



УДК 629.124

АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ТАНКЕРНОГО ФЛОТА



ANALYSIS AND PROSPECTS OF THE USE OF LIQUEFIED NATURAL GAS AS FUEL FOR THE TANKER FLEET

Попов Сергей Анатольевич

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет
sa_popov@inbox.ru

Ивашкин Илья Ильич

аспирант,
Кубанский государственный
технологический университет
warmuru@mail.ru

Елфимов Михаил Александрович

аспирант,
кафедры электротехники
и электрических машин,
Кубанский государственный
технологический университет
elfimovma@mail.ru

Асташов Максим Александрович

аспирант,
Кубанский государственный
технологический университет
i.am.jlaku@gmail.com

Попова Светлана Валентиновна

аспирант,
Кубанский государственный
технологический университет
s.sv23@mail.ru

Восоров Георгий Юрьевич

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
g.vosorov2013@yandex.ru

Аннотация. В статье описаны причины, по которым необходимо отказаться от использования мазута и перейти на сжиженный природный газ, приведены основные преимущества и недостатки использования его в качестве основного топлива на танкерном флоте. Проведена оценка количества выбросов при сгорании различных видов топлива в окружающую среду.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, сжиженный природный газ, танкерный флот, количество выбросов, скрубберы.

Popov Sergey Anatolyevich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban state technological university
sa_popov@inbox.ru

Ivashkin Ilya Ilich

Graduate student,
Kuban state technological university
warmuru@mail.ru

Elfimov Mikhail Alexandrovich

Graduate student,
Kuban state technological university
elfimovma@mail.ru

Astashov Maksim Aleksandrovich

Graduate student,
Kuban state technological university
i.am.jlaku@gmail.com

Popova Svetlana Valentinovna

Graduate student,
Kuban state technological university
s.sv23@mail.ru

Vosorov Georgy Yurievich

Graduate student,
Kuban state technological university
g.vosorov2013@yandex.ru

Annotation. This article describes the reasons why it is necessary to abandon the use of common fuel oil and switch to liquefied natural gas, the main advantages and disadvantages of using it as the main fuel in the tanker fleet are presented. Estimation of the amount of emissions from the combustion of various types of fuel into the environment.

Keywords: alternative energy, liquefied natural gas, tanker fleet, emissions, scrubbers.

Новые экологические требования Международной морской организации (ИМО или ММО) приняты в январе 2020 года и предполагают снижение содержания серы в топливе с 3,5 % до 0,5 % [1]. Это делается в первую очередь для снижения выбросов в одном из самых «загрязненных»



секторов мировой экономики – судоходном. Участники этого рынка – судоходные компании, нефтяные трейдеры, переработчики и энергетические компании уже претерпевают глобальные изменения. Большинство из них переходят на закупку мазута с низким содержанием серы, что ведет к большим капиталозатратам. Но все эти изменения – это лишь начало большой и неизбежной экологической реформы в судовой отрасли. Начиная с 2020 года, судовладельцы обязаны действовать в рамках масштабного плана по снижению выбросов парниковых газов как минимум на 50 % к 2050 году (в сравнении с уровнем 2008 года). В таблице 1 приведено количество выбросов в окружающую среду при сгорании основных видов судоходного топлива.

Таблица 1 – Количество выбросов при сгорании топлива

Тип топлива	Количество выбросов г/кВт·ч			
	SO _x	NO _x	CO ₂	Твердые частицы
Мазут (3,5 % серы)	13	9–12	580–630	1,5
Морское дизельное топливо (0,5 % серы)	2	8–11	580–630	0,25–0,5
Очищенное дизельное топливо (0,1 % серы)	0,4	8–11	580–630	0,15–0,25
Природный газ (сжатый или сжиженный)	0	2	430–480	0

Одним из решений является применение скрубберов – устройств, используемых для очистки твёрдых или газообразных сред от примесей в различных химико-технологических процессах. Скрубберы лидируют в подготовительной гонке технологий, так, например, к октябрю 2019 года 3 023 судна были оборудованы скрубберами или заказали их установку. Однако в лиге альтернативных видов топлива на первом месте находится сжиженный природный газ (СПГ). По состоянию на февраль 2019 года в мире эксплуатировалось 143 судна, работающих на СПГ, и еще 135 находилось в стадии постройки. На рисунке 1 видно, что количество судов на СПГ растет с каждым годом.

Для использования сжиженного природного газа в судовом двигателе необходимо умеренное количество модификаций. Несмотря на это, существует целый ряд преимуществ и недостатков двигательной установки на СПГ.

