

Применение двухтопливных двигателей WÄRTSILÄ DF на судах

Тулубенский Дмитрий Александрович

магистрант ИСМАРТ САФУ

E-mail: lumenarh2212@gmail.com

Вяртсиля является многопрофильным концерном, в деятельности которого судостроение и смежные производства (электрические машины и аппараты, рулевые устройства и т.п.) занимают основное место. Естественно, фирма стремится предлагать заказчикам комплексные решения, включающие указанные компоненты, устанавливаемые на судах собственной или сторонней постройки, а также двигатели собственного производства. При этом на судне может быть установлен один или несколько двигателей из указанной выше номенклатуры, в том числе разных моделей.

Так, в декабре 2014 г. был подписан контракт на поставку трех буксиров сопровождения для норвежской компании Østensjø Rederi (рисунок 78), где в качестве главных используются двигатели WÄRTSILÄ 34DF. Буксиры будут обслуживать терминал Melkøya фирмы Statoil вблизи порта Hammerfest (Норвегия).



Рисунок 7 — Буксир сопровождения

Двигателями Вяртсиля будут оснащены землечерпалки нового поколения класса Antigoon под названием Scheldt River, строящиеся на верфи Royal IHC (IHC) в Голландии (рисунок 10). Контракт был подписан в июле 2015 года. На каждой землечерпалке длиной 104 с объемом бункера 8000 кубометров будут установлены два двигателя WÄRTSILÄ 34DF — один 9-цилиндровый и один 12-цилиндровый. Месяцем раньше был подписан контракт на поставку оборудования (включая двигатели WÄRTSILÄ DF) для одной из крупнейших в мире самоходных землечерпалок, строящейся в Китае.



Рисунок 8 — Землечерпалка Scheldt River

Портовый буксир длиной 29 м будет построен для компании Drydocks World (Дубай) согласно контракту, подписанному в ноябре 2014 года. В числе другого оборудования от Вяртсиля

(винторулевые колонки WST-18 и др.) на нем будет установлен двигатель WÄRTSILÄ 20DF. Это будет первый на Ближнем Востоке портовый буксир, работающий на газовом топливе. Буксир будет первым из девяти аналогичных буксиров, построенных для компании Drydocks World (DDW) в рамках «зеленой инициативы» правительства Дубая, которая открывает программу устойчивого экологического развития в регионе.



Рисунок 9 — Портовый буксир — пожарное судно

В марте 2014 года подписан контракт на поставку оборудования Вяртсиля для первого в мире ледокола, работающего на природном газе. Ледокол будет построен на верфи Arctech Helsinki Shipyard по заказу Министерства Транспорта Финляндии (Finnish Transport Agency). На нем будут установлены два 9-цилиндровых двигателя WÄRTSILÄ 34DF, два 12-цилиндровых двигателя WÄRTSILÄ 34DF и один 8-цилиндровый двигатель WÄRTSILÄ 20DF. Ледокол рассчитан на преодоление ледового покрова толщиной до 1.2 м на скорости 6 узлов. Его эксплуатационная скорость на чистой воде — не менее 16 узлов. Судно может не только работать в качестве ледокола, но и принимать участие в круглогодичных операциях по сбору разливов нефтепродуктов и по срочной буксировке судов в условиях Балтийского моря.



Рисунок 10 — Портовый ледокол

В марте 2012 года вступило в строй судно снабжения Viking Prince, построенное на верфи Kleven Verft AS, Norway, и почти целиком оборудованное фирмой Вяртсиля. Гребные электродвигатели получают питание от двух генераторов, приводимых 6-цилиндровыми рядными двигателями WÄRTSILÄ 34DF, а в качестве вспомогательных используются два генератора с 6-цилиндровыми рядными двигателями WÄRTSILÄ 20DF. Судно водоизмещением 5321 т

предназначено для работы в арктических морях. Оно имеет усиленный корпус с ледовым подкреплением.



Рисунок 11 — Судно снабжения для буровых платформ

Существует еще ряд реализованных проектов судов снабжения для буровых платформ, оборудованных двухтопливными двигателями Вяртсиля. Конфигурация их энергетических установок показана на следующем рисунке.

