Газотопливные суда и инфраструктура бункерного СПГ: текущее состояние и перспективы стандартизации

главный технолог управления
ПАО «Газпром»
А.М. Луцкевич

Газотопливное судоходство и СПГ-бункеровочная инфраструктура: кризис внедрения

Развитие газотопливного судоходства, не смотря на ряд очевидных преимуществ, сдерживается рядом проблем, в т.ч. неразвитостью СПГ-бункеровочной инфраструктуры и недостаточным развитием нормативной базы. В то же время развитие СПГ-бункеровочной инфраструктуры сдерживается недостаточным спросом на бункерный СПГ (из-за недостаточного развития газотопливного судоходства) и недостаточным развитием нормативной базы.

Основные проблемы развития газотопливного судоходства:

- Особенности СПГ как бункерного топлива;
- Недостаточное развитие СПГ-бункеровочной инфраструктуры;
- Недостаточное нормативное обеспечение;
- Недостаточное предложение специализированного оборудования;
- Недостаток опыта.

Основные проблемы развития СПГ-бункеровочной инфраструктуры:

- Особенности СПГ как бункерного топлива;
- Недостаточное развитие клиентской базы (газотопливного судоходства);
- Недостаточное нормативное обеспечение;
- Недостаточное предложение специализированного оборудования;
- Недостаток опыта.

Недостаточное развитие нормативной базы – одна из основных причин, сдерживающих во всём мире развитие как газотопливного судоходства, так и его бункеровочной инфраструктуры.

Области применения нормативной базы по тематике газотопливного судоходства и СПГ-бункеровки

Нормативная база должна регламентировать, как минимум:

- Этапы жизненного цикла газотопливных судов;
- Этапы жизненного цикла СПГ-терминалов и иных объектов инфраструктуры газотопливного судоходства;
- Транспортировку СПГ (доставка до объекта / места бункеровки);
- Процесс СПГ-бункеровки газотопливного судна и проведения смежных операций;
- Требования к бункерному СПГ, расходным материалам, комплектующим изделиям;
- Технологические решения, интерфейсы, протоколы информационного обмена;
- Организационно-технические решения, менеджмент качества, управление безопасностью, стандартные процедуры, методическое обеспечение для разработки типовых инструкций и документов;
- Организационно-методическое обеспечение подготовки и дипломирования специалистов, допускаемых к непосредственному участию в этапах жизненного цикла газотопливных судов и обеспечивающей инфраструктуры, в т.ч. к несению вахт.

Иерархия уровней международного регулирования газотопливного судоходства и СПГ-бункеровки

Стандарты формируют доказательную базу нормативных документов различных уровней, чем определяют как качество отдельных нормативных документов, так и развитие нормативной базы в целом.

Нормативные документы по тематике газотопливного судоходства и СПГ-бункеровки: ИМО и ЕС

Обязательные для исполнения и рекомендательные международные конвенции, кодексы, резолюции, протоколы, циркуляры и рекомендации ИМО:

- Международная конвенция по предотвращению загрязнения моря с судов (МАРПОЛ 73/78)/ International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78)
- Международная конвенция по охране человеческой жизни на море (СОЛАС 74)/ International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74)
- Международный кодекс безопасности судов использующих газы и другое топливо с низкой температурой воспламенения (Кодекс МГТ) / International Code of Safety for Ships Using Gases or Other Low-Flashpoint Fuels (IGF Code)
- Международный кодекс постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом (Кодекс МКГ) (последние изменения введены в действие с 1 января 2016 г.)/ The International Code of the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code)
- Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несению вахты (Конвенция ПДНВ)/The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW)

Обязательные для исполнения (в пределах юрисдикции) нормативные документы ЕС:

- Правила функционирования портов ЕС/ EU Ports Regulation (EU) 2017/352
- Директива по сокращению вредных выбросов оксидов серы на территории ЕС / EU Sulphur Directive 2016/802/EU
- Директива создания инфраструктуры альтернативных топлива на территории ЕС/EU Alternative Fuel Infrastructure Directive 2014/94/EU
- Директива о гармонизации законодательства государств-членов, касающегося оборудования и защитных систем, предназначенных для использования во взрывоопасных средах на территории ЕС/Directive 2014/34/EU on the harmonization of the laws of the Member States relating to equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres
- Директива по оценке экологического влияния/ Environmental Impact Assessment Directive 2011/92/EU

Нормативные документы по тематике газотопливного судоходства и СПГ-бункеровки: МАКО и входящие в него классификационные общества

Международная ассоциация классификационных обществ (МАКО) (International Association of Classification Societies, IACS) – международное объединение классификационных обществ с целью выработки единых (сопоставимых) стандартов и правил в отношении обеспечения безопасности морских перевозок.

