

УДК 621.431.7

ВОДОРОДНОЕ ТОПЛИВО – АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННЫМ ЖИДКИМ ТОПЛИВАМ ДЛЯ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Чижов Дмитрий Владимирович¹, курсант

e-mail: dmchcska007@yandex.ru

Матвеев Юрий Иванович¹, д.т.н., профессор кафедры «Эксплуатация судовых энергетических установок»

e-mail: matveeveseu@mail.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта», Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Данный обзор посвящен анализу перспектив и проблем использования водородного топлива в судовых дизельных энергетических установках как ключевого направления декарбонизации морского транспорта.

Ключевые слова: водородное топливо, судовые дизели, декарбонизация судоходства, смесевое сжигание водорода, выбросы NOx, безопасность водородных систем, топливная инфраструктура.

HYDROGEN FUEL IS AN ALTERNATIVE TO TRADITIONAL LIQUID FUELS FOR MARINE DIESEL ENGINES

Dmitry V. Chizhov¹, Student

e-mail: dmchcska007@yandex.ru

Yuri I. Matveev¹, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department "Operation of Marine Power Plants"

e-mail: matveeveseu@mail.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. This review analyzes the prospects and challenges of using hydrogen fuel in marine diesel propulsion systems as a key approach to decarbonizing maritime transport.

Keywords: hydrogen fuel, marine diesel engines, shipping decarbonization, hydrogen combustion, NOx emissions, hydrogen system safety, fuel infrastructure.

Введение

В дизельных двигателях водород может использоваться в чистом виде, а также в составе присадок к воздушному потоку или топливу. Включение присадок в процесс не требует существенных модификаций в конструкции серийно выпускаемых дизелей, уже эксплуатируемых в настоящее время.

Присутствие водорода в топливной смеси приводит к снижению пиковых температур в области горения, где обычно происходит окисление атмосферного азота. Одновременно в этих же областях происходит обратный процесс: оксиды азота, сформировавшиеся в процессе сгорания, распадаются до молекулярного азота и водяного пара.

Научно-исследовательские работы по использованию водорода в дизелях в основном были посвящены применению водорода в чистом виде либо в виде присадок к воздушному заряду. В области применения водородных газовых добавок к дизельному топливу ранее исследований не осуществлялось.

Почему водород?

Водород обладает рядом преимуществ перед традиционным топливом:

Нулевая эмиссия CO₂ при использовании в топливных элементах — продуктом реакции является лишь вода.

Высокая энергоёмкость — 1 кг водорода содержит примерно в три раза больше энергии, чем 1 кг бензина.

Энергоемкость различных видов топлива, кВт-час/кг

Тип топлива				
Водород (газ)	Природный газ	Бензин	Дизельное топливо	Метанол
39,45	15,45	13,36	10,17	6,47

Рисунок 1 – Энергоемкость различных видов топлива

Гибкость применения — возможно использование как в чистом виде, так и в смеси с другими газами или в виде синтетических топлив.

Однако есть и обратная сторона — хранение и транспортировка водорода представляют серьёзную техническую задачу.

Технологии водородного судоходства

Разработка водородных судов идёт в нескольких направлениях:

1. Топливные элементы (Fuel Cells)

Самый экологичный вариант — электродвигатели, питаемые водородными топливными элементами.

Преимущества: отсутствие выбросов, низкий уровень шума, высокая энергоэффективность.

Примеры: Hydroville (Бельгия) — пассажирский катамаран на водородных топливных элементах. Sea Change (США) — первый коммерческий паром на водороде в Северной Америке.

2. Сжигание водорода в ДВС

Промежуточное решение, при котором в судовом двигателе внутреннего сгорания вместо дизеля используется сжатый или жидкий водород.

Преимущества: возможность модификации существующих судов.

Недостатки: всё же присутствуют выбросы NO_x , хотя они значительно ниже, чем у дизеля.

3. Аммиак как носитель водорода

Жидкий аммиак проще хранить, чем водород, а при разложении выделяет водород для топливных элементов.

Преимущества: более удобная логистика.

Недостатки: токсичность и необходимость дополнительных систем безопасности.

