

УДК 621.43.068

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИКИ ДВУХТОПЛИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ WÄRTSILÄ 50DF

Иванченко Александр Андреевич¹, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой ДВС и АСЭУ

e-mail: prof_ivanchenko@mail.ru

Платонов Артём Александрович¹, аспирант

e-mail: artemapy@gmail.com

¹ Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В работе проведено сравнение технических характеристик главных судовых двигателей марки Wärtsilä 50DF при работе на дизельном топливе и сжиженном природном газе (СПГ). В основу анализа положены реальные данные их эксплуатации на судне. Указывается, что устранение типичных эксплуатационных проблем на судне возможно за счёт технической модернизации логики управления, расширения возможностей MPC и глубокого взаимодействия между оператором, производителем и судовыми инженерными службами.

Ключевые слова: Wärtsilä 8L50DF, энергоэффективность, сжиженный природный газ (СПГ), удельный расход энергии (BSEC), тепловой КПД.

OPERATIONAL FEATURES AND PROBLEMS OF AUTOMATION ON WÄRTSILÄ 50DF ENGINES

Alexander A. Ivanchenko¹, Professor, Doctor of Engineering Sciences, Head of the Department of Internal Combustion Engines and Automatic Power Supply

e-mail: prof_ivanchenko@mail.ru

Artem A. Platonov¹, Doctoral student

e-mail: artemapy@gmail.com

¹ Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint Petersburg, Russia

Abstract. The paper compares the technical characteristics of the main marine engines of the Wärtsilä 50DF brand when running on diesel fuel and liquefied natural gas (LNG). The analysis is based on real data from their operation on board a ship. It is indicated that the elimination of typical operational problems on board a vessel is possible through technical modernization of the control logic, expansion of MPC capabilities and deep interaction between the operator, manufacturer and shipboard engineering services.

Ключевые слова: Wartsila 8L50DF, energy efficiency, liquefied natural gas (LNG), brake specific energy consumption (BSEC), thermal efficiency.

Введение

Двигатели Wärtsilä50DF, работающие в составе энергетических установок типа DFDE, являются важным элементом современных судов, использующих сжиженный природный газ (LNG) в качестве основного топлива. Благодаря двухтопливному режиму (газ/дизель), высокому КПД и соответствию требованиям MARPOL Annex VI и IGFCode, данные агрегаты обеспечивают экологически чистое и экономически эффективное судоходство. Работа в lean-burn режиме на газе с пилотным дизельным впрыском обеспечивает снижение выбросов NO_x и CO_2 , однако предъявляет повышенные требования к автоматике, точности управления и техническому состоянию двигателя.

Особенности эксплуатации

На практике двигатели Wärtsilä50DF эксплуатируются в условиях переменной нагрузки, частых переходов между режимами топлива и воздействия морской среды. Это накладывает ряд специфических требований:

- Газовый режим чувствителен к качеству топлива: при понижении метанового числа возникает риск детонации, требующий оперативной корректировки угла опережения зажигания.
- При маневровых режимах, сбросе нагрузки и частых переключениях топлива наблюдается нестабильность сгорания и выброс несгоревшего метана (methaneslip).
- В условиях высокой влажности и соленого тумана страдает надёжность датчиков давления, температуры, положения ВМТ, а также компонентов GRU.
- Работа системы «пробуждения» цилиндров (wake-upmode) сопровождается 3–5-секундными задержками включения подачи газа после простоя, что вызывает временные расбалансировки мощности.
- Для стабильной работы требуется регулярная калибровка сенсоров, контроль за чистотой фильтров и адаптация ПО WECS 8000 под конкретные условия эксплуатации.

Проблемы автоматики

WECS 8000 — это цифровая система управления, отвечающая за реализацию всех режимов работы двигателя. Однако на практике она сталкивается со следующими трудностями:

1. Задержка переключения режимов топлива — переход от дизеля к газу может занимать до 10 минут, включает проверку GRU, подготовку воздуха и тестирование воспламенения.
2. Недожог метана — при частичных нагрузках и нестабильных режимах (особенно при сбросе оборотов) CH_4 не успевает сгорать полностью и выбрасывается в атмосферу, ухудшая экологический профиль.
3. Ошибки детонационного контроля — при сбоях в сенсорах или загрязнении клапанов возможны ложные срабатывания защиты и некорректный отклик автоматики.
4. Сбои GRU и клапанов — загрязнение, усталость пружин, ошибки в управлении логикой закрытия могут привести к остановке цилиндра.
5. Ограниченность MPC (Model Predictive Control) — прогнозирующее управление слабо адаптируется к быстрым изменениям в составе топлива или переходным нагрузкам, особенно при нестабильной наддувочной температуре.
6. Человеческий фактор — ошибки персонала при калибровке, игнорирование сигналов тревоги и отсутствие логирования вызывают цепную реакцию отклонений.

Рекомендации по улучшению

Для повышения стабильности, безопасности и экологичности работы Wärtsilä50DF предлагаются следующие меры:

- Внедрение резервирования сенсоров по ключевым параметрам (P, T, TDC, детонация);
- Модернизация WECS 8000 с реализацией адаптивного MPC, способного учитывать изменения в составе газа;
- Интеграция WECS с Energy Management System судна для гибкой корректировки загрузки;
- Установка расширенной самодиагностики (self-learninglogic) с возможностью журналирования ошибок и состояния всех компонентов GRU;
- Обязательное регулярное обучение экипажа работе с автоматикой, особенно в части переходных режимов и распознавания аварийных состояний.

Заключение

Двигатели Wärtsilä50DF — это высокотехнологичное решение для LNG - судов, обеспечивающее эффективность и экологическую безопасность. Однако их стабильная работа возможна только при наличии надёжной и грамотно настроенной системы автоматики, регулярной диагностики и высокой квалификации персонала. Устранение типичных эксплуатационных проблем возможно за счёт технической модернизации логики управления, расширения возможностей MPC и глубокого взаимодействия между оператором, производителем и судовыми инженерными службами.

Список литературы:

1. Wärtsilä Technical Data Sheets – 8L50DF. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wartsila.com/> (дата обращения: 01.04.2025).
2. Wartsila. Dual-fuel engines for marine applications. Technical description and operation manual. 2022.
3. DNV GL. Gas as marine fuel – Technology outlook and economics. Brochure, 2020.
4. Иванченко А.А. Подходы к совершенствованию судовых энергетических установок // Эксплуатация морского транспорта. – 2023. – № 3 (108). – С. 121 – 138.
5. International Maritime Organization. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.imo.org/fr/MediaCentre/HotTopics/Pages/EEDI.aspx> (дата обращения: 06.04.2025).

