуется серная кислота и как результат "кислотные дожди", которые очень пагубно влияют на экологическую ситуацию в мире. Именно в связи с этим Международная Морская Организация вводит новые требования и уменьшает лимит содержания серы в судовом топливе.

Для соответствия требованиям ИМО с 01.01.2020 судовладельцы должны bunkеровать суда только низкосернистым топливом с содержанием серы менее 0,5 %. При использовании высокосернистого топлива после этой даты суда должны быть оснащены дополнительным оборудованием, которое удаляет излишки серы в выхлопных газах. Такое оборудование на сегодняшний день весьма дорогостоящее и не всегда эффективное.

Одним из способов снижения выбросов SO_x является переоборудование энергетической установки судов для использования сжиженного природного газа - метана. На сегодняшний день метан - это наиболее экологически чистый вид топлива, который может быть использован в судостроительстве.

В 2017 году в Бремерхафене (Германия) было осуществлено переоборудование главного двигателя контейнеровоза «WES Amelie» для работы на метане, что открыло новую эру в использовании альтернативных видов топлива в судовой энергетике. Переоборудование включало в себя установку танка на баке судна, способного вмещать 491 м³ сжиженного газа. На рисунке 1 представлен общий вид судна после модернизации, зеленым цветом выделен танк хранения сжиженного природного газа (СПГ). На рисунке 2 показан пульт управления танком хранения газа в центральном посту управления машинного отделения судна.

Одному из авторов данной статьи удалось поучаствовать в переоборудовании данного судна, поэтому имеется возможность рассмотреть этот процесс более подробно.

Перевод судна с тяжелых сортов топлива для работы на сжиженном природном газе – трудоемкий и затратный процесс, который можно разделить на следующие этапы:

1. Разработка технической документации и согласование проекта переоборудования с классификационным обществом.

2. Поиск подходящего танка для хранения запаса сжиженного природного газа (рисунки 3...5) на борту судна (заказывается примерно за 6 месяцев до начала переоборудования судна). Как правило, на сегодняшний день, наиболее привлекательным является китайский рынок, где можно заказать танк с минимальными финансовыми затратами.

Температура метана в танке хранения минус 164 °С, трубопровод мгновенно покрывается инеем (рисунок 5).



Рисунок 1 - Общий вид судна, оборудованного для работы на метане



Рисунок 2 – Панель управления и контроля танка запаса СПГ



Рисунок 3 - Боковая часть обшивки танка хранения СПГ на борту судна



Рисунок 4 - Домна (верхняя часть) танка запаса и хранения СПГ на борту судна



Рисунок 5 - Домна танка с клапанами и сенсорами контроля СПГ

3. Следующим шагом в реализации проекта переоборудования является заключение договора с заводом изготовителем главного двигателя (ГД) для поставки новых запчастей и ком-

плекующих. На рисунке 6 представлен ГД, установленный на контейнеровозе «WES Amelie» после переоборудования.



Рисунок 6 - Главный двигатель MAN 8L51/60DF мощностью 7800 кВт с возможностью работы на газе

На примере контейнеровоза «WES Amelie», компаниями MAN и TGE было осуществлено переоборудование главного двигателя MAN 8L48/60B.

Итогом модернизации явился двигатель MAN 8L51/60DF (Dual Fuel Engine). Двигатели модели DF способны использовать два вида топлива – газ либо дизель в зависимости от режима выбранного вахтенным механиком.

Модернизации подверглись: камера сгорания, навесное оборудование, втулка цилиндра, поршень, поршневые кольца и головка цилиндра. Добавлено оборудование для подачи газа. Для реализации новых режимов работы двигателя были установлены новые кулачки рас-

предвала, а также новые компоненты турбокомпрессора. Управление двухтопливным двигателем MAN 8L51/60DF является более сложным процессом по сравнению с двигателем на тяжелом топливе. Следовательно, системы автоматизации, защиты и контрольно-измерительная система также требуют модернизации.

4. Постановка судна для выполнения работ по установке танка для СПГ, прокладка трубопроводов и установка газового оборудования, модернизация двигателя, установка систем автоматизации и контроля. Все это занимает в среднем от трех до четырех месяцев напряженной работы.



Рисунок 7 - Блок газовых клапанов (GVU - Gas Valve Unit) - последний рубеж перед подводом газа к главному двигателю



Рисунок 8 - Газовый трубопровод главного двигателя, оборудованный электромагнитными клапанами

5. Бункеровка судна сжиженным топливом и выход в море на ходовые испытания с сервисными инженерами на борту, для настройки и наладки газового оборудования в процессе ходовых испытаний. В настоящее время самый рас-

пространенный способ бункеровки газом – это бункеровка со специальных автомобильных цистерн «траков» (рисунок 9).

6. Последний этап – ввод судна в эксплуатацию. Ввиду значительной экономии расходов

на топливо при работе судна на метане и меньших суммах портовых сборов, суда на СПГ пользуются спросом на рынке перевозок и могут претендовать на более высокие фрахтовые ставки.

зуются спросом на рынке перевозок и могут претендовать на более высокие фрахтовые ставки.



Рисунок 9 - Бункеровка судна СПГ с траков в порту Роттердам (Нидерланды)



Рисунок 10 - Газовый детектор - личная безопасность каждого члена экипажа на борту

Модернизация судна продолжалась в течение трех месяцев и окончилась успешным выходом судна в море на ходовые испытания, в процессе которых были произведены окончательные настройки двигателя и судовых систем, позволяющих осуществлять работу главного двигателя на метане. Сейчас судно «Wes Amelie» находится в долгосрочном чартере датской компании Unifeeder и осуществляет работу в Северном и Балтийском морях.