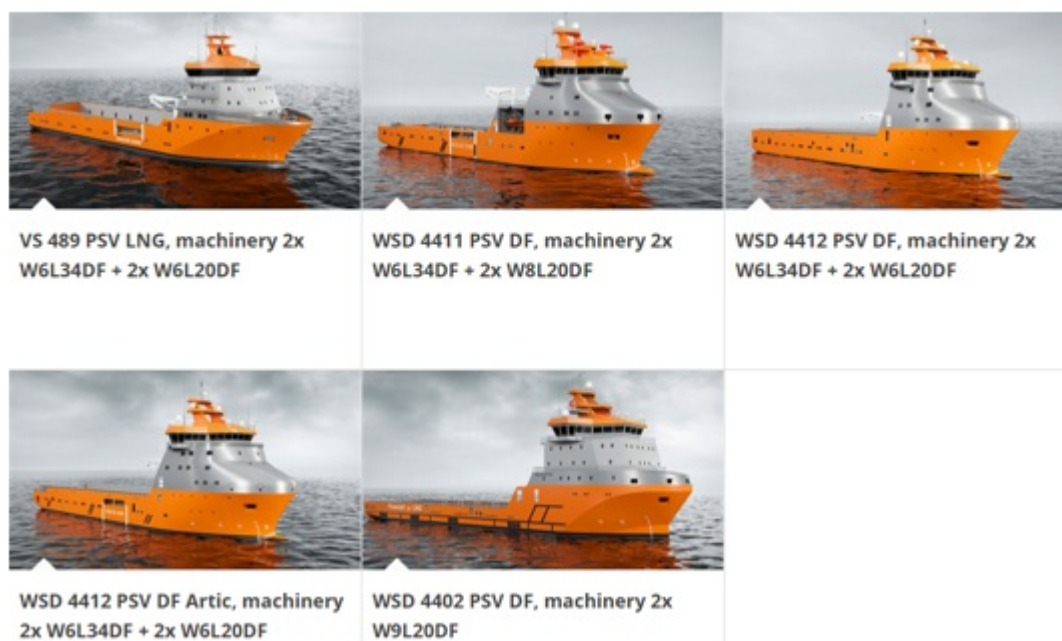


Рисунок 12 — Суда снабжения буровых платформ с двухтопливными двигателями Вяртсиля

Мощные двигатели WÄRTSILÄ 50DF нашли применение преимущественно на газовозах, где перевозимый продукт используется в качестве топлива. Вступивший в строй в 2006 году газовоз Provalys емкостью 154000 м³ является крупнейшим в мире газовозом, приводимым в движение двухтопливными двигателями. Четыре двигателя WÄRTSILÄ 50DF (три 12-цилиндровых и один 6-цилиндровый) развивают суммарную мощность 39.9 МВт. Газовоз с электродвижением наглядно демонстрирует такие преимущества газового топлива, как снижение расхода топлива и вредных выбросов.



Рисунок 13 — Газовоз LNG Provalys емкостью 154000 м³

В 2013 году фирма Вяртсиля осуществила поставку 6 генераторов с двигателями WÄRTSILÄ 50DF, предназначенными для нефтепромысловой платформы P-63 FPSO, принадлежащей бразильской промышленной группе QUIP. Установка водоизмещением 323000 т представляет собой плавучую платформу для добычи, хранения и первичной обработки нефти и газа, переоборудованную из танкера BW Nisa 1983 года постройки. Она имеет три энергетических модуля, каждый из которых включает в себя два генератора с двигателями WÄRTSILÄ 50DF общей мощностью более 100 МВт.

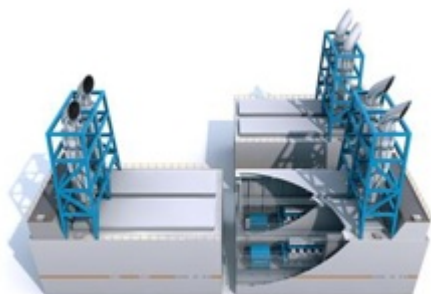


Рисунок 14 — Плавучая платформа P-63 FPSO с тремя энергетическими модулями

В 2013 году было принято в эксплуатацию судно Viking Grace — первый в мире грузопассажирский паром (Ro-Pax), оснащенный двухтопливными двигателями. Паром водоизмещением 57000 тонн, принадлежащий Viking Line, работает на линии Турция-Стокгольм. Он приводится в движение четырьмя двигателями WÄRTSILÄ 50DF. Аналогичной силовой установкой будет оснащен новый скоростной паром Destination Gotland, который строится для шведского оператора Rederi AB Gotland.



1.5 Система управления UNIC 3 фирмы WÄRTSILÄ

Современные двигатели, оснащенные последними достижениями техники, такими как, например, система впрыска common rail, новейшие турбокомпрессоры, турбина с регулируемым сопловым аппаратом, нуждаются в управлении множеством рабочих параметров.

Это, в свою очередь, приводит к постоянному усложнению систем управления и мониторинга.