Деятельность МАКО направлена на унификацию классовых правил классификации, обмера, постройки, эксплуатации и ремонта морских судов, используемых в судостроении материалов, снабжения морских судов техническими средствами и т.п.

МАКО является главным советником ИМО по техническим вопросам.

Правила и руководства МАКО и входящих в него классификационных обществ, обязательные при присвоении судну класса:

- **Руководство к энергетическим установкам для судов на газомоторном топливе/Guide for propulsion and auxiliary systems for gas-fueled ships (2011, ред. 2014)**
- **Руководство для судов, переходящих на СПГ Guide for LNG fuel ready vessels (2014, ред. 2017)**
- **Исследование СПГ бункеровки для Северной Америки/ABS 2nd Edition NA LNG Bunkering Study for NA**
- **СПГ бункеровка: техническое и операционное сопровождение/LNG Bunkering: Technical and Operational Advisory**
- **Руководство по СПГ бункеровке/NI 618 Guidelines on LNG bunkering (2014)**
- **СПГ-бункеровщик/NR 620 LNG Bunkering Ship (2015)**
- **Суда на газомоторном топливе/NR 529 Gas Fuelled Ships (2017)**
- **Руководство по переходу на СПГ топливо/NI654 Guidelines on conversion to LNG as fuel (2019)**
- **Правила для судов на СПГ/Rules for natural gas fueled ships (2013, ред. 2017)**
- **Правила для СПГ-бункеровщиков/Rules for Liquefied Natural Gas Bunkering Vessel (2015)**
- **Руководство для судов на природном газе/ Guidelines for Natural Gas**
- **Классификационные правила/DNV rules for classification of ships concerning LNG (188 документов)**
- **Стандарты/DNV Standards (110 документов)**

Стандарты ИСО / МЭК
по тематике газотопливного судоходства и СПГ-бункеровки

- ISO/TS 16901:2015 Руководство по оценке риска при проектировании береговых установок для производства сжиженного природного газа, включая порядок взаимодействия берег-судно / ISO/DTS 16901:2015 - Guidance on performing risk assessment in the design of onshore LNG installations including the Ship/Shore interface
- EN ISO 16903:2015 Характеристики СПГ, влияющие на конструкцию и выбор материалов - EN ISO 16903 :2015 Characteristics of LNG, influencing the design, and material selection
- EN ISO 16904:2016 Проектирование и испытания морских линий передачи СПГ для обычных наземных терминалов /EN ISO 16904:2016 Design and testing of LNG marine transfer arms for conventional onshore terminals
- ISO/TS 18683:2015 Руководство по системам и установкам для поставок СПГ в качестве топлива на суда/ ISO/TS 18683:2015 - Guidelines for systems and installations for supply of LNG as fuel to ships
- EN ISO 20088-1:2016- Определение устойчивости к криогенным разливам изоляционных материалов-Часть 1: жидкая фаза /EN ISO 20088-1:2016 - Determination of the resistance to cryogenic spillage of insulation materials — Part 1: Liquid phase
- EN ISO 20519:2017 - Суда и морская технология. Требования к бункеровке судов для перевозки сжиженного природного газа/ EN ISO 20519 - Specification for bunkering of liquefied natural gas fueled vessels
- ISO/TS 17177:2015 Руководящие принципы для морских интерфейсов гибридных терминалов СПГ ISO/TS 17177:2015 - Guidelines for the marine interfaces of hybrid LNG terminals
- ISO 28460:2010 Нефтяная и газовая промышленность. Установки и оборудование для сжиженного природного газа. Взаимодействия судно-берег и операции в порту / ISO 28460:2010 Standard for installation and equipment for LNG – Ship to shore interface and port operations
- ISO 10976:2015 Жидкости охлаждающие на основе легких углеводородов. Измерение грузов на борту судов для перевозки сжиженных природных газов/ ISO 10976:2015 Refrigerated light hydrocarbon fluids - Measurement of cargoes on board LNG carriers
- ISO 15970:2008 - Природный газ -- измерение свойств -- объемные свойства: плотность, давление, температура и фактор сжатия ISO 15970:2008 - Natural gas -- Measurement of properties -- Volumetric properties: density, pressure, temperature and compression factor
- ISO 18132-1:2011 Сжиженные газообразные топлива на основе охлажденных углеводородов и не нефтяных продуктов. Общие требования к автоматическим резервуарным датчикам уровня. Часть 1. Автоматические резервуарные датчики уровня для сжиженного природного газа на борту судов и плавучих хранилищ - ISO 18132-1:2011 Refrigerated hydrocarbon and non-petroleum based liquefied gaseous fuels -- General requirements for automatic tank gauges -- Part 1: Automatic tank gauges for liquefied natural gas on board marine carriers and floating storage
- IEC 60079-10-1:2015 Взрывоопасные среды - часть 10-1: классификация зон - взрывоопасные газовые атмосферы / IEC 60079-10-1:2015 - Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres
- ISO 20519:2017: «Суда и морские технологии. Требования к бункеровке судов, использующих сжиженный природный газ в качестве топлива» / ISO 20519:2017: Ships and marine technology - Specification for bunkering of liquefied natural gas fuelled vessels