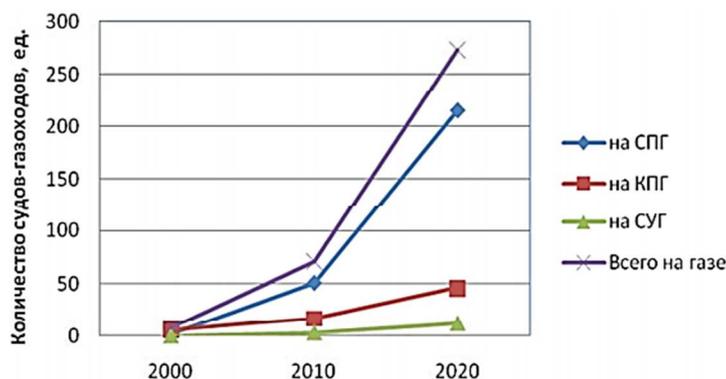


Рисунок 1 – Количество судов на СПГ в мире

Плюсами СПГ в качестве топлива являются: сжиженный природный газ – самое чистое топливо, поскольку производит наименьшее количество парниковых газов; он используется в качестве топлива для судов с начала 2000-х годов, поэтому технология уже достаточно отработана, и на рынке существует множество поставщиков; кроме того, стоимость СПГ сопоставима с ценой традиционного горючего. Сжиженный природный газ пока не может конкурировать с мазутом, но, в отличие от других альтернативных видов топлива, СПГ станет полноценной заменой нефти в ближайшем будущем. По оценкам экспертов, доля СПГ достигнет 23 % в общем объеме судового топлива к 2050 году (сейчас она около 0,3 %).

Поршневые двигатели, газовые турбины и расходные материалы к ним, а также специальные криогенные топливные системы для СПГ производятся в промышленных масштабах, что делает их доступными для потребителя.

Сжиженный природный газ имеет и недостатки: он имеет более высокую удельную энергоёмкость по сравнению с мазутом, его энергоёмкость на единицу объема составляет всего 43 % от высокосернистого мазута, поэтому топливные баки занимают в 3–4 раза больше места по сравнению с судами, работающими на традиционном горючем [2]; длительное нежелание внедрять двигатели на СПГ



топливе в судоходную отрасль было частично связано с логистическими трудностям; сжиженный природный газ для судовых двигателей по-прежнему можно найти лишь в ограниченном количестве портов по всему миру, что не устраивает большинство игроков. Зачастую суда имеют длинные маршруты, в которых следующий пункт не определен заранее, а значит, топливо должно быть доступно в любом порту. Поэтому часто компании занимают выжидательную позицию относительно новых технологий.

Сжиженный природный газ становится все более популярным видом топлива в судоходстве, особенно в зонах особого контроля за выбросами серы с судов. Россия также имеет планы по созданию собственного флота на СПГ и соответствующей береговой инфраструктуры.

В России пионером в деле эксплуатации танкерного флота на СПГ является ПАО «Совкомфлот», которое в течение трех последних лет ведет работу по переводу судов на газомоторное топливо. В сентябре 2015 года «Совкомфлот» и «Shell» приступили к реализации сложного проекта с целью внедрения СПГ в качестве топлива для крупнотоннажных танкеров. В апреле 2017 года эти компании подписали соглашение об обеспечении крупнотоннажных танкеров нового поколения сжиженным природным газом в качестве судового топлива, а уже в феврале 2018 года заключили долгосрочные тайм-чартерные соглашения на эксплуатацию двух танкеров типоразмера Aframax (дедвейтом 114 000 тонн) с двухтопливными двигателями.

Опыт эксплуатации танкеров на основе СПГ, полученный ПАО «Совкомфлот», также востребован и российскими судостроителями. В 2018 году ПАО «Совкомфлот» подписал пакет соглашений с компанией «Роснефть» о размещении заказа на строительство серии из двух судов нового поколения на газомоторном топливе на ССК «Звезда» с последующим отфрахтованием этих судов «Роснефти».

DAMEN Shipyards приступила к строительству танкеров-бункеровщиков на основе СПГ в октябре 2018 года. Предполагается использовать их на Балтике. Бункеровщик данного проекта LGC 6000 LNG. Вместимость двух танков до 6 тыс. куб. м и длиной 100 м. Готовое судно планируется передать заказчику «Eesti Gaas» в эксплуатацию к сентябрю 2020 года.