В качестве недостатков данного переоборудования следует считать использование дополнительного места на судне для установки резервуара СПГ и системы регазификации, что снижает грузоподъемность судна. Резервуар для сжиженного газа типа «С», объемом 491 куб. м. сжиженного метана, поставляемый компанией TGE Marine Gas Engineering, и расположен в носовой части контейнеровоза «Wes

Amelie». В общей сложности установка резервуара для хранения СПГ снизила грузоподъемность судна на 29 TEU.

Переоборудование судна для работы на газе – это не только техническая сторона вопроса, но также и подготовка плавсостава согласно новых требований Правила V/3, раздела A V/3, п.2 Кодекса ПДНВ, Международного Кодекса по безопасности для судов, которые используют газы или другие виды топлива с низкой температурой вспышки.

Суда с возможностью работы на газе подпадают под требования Кодекса по безопасности использования газов и других видов топлива с низкой температурой вспышки на борту судна (IGF Code), и как результат – возникает необходимость дополнительного обучения членов экипажей судов.

В рамках дополнительной подготовки слушатели изучают: задачи IGF Кодекса; основные особенности физического и химического состава газов LNG и LPG; правила безопасности при работе с СПГ; особенности бункеровки и хранения СПГ на борту судна; особенности использования СПГ, газоподготовки и подачи газа к двигателю; особенности контроля температуры, давления газа в танке хранения СПГ и на входе в главный двигатель; особенности конструкции судов использующих газ в качестве топлива, согласно требований СОЛАС раздел II-1; запуск двигателя и переход на использование СПГ, на примере двигателя MAN 8L51/60DF; системы аварийно-предупредительной сигнализации и автоматики; правила противопожарной безопасности судов, использующих газообразное топливо.

Очевидно, что сжиженный природный газ является более экологически чистым видом топлива, которое после 1 января 2020 года будет набирать все большую популярность в судоходстве. Но наряду с его достоинствами есть огромный риск использования метана, связанный с его взрывоопасностью, что требует не только повышения стандартов безопасности на борту судна, но также и улучшения уровня подготовки плавсостава.

Литература

1. WesAmelieContainerShipConversion [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые данные (24 Kb). – Нью-Йорк, США: Shiptechnology, 2017. – Режим доступа: [https://www.ship-](https://www.ship-technology.com/projects/wes-amelie-container-ship-conversion/)

[technology.com/projects/wes-amelie-container-ship-conversion/](https://www.ship-technology.com/projects/wes-amelie-container-ship-conversion/) Суббота, 27 января 2020 15:17:15.

2. Гудков А. Shell предсказывает бум СПГ как топлива для судов и грузовиков [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые данные (34 Kb). – Берлин, Германия: Deutsche Welle, 2019. – Режим доступа: <https://www.dw.com/ru/shell/-a-47603972> Суббота, 21 февраля 2019 20:20:15.
3. Панамарев В., Хекерт Е.В. Расчет концентрации окислов азота для котельной установки Aalborg Missionol с топочным устройством kbsd-1900 и сравнение с экспериментальными данными // Эксплуатация морского транспорта. – 2015. – № 3 (76). – С. 75-79.

REFERENCES

1. Wes Amelie Container Ship Conversion [Elektronnyj resurs]. – Elektron. tekstovye dannye (24 Kb). – N'yu-Jork, SSHA: Ship technology, 2017. – Rezhim dostupa: <https://www.ship-technology.com/projects/wes-amelie-container-ship-conversion/> Subbota, 27 yanvarya 2020 15:17:15.
2. Gudkov A. Shell predskazyvaet bum SPG kak topliva dlya sudov i Грузовиков [Elektronnyj resurs]. – Elektron. tekstovye dannye (34 Kb). – Berlin, Germaniya: Deutsche Welle, 2019. – Rezhim dostupa: <https://www.dw.com/ru/shell/-a-47603972> Subbota, 21 fevralya 2019 20:20:15.
3. Panamarev V., Hekert E. V. Raschet koncentracii okislov azota dlya kotel'noj ustanovki Aalborg Missionol s topochnym ustrojstvom kbsd-1900 i sravnenie s eksperimental'nymi dannymi // Ekspluatatsiya morskogo transporta. 2015. № 3 (76). S. 75-79.

УДК 626.627.257,627.335.2,620.197.5

DOI: 10.34046/aumsuomt94/21

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ МОРСКИХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ С ПИТАНИЕМ ОТ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

В. М. Ву, аспирант

Б. Б. Чернов, доктор химических наук, профессор

А. М. Нугманов, научный сотрудник

Оценена эксплуатационная надежность морских гидротехнических сооружений при использовании катодной защиты с питанием от солнечных панелей. Надежность металлических конструкций оценивали по степени коррозионного износа на примере шпунтовой стенки типа «Ларсен 4», скорость коррозии которой определялась по результатам коррозионных испытаний образцов при различных вариантах катодной защиты от солнечных панелей. Результаты работы показали, что использование катодной защиты с питанием от солнечных панелей может существенно повышать долговечность морских гидротехнических сооружений при малых экономических затратах относительно других способов реализации катодной защиты.

Ключевые слова: катодная защита, морская коррозия, плотность тока, солнечная панель, надежность, срок эксплуатации, морские гидротехнические сооружения

An operational reliability assessment of marine hydraulic structures using cathodic protection powered by solar panels was conducted. The reliability of metal structures was assessed by the degree of corrosion wear using the example of a sheet pile wall of the type Larsen 4, the corrosion rate of which was determined by the results of