Нормативные документы по тематике газотопливного судоходства и СПГ-бункеровки: международные неправительственные организации

Международные неправительственные организации в судоходстве – это объединения юридических и физических лиц по различным формальным признакам, чаще всего – по видам деятельности или по принципу географической общности. Организационно такие организации обычно представляют собой саморегулирующимися организации (СРО). Многие международные неправительственные морские организации выпускают собственные документы, регламентирующие те или иные вопросы, связанные с деятельностью этих организаций: рекомендации, правила и т.п. такие документы, не имея формального статуса, порой де-факто становятся стандартами в соответствующих областях деятельности.

Наиболее значимые международные неправительственные морские организации, имеющие отношение к газотопливному судоходству и СПГ-бункеровке, и выпущенные ими тематические документы:

Международная ассоциация портов и гаваней/ IAPH

Общество использования газа в качестве топлива для морских судов /SGMF

Европейское морское агентство по безопасности/ European Maritime Safety Agency (EMSA)

Общество международных операторов газовозов и терминалов/Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO)

- **Руководство по безопасности/Safety Guidelines, 2017[22]**
- **Контрольные перечни по СПГ-бункеровке МАПГ/IAPH LNG Bunkering Check-Lists**
- **Руководство по бункеровке СПГ для портовых властей и администраций, 2018 г./Guidance on LNG Bunkering to Port Authorities and Administrations, 2018**
- **Принципы обращения с сжиженным газом на судах и в терминале, 2016 г./Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals, 2016**
- **Выбор и проектирование площадок для портов и причалов СПГ, 1997/Site selection and Design for LNG Ports and Jetties, 1997**
- **Руководство по перегрузке СПГ по технологии «судно-судно», 2011 г. /LNG ship to ship transfer guideline, 2011**

Российские документы по стандартизации по тематике газотопливного судоходства и СПГ-бункеровки

В настоящее время в России действуют, как минимум, следующие документы по стандартизации, которые в той или иной мере могут быть использованы по тематике газотопливного судоходства и СПГ-бункеровки:

- ГОСТ 34294-2017 «Арматура трубопроводная криогенная. Общие технические условия»
- ГОСТ 21957-76 «Техника криогенная. Термины и определения»
- ГОСТ Р ИСО 28460-2018 «Сооружения и оборудование для сжиженного природного газа. Порядок взаимодействия судно-берег и портовые операции»
- ОСТ 26-04-2153-77 «Оборудование криогенное. Общие требования безопасности к конструкции»
- ГОСТ Р 55892 2013 «Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Общие технические требования»
- ГОСТ Р 55506-2013 «Транспорт водный внутренний. Термины и определения»
- ГОСТ Р 56400 – 2015 «Проектирование и эксплуатация терминалов сжиженного природного газа»

Кроме того, в настоящее время находятся в стадии разработки, как минимум, следующие проекты стандартов:

- ГОСТ Р «Нефтяная и газовая промышленность. Грузовые операции и бункеровка сжиженным природным газом. Термины и определения».
- ГОСТ Р «Нефтяная и газовая промышленность. Грузовые операции и бункеровка сжиженным природным газом. Общие требования».
- ГОСТ Р «Нефтяная и газовая промышленность. Грузовые операции и бункеровка сжиженным природным газом. Оборудование причалов».
- ГОСТ Р / ГОСТ Р ИСО «Суда и морские технологии. Требования к бункеровке судов, использующих сжиженный природный газ в качестве топлива»

Господдержка разработки комплекса российских документов по стандартизации в области СПГ

В настоящее время разрабатывается госпрограмма, предусматривающая разработку значительного числа (121) документов по стандартизации, регламентирующих различные аспекты производства, хранения, транспортировки, регазификации и потребления СПГ:

ПРОГРАММА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ В ОБЛАСТИ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ, НЕФТЕХИМИИ, ПЕРЕРАБОТКИ И СЖИЖЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА (В ТОМ ЧИСЛЕ ДЛЯ ПРОЕКТОВ НА ПЛАТФОРМАХ (ОСНОВАНИЯХ) ГРАВИТАЦИОННОГО ТИПА С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ ПРОИЗВОДСТВА СПГ, А ТАКЖЕ ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ТРАНСПОРТИРОВКУ СПГ СУДОВ-ГАЗОВОЗОВ).