Данная концепция использования СПГ на танкерном флоте дает широкие перспективы внедрения гибридных систем энергоснабжения с использованием возобновляемых источников энергии, которые могут комплексно работать с СПГ и сокращать количество дозаправок. Применение альтернативных мероприятий положительно отразится как на энергетической, так и на экологической безопасности российского танкерного флота и энергетики в целом [3–11].

Литература

1. Международный кодекс постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом (Кодекс МКГ). С изм. 2016.
2. Костылев И.И., Овсяников М.К. Морская транспортировка сжиженного газа : учеб-теорит. изд. – СПб. : Изд-во ГМА им. адм С.О. Макарова, 2009. – 304 с.
3. Попов С.А. [и др.]. Электромашинный ветро-солнечный преобразователь : Технические и технологические системы // Материалы десятой международной научной конференции «ТТС-17» (22–24 ноября 2017 года); ФГБОУ ВО «КубГТУ», КВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – С. 78–82.
4. Попов С.А. [и др.]. Обоснование применения гибридных ветро-солнечных энергоустановок на основе электромеханических преобразователей // Современные электротехнические и информационные комплексы и системы. – Армавир : АМТИ, 2019. – С. 76–79.
5. Черкасский П.А., Попова С.В., Асташов М.А. Повышение эффективности работы распределительной сети путём применения альтернативных подходов // Современные электротехнические и информационные комплексы и системы. – Армавир : АМТИ, 2019. – С. 115–117.
6. Патент № 171597 (РФ) Электромашинный ветро-солнечный преобразователь / С.А. Попов. – Оpubл. 07.06.2017 г. – Бюл. № 16.
7. Патент № 2629017 (РФ) Гибридная аксиальная электрическая машина-генератор / С.А. Попов, М.С. Попов. – Оpubл. 24.08.2017 г. – Бюл. № 24.
8. Патент № 2633376 (РФ) Гибридный аксиальный ветро-солнечный генератор / С.А. Попов, М.С. Попов. – Оpubл. 12.10.2017 г. – Бюл. № 29.
9. Патент № 2633377 (РФ) Гибридная электрическая машина – генератор / С.А. Попов, М.С. Попов, А.И. Михед. – Оpubл. 12.10.2017 г. – Бюл. № 29.
10. Патент № 2639714 (РФ) Ветро – солнечный генератор со сдвоенным ротором / С.А. Попов. – Оpubл. 22.12.2017 г. – Бюл. № 36.
11. Патент № 2643522 Гибридный ветро-солнечный генератор / С.А. Попов, М.С. Попов – Оpubл. 02.02.2018 г. – Бюл. № 4.

References

1. International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (ICG Codex). Rev. 2016.
2. Kostylev I.I., Ovsianikov M.K. Marine Transportation of Liquefied Gas : study-theory. ed. – SPb. : S.O. Makarov GMA Publishing House, 2009. – 304 p.



3. Popov S.A. [et al.]. Electromechanical wind-solar converter : Technical and technological systems // Materials of the Tenth International Scientific Conference «TTS-17» (November 22–24, 2017); FSBOU VO «KubGTU», АК. Serov KVWAUL. – Krasnodar : Publishing House – South, 2017. – P. 78–82.
4. Popov S.A. [et al.]. Justification of hybrid wind-solar power installations based on the electromechanical converters // Modern electrotechnical and information complexes and systems. – Armavir : AMTI, 2019. – P. 76–79.
5. Cherkasskiy P.A., Popova S.V., Astashov M.A. Distribution network operation efficiency increase by means of the alternative approaches application // Modern electrotechnical and information complexes and systems. – Armavir : AMTI, 2019. – P. 115–117.
6. Patent № 171597 (RF) Electromechanical wind-solar converter / S.A. Popov. – Publication 07.06.2017. – Bulletin № 16.
7. Patent № 2629017 (RF) Hybrid axial electric machine generator / S.A. Popov, M.S. Popov. – Publication 24.08.2017. – Bulletin № 24.
8. Patent № 2633376 (RF) Hybrid axial wind-solar generator / S.A. Popov, M.S. Popov. – Publication 12.10.2017. – Bulletin № 29.
9. Patent № 2633377 (RF) Hybrid electric machine – generator / S.A. Popov, M.S. Popov, A.I. Mikhed. – Publication 12.10.2017. – Bulletin № 29.
10. Patent No. 2639714 (RF) Wind – solar generator with twin rotor / S.A. Popov. – Publication 22.12.2017. – Bulletin № 36.
11. Patent № 2643522 Hybrid wind-solar generator / S.A. Popov, M.S. Popov – Publication 02.02.2018. – Bulletin № 4.