

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПГ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

&

14 мая 2013 года в Сочи при участии президента России состоялось совещание о перспективах использования в России газомоторного топлива. По итогам совещания был разработан и утвержден «Перечень поручений президента РФ по вопросу расширения использования газа в качестве моторного топлива», согласно которому Правительству РФ поручено разработать комплексный план расширения использования сжиженного или сжатого природного газа (СПГ) в качестве моторного топлива, в том числе и на морском транспорте.

Х Варианты решения проблемы и их недостатки

01
2014

В соответствии с этим планом ЗАО «ЦНИИМФ» выполнило научное исследование по обоснованию технической возможности и экономической целесообразности частичного перевода судов морского флота на сжиженный природный газ (газомоторное топливо), включающее решение следующих задач: определения области применения СПГ на морском транспорте; анализа зарубежного опыта использования СПГ в качестве топлива на морском транспорте; разработки концепции технических решений газотопливных систем судов, использующих СПГ в качестве моторного топлива; выполнения экономической оценки целесообразности использования СПГ в качестве топлива на морских судах.

Актуальность исследования целесообразности использования газомоторного топлива на морских судах обусловлена планомерным ужесточением требований к содержанию оксидов серы, азота и углерода, а



СЕРГЕЙ БУЯНОВ,
генеральный директор ЗАО «ЦНИИМФ», к.э.н.



АЛЕКСАНДР БУЯНОВ,
заведующий отделом развития морского транспорта, к.э.н.



ФЕЛИКС МОРЕЙНИС,
заведующий отделом новых типов судов, к.т.н.

также твердых частиц в выбросах морских судов (Приложение VI МК МАРПОЛ). При этом наиболее жесткие требования устанавливаются для районов контроля выбросов (Emission Control Areas — ECA), к числу которых относятся Балтийское и Северное моря, прибрежные воды США и Канады, Карибское море, Средиземное море, побережье Японии, Малаккский пролив и др. Рассматривается поэтапное и порайонное введение новых экологических норм. Так, например:

- с 1 января 2015 года (сроки введения будут уточнены) в зонах

особого контроля за выбросами серы (Sulphur Emission Control Areas — SECA), в число которых входят Балтийское и Северное моря, содержание серы в судовом топливе не должно превышать 0,1% (сейчас — 1%);

- с 2020 года по всему миру будет введено ограничение на содержание серы в судовом топливе на уровне не более 0,5%;

- выброс серы при нахождении в портах Евросоюза не должен превышать 0,1-0,2%.

В сложившейся ситуации судовладельцы, операторы судов и бун-



РИСУНОК 1. ПАРОМ VIKING GRACE, РАБОТАЮЩИЙ НА СПГ

кernые компании сформировали три основных варианта решения данной проблемы:

- переход на более чистый и дорогостоящий вид топлива (дистилляты, в том числе газойль);
- использование оборудования по очистке судовых выхлопов (скрубберы);
- использование газомоторного топлива.

Каждый из указанных вариантов имеет недостатки.

Среди основных недостатков перехода судов на газойль необходимо отметить, что для части торгового флота это затруднено вследствие изношенности топливной судовой аппаратуры. Кроме того, цена на газойль имеет тенденцию к росту, которая будет усиливаться с увеличением спроса на этот вид топлива.

Основными недостатками скрубберов (устройство, используемое для очистки твердых и газообразных сред от примесей в различных химико-технологических процессах) являются: большие размеры и вес устройства, что позволяет их использовать только на крупногабаритных судах; высокая стоимость устройства. Требуется техническое решение по системе сепарации и снижению веса устройства.

Основными факторами, огра-

ничивающими использование СПГ в качестве моторного топлива на судах, являются:

- отсутствие береговой инфраструктуры для поставки и хранения СПГ;
- приспособление к работе на газе главных двигателей и энергетической установки;
- дополнительная кубатура для хранения бункера СПГ на судне;
- создание специальных газотопливных систем;
- необходимость переподготовки плавсостава судна.

Тем не менее в мире на газомоторном топливе работают уже 38 судов-негазовозов: автомобильно-пассажирские паромы (20 ед.), суда обеспечения буровых платформ (12 ед.), химовозы (1 ед.), ролкеры (1 ед.), сухогрузы (1 ед.), патрульные суда (3 ед.).