В Программе, в т.ч., предусмотрена разработка следующих ГОСТ по тематике газотопливного судоходства и СПГ-бункеровки:

- **Суда и морские комплексы, предназначенные для производства, хранения, отгрузки, транспортировки, регазификации сжиженного природного газа или использующие его в качестве топлива. Термины и определения**
- **Суда и морские комплексы, предназначенные для производства, хранения, отгрузки, транспортировки, регазификации сжиженного природного газа или использующие его в качестве топлива. Классификация**
- **Суда и морские комплексы, предназначенные для производства, хранения, отгрузки, транспортировки, регазификации сжиженного природного газа или использующие его в качестве топлива. Сертификация, освидетельствование и технический надзор. Основные положения**
- **Суда и морские комплексы, предназначенные для производства, хранения, отгрузки, транспортировки, регазификации сжиженного природного газа или использующие его в качестве топлива. Устройства и системы, обеспечивающие контроль, отображение и документирование параметров передаваемых сжиженных охлажденных газов и режимов их отгрузки в системе судно-судно. Общие технические требования**
- **Суда и морские комплексы, предназначенные для производства, хранения, отгрузки, транспортировки, регазификации сжиженного природного газа или использующие его в качестве топлива. Общие требования безопасности**
- **Суда и морские комплексы, предназначенные для производства, хранения, отгрузки, транспортировки, регазификации сжиженного природного газа или использующие его в качестве топлива. Требования безопасности при проведении бункеровочных операций и операций малотоннажной перегрузки сжиженного природного газа.**
- **Суда и морские технологии. Система передачи бункерного сжиженного природного газа. Оборудование сухого разъединения. Технические требования**
- **Суда и морские технологии. Системы газового топлива газотопливных судов. Насос высокого давления. Процедура эксплуатационных испытаний**
- **Суда и морские технологии. Системы газового топлива газотопливных судов. Процедура эксплуатационных испытаний**
- **Суда и морские технологии. Системы и трубопроводы. Цвета идентификационные**
- **Суда и морские технологии Клапаны давления / вакуума для грузовых танков**

На основании изложенного можно сделать следующие

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ:

1) Одна из основных причин, сдерживающих развитие как газотопливного судоходства, так и его бункеровочной инфраструктуры - недостаточное развитие нормативной базы.

2) Стандарты формируют доказательную базу нормативных документов различных уровней, чем определяют как качество отдельных нормативных документов, так и развитие нормативной базы в целом.

3) В настоящее время имеющаяся в мире нормативная база по газотопливному судоходству и СПГ-бункеровке, не смотря на проделанную большую работу, недостаточна для практического применения и требует актуализации. Это справедливо и в части стандартов.

4) В мире и в России предпринимаются значительные усилия для разработки необходимых стандартов, в т.ч. обеспечивается государственная поддержка.

5) Разработка новых стандартовбудет значительно более эффективной, если в этой работе будет активно участвовать профессиональное сообщество, имеющее заинтересованность и компетенции в части газотопливного судоходства и его бункеровочной инфраструктуры.

6) Возможные формы участия: предложение тем необходимых стандартов, инициативная разработка текстов стандартов, участие в обсуждении и доработке разрабатываемых стандартов.

ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ!

ГАЗПРОМ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

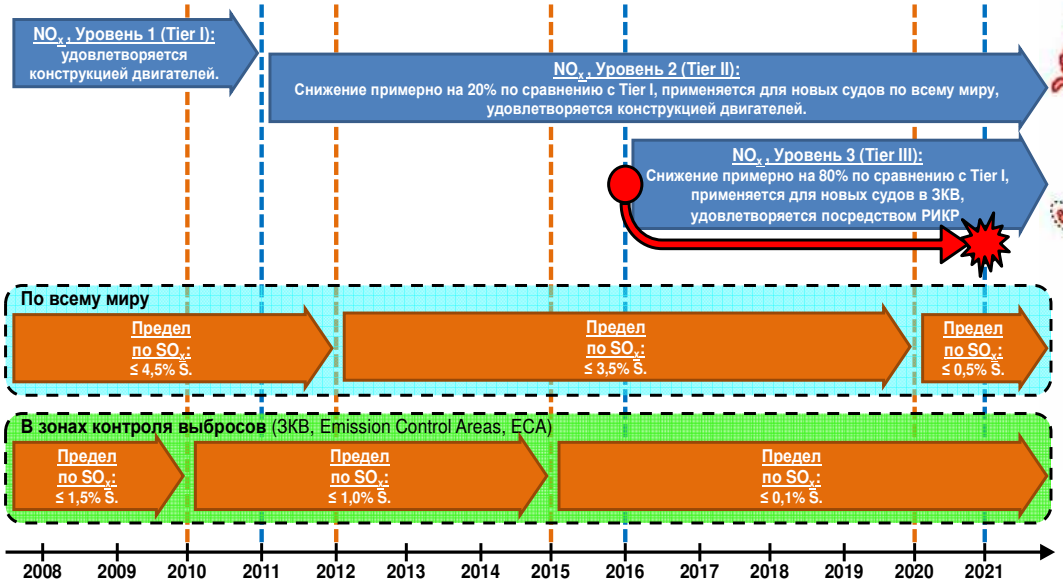
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Причины интереса к СПГ как к бункерному топливу для судов. Экологические, политические и нормативные причины.