В настоящий обзор включена зарубежная система управления двухтопливными двигателями, сведения о которой удалось обнаружить в доступных источниках. Эта система является электронной, поскольку сложность такого объекта как двухтопливный двигатель не позволяет обойтись чисто механическими средствами. Помимо регулирования и управления, она может реализовать функции аварийно-предупредительной сигнализации и защиты, самотестирования, регистрации параметров и связи с удаленными системами управления и контроля.

Как правило, таким системам свойственно модульное исполнение, что придает им значительную гибкость и позволяет использовать их на объектах самой различной конфигурации и самых различных назначений. Они создаются на микропроцессорной основе, и имеют большое количество аналоговых и цифровых входов, на которые поступают сигналы от датчиков и управляющие сигналы. Аналоговые и цифровые выходы предназначены для управления исполнительными устройствами и формирования сигналов, поступающих к устройствам аварийно-предупредительной сигнализации и защиты. Кроме того, имеются входы и выходы для связи с системами управления более высокого уровня (общесудовыми).

Система UNIC C3 может быть установлена на всех главных судовых и вспомогательных двигателях Wärtsilä, работающих на газе — с искровым зажиганием и двухтопливных. Ею оборудовано уже более 6000 двигателей. Она включает в себя набор из нескольких модулей, что существенно сокращает необходимую номенклатуру запчастей. Система устанавливается как на вновь строящиеся двигатели, так и взамен аналогичных устаревших систем в порядке модификации двигателей, находящихся в эксплуатации.



Рисунок 24 — Установка системы UNIC C3 на двигателе



Рисунок 25 — Шкаф системы UNIC C3 — вид изнутри



Рисунок 26 — Модули системы UNIC C3

На рисунках 24-26 показаны отдельные фрагменты системы UNIC C3.

Функции UNIC C3

Управление двигателем: управление пуском и остановом, включая пусковую последовательность операций, дефорсировка, максимальная и минимальная уставки термостата, управление перепускной заслонкой и байпасом. Управление скоростью и нагрузкой с помощью электронного контроллера в различных рабочих режимах. Управление зажиганием и EFIC (Electronic Fuel Injection Control — электронное управление впрыском топлива).

Защита двигателя: (аварийно-предупредительные сигналы, останов, аварийный останов, снижение нагрузки), включая защиту от разноса (резервную) с полностью фиксированным монтажом, защиту по давлению смазочного масла, по температуре охлаждающей воды, а также включаемую по сигналам внешних устройств.

Улучшение динамических характеристик двигателя

Под улучшением динамических характеристик двигателя подразумевается сокращение времени реакции двигателя при изменении его рабочего режима, в том числе при плавном и ступенчатом нагружении, при сбросе нагрузки, при пуске и т.п. В частности, в целях улучшения динамических характеристик в систему UNIC введены следующие функции:

Cold Cylinder Operation™ (работа с холодным цилиндром). В случае любого отказа какого-либо из цилиндров двигатель сможет работать (до 15 часов) на частичной нагрузке, при этом подача газа к аварийному цилиндру будет отключена. За это время оператор сможет подготовить агрегат к отключению и заранее спланировать объем необходимых ремонтных работ.

Функция Multispark обеспечивает срабатывание формирования одного или нескольких разрядов свечи зажигания для более надежного воспламенения смеси. Функция Multispark используется также при работе двигателя при сниженной нагрузке. В пусковой период функция Multispark обеспечивает очистку свечей зажигания от окислов и других загрязнений.

Выравнивание работы цилиндров. При пуске двигателя цилиндры с неустойчивым воспламенением получают дополнительные импульсы с использованием функции «wake up», которая поддерживает температуры по цилиндрам на стороне выхлопа в допустимых пределах.

В период пуска обеспечивается оптимальное значение коэффициента избытка воздуха в форкамере. Подача пилотного топлива по цилиндрам настраивается более тонко путем регулируемого усиления управляющего сигнала электропневматическими клапанами. Тем самым снижается риск отказа клапанов и повышается надежность пуска.

Более надежная и сбалансированная работа достигается с помощью усовершенствованных алгоритмов регулирования давления наддувочного воздуха

Контроль детонации: на возникновение детонации система отреагирует быстро и настроит параметры таким образом, чтобы обеспечить поддержание оптимальных рабочих условий. Более эффективный контроль детонационных характеристик повышает быстродействие и общее качество системы управления двигателем.

Снижение нагрузки: при возникновении чрезмерной детонации функция улучшенного контроля детонации и функция быстрого снижения нагрузки автоматически восстанавливает нормальную работу двигателя. Электроагрегат будет работать при пониженной нагрузке до тех пор, пока проблема не будет устранена. Если чрезмерная детонация не прекращается, защита останавливает двигатель.