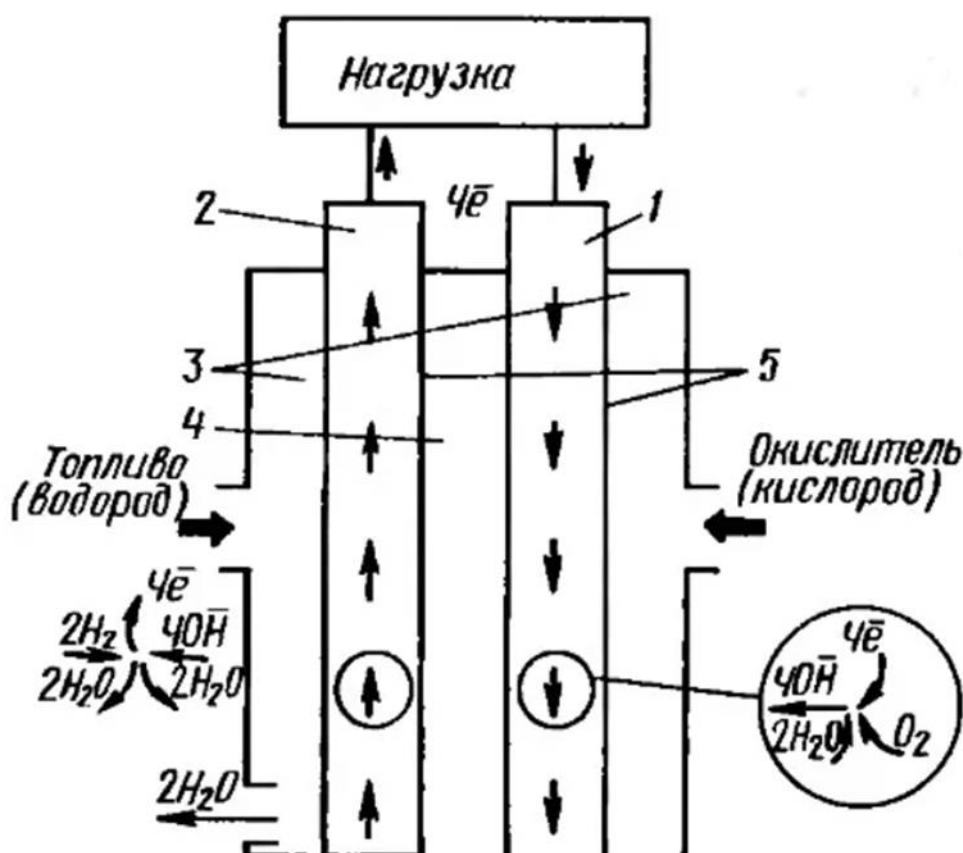


Рисунок 2 — Схема топливного элемента:

1 — катод; 2 — анод; 3 — газовая камера; 4 — электролит; 5 — катализированные электроды

Заключение и перспективы

Использование водорода в судовых дизелях — это не просто замена одного топлива другим. Это фундаментальный сдвиг парадигмы от централизованной, глобальной цепочки поставок ископаемого топлива к децентрализованной, региональной модели, основанной на возобновляемой энергии.

Водородный дизель не является «конечным» нулевым решением (идеал — топливные элементы), но он выполняет три критически важные стратегические функции:

1. Ускоряет декарбонизацию здесь и сейчас, используя адаптированную технологию.

2. Создает спрос на «зеленый» водород, стимулируя инвестиции в ВИЭ и электролизеры.

3. Обучает отрасль — от конструкторов до механиков — работе с водородом, снижая технологические и психологические барьеры.

Таким образом, водородный дизель — это стратегический трамплин, необходимый для того, чтобы судоходство совершило гигантский прыжок из эпохи ископаемого топлива в эпоху водородной экономики. Его успех определится не в машинном отделении, а в кабинетах регуляторов, на биржах «зеленых» сертификатов и на полях ветряных и солнечных электростанций по всему миру.

Список литературы:

1. Международная морская организация (ИМО). Первоначальная стратегия по сокращению выбросов ПГ (2018).

2. Международный кодекс по безопасности судов, использующих газы или другие низковспышающие топлива (IGF Code).

3. Приложения к Конвенции МАРПОЛ (Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов).

4. Коробков Д. С., Ломакин В. В. Перспективы применения водорода в качестве судового топлива // Транспорт на альтернативном топливе. – 2022.

5. Zarenezhad Ashkzari A., Mobasheri R., Seif M.S. Comparative energy and environmental assessment of diesel, hybrid-electric, and fuel cell marine powertrains // International Journal of Hydrogen Energy. – 2025.

6. Roy R. Comparative techno-environmental analysis of grey, blue, green/yellow and pale-blue hydrogen production // International Journal of Hydrogen Energy. – 2025.

7. Судовая, отрасль Будущее водородного судоходства: технологии, перспективы и вызовы / отрасль Судовая. — Текст : электронный // РОССТИП : [сайт]. — URL: <https://rosstip.ru/news/7518-budushchee-vodorodnogo-sudokhodstva-tekhnologii-perspektivy-i-vyzovy> (дата обращения: 12.05.2026).