Причины роста интереса к переводу судовых энергоустанок с жидкого топлива на СПГ

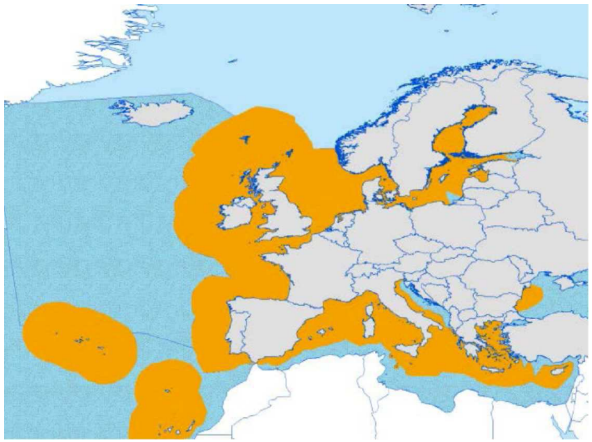
- Экологические
- Экономические
- Административные и политические
- Технические

Экологические, политические и нормативные причины



Приложением VI МК МАРПОЛ 73/78 ИМО введены ограничения на выброс оксидов серы и азота с отходящими газами судовых ЭУ, а также установлены особые районы контроля выбросов: Балтийское и Северное моря, пролив Ла-Манш, а также прибрежные воды США. Перечень таких особых районов в ближайшие несколько лет будет существенно расширен.

Морская Администрация каждой страны вправе устанавливать в своих портах ещё более жёсткие нормы. Выброс серы с любого судна при нахождении в любом порту ЕС не должен превышать 0,1% (ЕС Директива Совета N 99/32/ЕС).



Выбросы парниковых газов и способы их снижения. Способы обеспечения требуемой экологичности судна.

Снижение выбросов парниковых газов

В последниих редакциях Приложения VI МК МАРПОЛ 73/78 в главе 4 введены ограничения на выброс «парниковых газов» (т.е. CO_2) и конструктивный коэффициент энергоэффективности (EEDI), который учитывает количество CO_2, вырабатываемого ЭУ судна. Коэффициент рассматривается, как критерий оценки совершенства судна, и прямо влияет на финансовые аспекты его жизненного цикла.

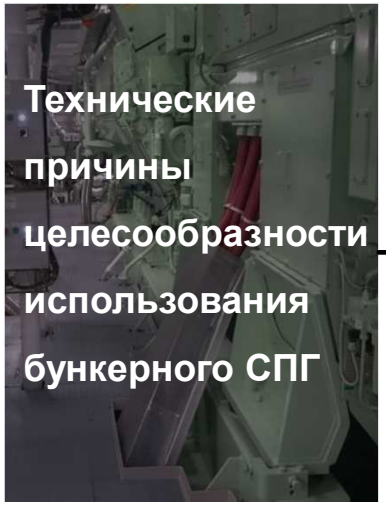
Наиболее эффективный способ снижения выбросов углекислоты с судна (на 20%) без снижения мощности энергоустановки –переход на бункерный природный газ.