Выравнивание нагрузки по цилиндрам: адаптивная система выравнивает нагрузки

по цилиндрам для повышения эффективности работы двигателя. Продвинутый алгоритм управления уменьшает износ деталей и повышает безопасность двигателя за счет подавления крутильных колебаний и снижения вредных выбросов. Дальнейшее повышение эффективности выравнивания нагрузки по цилиндрам возможно при использовании сигнала по пику давления в цилиндрах (опция).

Устанавливаемый на двигателе блок с локальным графическим дисплеем (LDU) обеспечивает мониторинг параметров и поиск неисправностей без какого-либо дополнительного оборудования.

Интегрированный дисплей диагностики и регистрации событий, возможность настройки и загрузки программ в сменные модули — все это значительно облегчает обслуживание двигателя.

Система включает шлюз Ethernet, работающий по протоколу TCP/IP-Modbus, что позволяет передавать данные измерений (события, аварийно-предупредительные сигналы) локальным системам PLC или HMI. Данные могут сопровождаться отметками времени через OPC-сервер для облегчения анализа и поиска неисправностей.

Система UNIC C3 отличается высокой надежностью. Это достигается специальными мероприятиями по обеспечению резервирования, отказоустойчивости и конструктивных решений в части механики и электротехники. Все аппаратное обеспечение проходит проверку и сертификацию по программе интенсифицированных испытаний в целях обеспечения надежной работы в особо тяжелых условиях.

Объем комплектации включает:

- аппаратные модули, включая интерфейс местного пульта управления;
- архитектуру программного обеспечения с улучшенной функциональностью;
- приборы с гибкими выводами;
- устройство для комплексного обслуживания (WECSplorer).

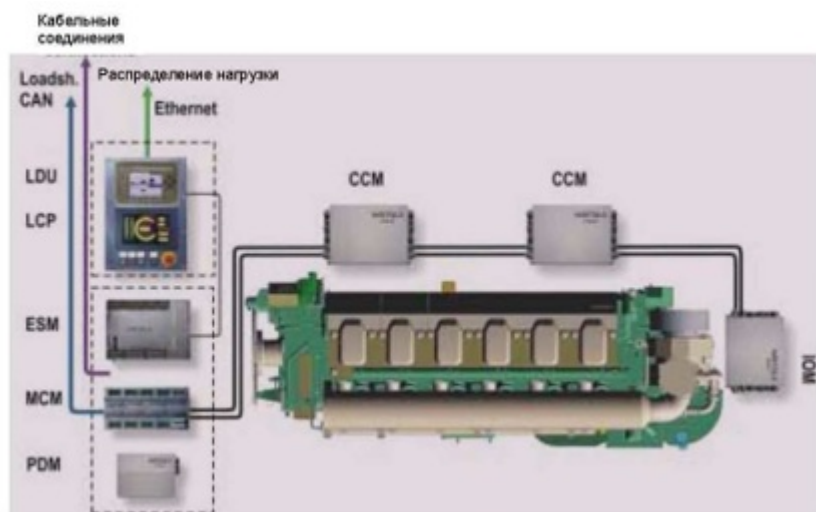


Рисунок 27 — Функциональная схема системы UNIC C3

Упрощенная функциональная схема системы UNIC C3 показана на рис. 27.

Она включает в себя следующие основные компоненты:

Блок локального графического дисплея (LDU) имеет следующие элементы и функции:

- внешние соединения Ethernet;
- локальный дисплей для вывода параметров;

— настройка параметра двигателя.

Модуль защиты двигателя (ESM) выполняет следующие функции:

- функции защиты;
- останов с блокировкой;
- преобразование сигналов.

Главный модуль управления (MCM) выполняет следующие функции:

- управление скоростью / нагрузкой;
- управление работой двигателя.

Распределительный модуль (PDM) выполняет следующие функции:

- фильтрация сигналов;
- защита;
- выявление дефектов заземления.

Модуль управления цилиндрами (CCM) выполняет следующие функции:

- управление впрыском;
- измерения параметров внутри цилиндра;
- измерения быстроменяющихся величин (индикаторы детонации, давления).

Модуль входов/выходов (IOM) имеет свободно конфигурируемые входы/выходы для:

- mA, V, TC, PT100, сигнала по частоте.

Использование UNIC C3 подразумевает модификацию автоматики судовой силовой установки и человеко-машинного интерфейса (HMI) с учетом всех новых функций и данных.