Доступные способы обеспечения требуемой экологичности судна

Судно	Бункер	Доп. оборудование на судне	Недостатки	Преимущества
Судно, удовлетворяющее экологическим требованиям к составу отходящих газов ЭУ	СПГ	•Криосистема для хранения СПГ; •Газотопливные двигатели и котлы; •Сист. газоконтроля, инертизации, вентиляции.	•Снижение грузовместимости (ок.0…13%); •Ограничение автономности судна; •Недостаточная логистика бункеровки; •Более квалифицированный экипаж.	•Наилучший из возможных индекс EEDI; •Наиболее экологичное решение; •Нет доп.оборудования очистки выхлопа; •Дешевое топливо, нет расхода реагентов •Самая низкая стоимость эксплуатации;
	MGO MDO	•Реактор ИКР на каждый дизель; •Раствор мочевины (6% объема ДТ); •Система хранения раствора мочевины с вкладным танком.	•Снижение грузоподъемности (ок. 1…5%); •Ограничение режимов эксплуатации ЭУ; •Усложнение ЭУ, снижение ресурса; •Более дорогое топливо; •Более квалифицированный экипаж.	•Наиболее технически простое решение; •Наиб. логистическая обеспеченность.
	IFO LS	•Раздельные топл. сист. IFO LS и ДТ; •Реактор ИКР на каждый дизель; •Сист. хранения р-ра мочевины + р-р мочевины (6% объема ДТ);	•Снижение грузоподъемности (ок. 1…5%); •Ограничение режимов эксплуатации ЭУ; •Усложнение ЭУ, доп. топливная система; •Нестабильное по свойствам топливо; •Более квалифицированный экипаж.	•Наиб. «комфортное» реш-е для дизелей; •Лучшая обеспечен-ть комплектующими.
	IFO	•Раздельные топл. сист. IFO и ДТ; •Реактор ИКР на каждый дизель; •Сист. хр-ния р-ра мочевины + запас р-ра; •Скруббер + сист. хранения р-ра щелочи + сист. ранения отработанного р-ра.	•Сниж. гр.-подъемн. (3…15%) и остойч-ти; •Ограничение режимов эксплуатации ЭУ; •Усложнение ЭУ, доп. системы и запасы; •Недост. и дорогая логистика щелоч. р-ра; •Более квалифицированный экипаж.	•Наиболее дешевое бункерное топливо.

- Все «экологичные» суда как транспортные средства будут хуже ныне существующих «неэкологичных» судов.
- Все варианты обеспечения экологичности судна сопоставимы и имеют те или иные преимущества и недостатки.
- Судно, работающее в европейских водах, представляется более целесообразным сделать газотопливным.

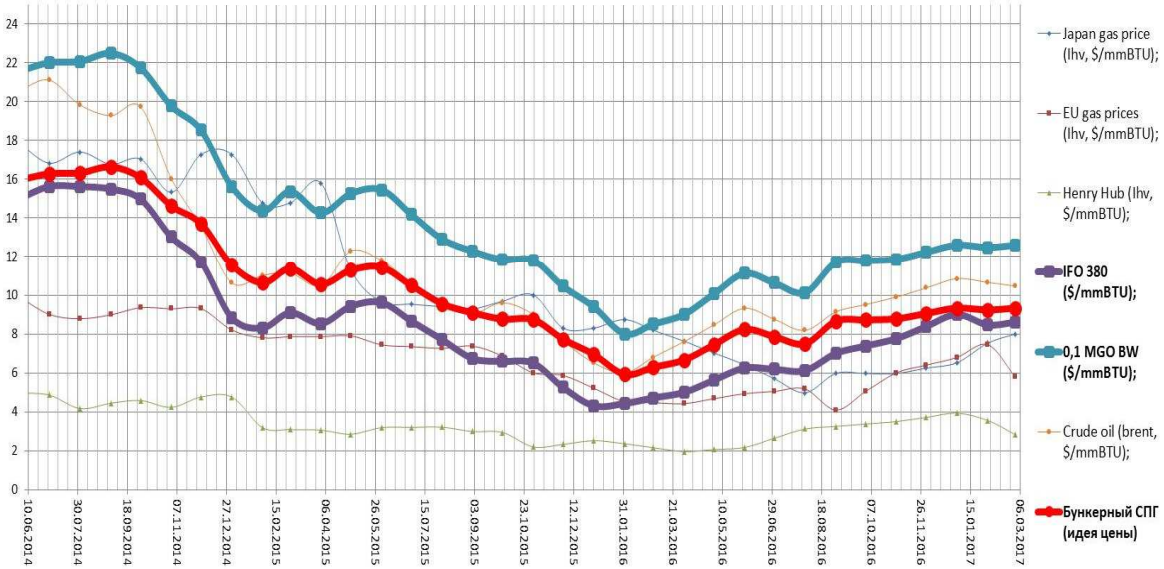
Актуальность развития газотопливного судоходства. Экономические и технические аспекты



Технические причины целесообразности использования бункерного СПГ

- Отсутствие необходимости очистки отходящих газов от SOx ввиду отсутствия серы в газовом топливе. Не нужны скрубберы и необходимых для них реагенты
- Существенное снижение содержания NOx в отходящих газах ЭУ (вдвое для 4-тактных дизелей и на 20…25% для 2-тактных). Соответствие отходящих газов требованиям по содержанию NOx, отсутствие необходимости размещения на судне реакторов избирательной каталитической реакции и необходимых для их работы химреагентов
- Практически полное отсутствие в отходящих газах твёрдых частиц, обусловленное особенностями процесса сгорания газового топлива. Отсутствие необходимости размещения на судне сажеуловителей
- Снижение примерно на 20% выбросов CO2
- Увеличение моторесурса поршневых двигателей, снижение нагарообразования

Сравнение цен на энергоносители



Цены на СПГ, доступный для бункеровки газотопливных судов, изменяются преимущественно в диапазоне между ценами на MDO и IFO, иногда выходя за его границы.

- ✓ При приближении цен на СПГ к ценам на IFO наблюдается ажиотажный интерес к СПГ и газотопливным судам.
- ✓ При приближении цен на СПГ к ценам на MDO интерес к бункерному СПГ поддерживается исключительно административными и нормативными мерами.

Газотопливные суда
и их место в современном коммерческом судоходстве

В настоящее время газотопливные суда эксплуатируются практически исключительно в европейских водах (около половины из них – во внутренних водах Норвегии) либо в водах США.

В числе указанных судов – контейнеровоз, авто-пассажирские паромы, накатные суда, суда класса Ro-Pax, суда класса Con-Ro, круизные суда, судно для перевозки цемента, замснаряд, ледокол, буксиры, буровое судно, самоподъемная буровая платформа, суда снабжения оффшорных объектов, быстроходные паромы, в т.ч. авто-пассажирские, танкера различных типов, газовозы для разных видов газов, рыболовные суда, суда обеспечения рыбных ферм, буксиры, речные суда различного назначения, ряд других.

Также можно рассматривать, как газотопливные, суда, имеющие знак символа класса «LNG-ready».

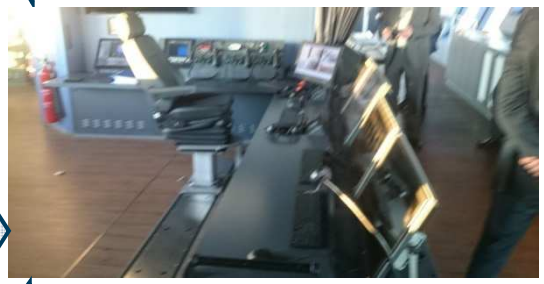
На таких судах выполнен комплекс подготовительных работ, которые обеспечивают возможность использования на них бункерного СПГ, и в дальнейшем такие суда можно будет быстро и дешево превратить в газотопливные, однако пока они работают нефтяном топливе, поэтому часть требуемого оборудования не установлена.

Начинают появляться газотопливные суда для работы на внутренних водных путях. В первую очередь – для системы Рейн-Майн-Дунай, на которую распространяются специальные экологические требования ЕС. Также ведутся работы для внутренних водных путей США и Канады. В КНР ведутся работы по использованию на таких судах компримированного газа.

Газовое и СПГ-оборудование для газотопливных судов (на примере ледокола «Polaris»)

Газотопливный ледокол «Polaris»

Система приема бункерного СПГ на борт газотопливного судна



Системы управления ЭУ

Контейнированные станции топливо-подготовки для энергоагрегатов

Системы автоматики и контроля

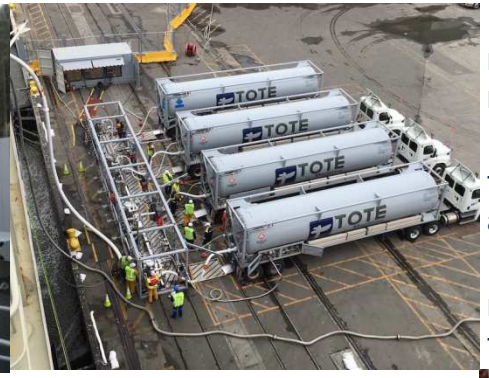
Газотопливные энергоагрегаты и котлы / подогреватели

Криотанки для хранения СПГ

Трубопроводы: для криожидкостей, а также типа «труба в трубе» для опасных сред

Системы инертизации

Инфраструктура для газотопливного судоходства – возможность получения бункерного СПГ



Существующая инфраструктура снабжения газотопливных судов бункерным СПГ характеризуется, как крайне недостаточная.

Предусматривается возможность получения газового топлива с береговых бункеровочных баз и из автотрейлеров.

Ведутся эксперименты и проработки по использованию сменных емкостей для СПГ (контейнеров, трейлеров).

На сегодня относительно длительное время находится в эксплуатации бункеровщик СПГ «Sea gas», работающий в порту Стокгольма и бункерующий АПП «Sea Grace». Судно было переоборудовано из небольшого АПП, имеет на борту емкость типа «С» вместимостью 187 м3, грузовая система упрощенного типа.

15.02.2017 г. передан заказчику первый в мире бункеровщик СПГ специальной постройки «ENGIE Zebrugge», вместимостью 5000 м3, построенный на верфи HANJIN в Пусане, Корея.

Судно работает в порту Зебрюгге и получает СПГ для бункеровки на находящемся там импортном терминале СПГ.

В течение 2017 г. заказчикам переданы еще два бункеровщика СПГ:

— Судно «Coralius» (5800 m3) для компании Skangas;
— Судно «Cardissa» (6500 m3) для компании Shell.

Кроме того, в 2018 г. газовоз ШНГ (LNG/LPG/LEG) «Coral Methane» (2009 г., 7500 м3) компании Anthony Veder переоборудован в бункеровщик СПГ.

Береговая база бункеровки СПГ газотопливных судов (типичный представитель)

Береговая база бункеровки автопассажирских паромов компании «Fjord 1»

(пригород Бергена, Норвегия).

1)…3) бункеровочный терминал; 4) криогенный шланг с фланцем; 5) счетчик СПГ; 6) пост управления бункеровкой; 7) пост учета выдачи СПГ; 8) хранилище СПГ (2 танка по 250 м^3).

Бункеровщик СПГ: требования к функциональности

Бункеровщик СПГ, независимо от типа, предназначения и исполнения, должен обеспечивать выполнение ряда функций, критичных для удовлетворения потребностей газотопливного судоходства.

Кроме того, представляется целесообразным обеспечение бункеровщику СПГ некоторой дополнительной функциональности для учёта локальных особенностей спроса.

Бункеровщик должен выполнять следующие функции:

- Принимать товарный СПГ со специализированных причалов, судов-газовозов СПГ и с автотрейлеров (внешними средствами грузообработки);
- Выдавать бункерный СПГ на ГТС и в автотрейлеры (своими средствами грузообработки);
- Принимать сдаваемый СПГ с ГТС и из иных источников;
- Принимать отпарной ПГ для утилизации / для повторного использования;
- Проводить эксплуатационное захолаживание обслуживаемых криогенных емкостей;
- Проводить первичное захолаживание обслуживаемых криогенных емкостей;
- Проводить инертизацию систем хранения ПГ азотом;
- Принимать с берега и/или вырабатывать азот для инертизации;
- Хранить запас сжатого азота на борту;
- Выдавать сжатый азот на ГТС или в иные внешние емкости.

Дополнительные требования к бункеровщику СПГ:

- Должна обеспечиваться возможность его использования в качестве фидерного газовоза СПГ (с учетом возможностей системы удержания СПГ, имеющейся на борту).
- Должна обеспечиваться возможность точного определения количества, температуры, давления и химического состава выдаваемого бункеровщиком бункерного СПГ в течение всей бункеровки.
- Может быть востребована высоконапорная регазификация СПГ на борту для выдачи на ГТС не только СПГ, но и КПГ.
- Может быть востребована выдача на обслуживаемое судно не только СПГ / КПГ, но и жидкого нефтяного топлива (в качестве запального и резервного) – нужно определиться.
- Может быть востребован приём метаносодержащих газовых смесей для утилизации.

Газотопливное судоходство сейчас и в ближайшем будущем: мифы и легенды

Распространенные мифы:

- Выполнение требований Приложения VI к МАРПОЛ помогает спасти мир от загрязнения.
- Использование газового топлива на судне необычайно опасно.
- Существует универсальное решение, которое позволит решить наилучшим образом все проблемы сразу.

Опасные заблуждения:

- Попытки сравнения стоимости и эффективности судов, на которых требования Приложения VI к МАРПОЛ выполняются на уровне Tier III, с «судами из раньше», для которых этого не требовалось. «Закономерный» вывод о дороговизне, сложности, проблемности и пониженной эффективности «экологизированных» судов. **ПРИХОДИТЕ ВЧЕРА!**
- Нежелание воспринимать с должной серьезностью проблемы, связанные с обеспечением выполнения требований Приложения VI к МАРПОЛ. Надежды на отсрочку либо отмену «неудобных» требований. **ПОСМОТРИТЕ НА АВИАЦИЮ!**
- «Эко-дружественное» судоходство «возникнет само по себе», без целенаправленной и продуманной поддержки государства. **ТО, ЧТО ВОЗНИКНЕТ, НИКОМУ НЕ ПОНРАВИТСЯ!**