По данным DNV, на июль 2013 г. заказаны 30 судов, использующих СПГ в качестве второго топлива для главных двигателей: 5 паромов, 7 судов обеспечения буровых платформ, 4 буксира, 4 судна Ro-Ro, 3 пассажирских ролкера, 2 контейнеровоза, 2 газовоза, 1 судно для генеральных грузов, 1 портовое судно и 1 патрульный катер.

В целом это обусловлено тем, что газомоторное топливо позво-

ляет полностью исключить выброс окислов серы и твердых частиц, снизить на 90% выбросы окислов азота и на 30% уменьшить выбросы углекислого газа.

Концепция ЗАО «ЦНИИМФ»

Для того чтобы перевод судов на газомоторное топливо позволил выполнить международные экологические стандарты без экономического ущерба для российских судовладельцев, специалистами ЗАО «ЦНИИМФ» разработана общая концепция технических решений газотопливных систем судов, использующих СПГ в качестве моторного топлива.

Концепция содержит технические решения по следующим объектам: тип энергетической установки, тип и размещение цистерн хранения СПГ, способ обеспечения взрывобезопасности машинного отделения, система бункеровки СПГ.

Типы энергетических установок, на которых целесообразно использование СПГ в качестве топлива

На основе анализа зарубежного опыта использования газомоторного топлива (действующие и перспективные проекты судов) установлено, что газомоторное топливо может использоваться в пяти типах судовых энергетических установок: дизель-

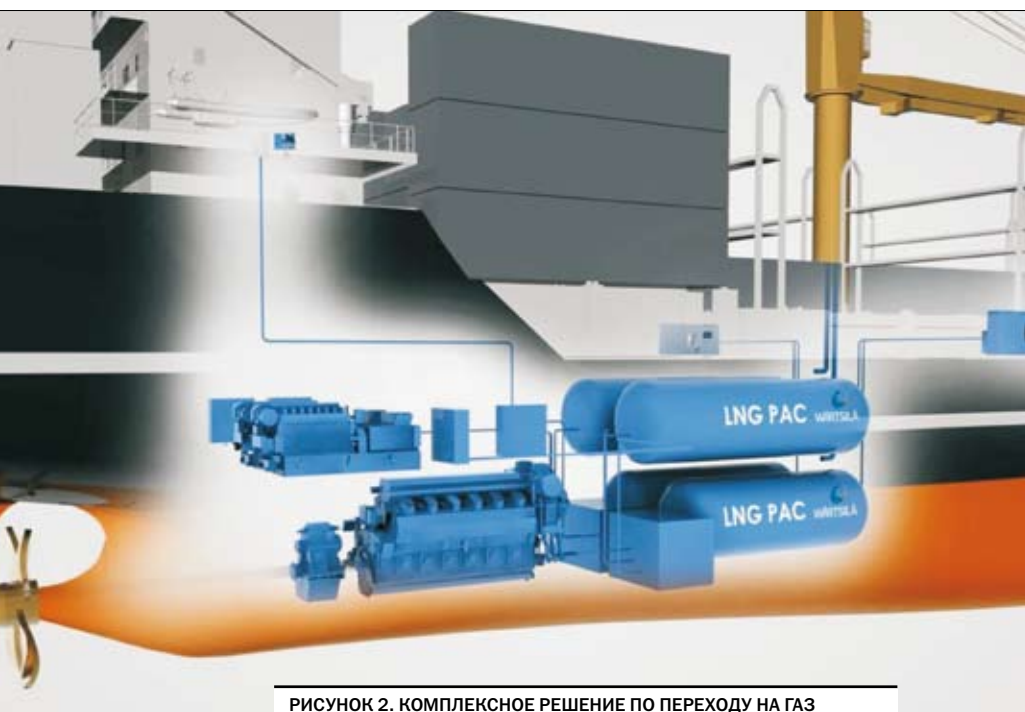


РИСУНОК 2. КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПО ПЕРЕХОДУ НА ГАЗ КОМПАНИИ WÄRTSILÄ (источник: www.wartsila.com)

ных (четырёхтактных, двухтактных и газовых), газовых и паровых турбинах.

Практически все зарубежные морские транспортные суда последних лет постройки, работающие на СПГ, имеют четырёхтактные дизельные установки с впрыскиванием для зажигания дизельного топлива в качестве пилотного в количестве около 1% — так называемые двухтопливные среднеоборотные дизели. Наиболее распространены четырёхтактные дизели фирмы Wärtsilä (модели 20DF, 34DF и 50DF).

Тип и размещение цистерн для хранения СПГ

Для размещения запасов СПГ на судне возможно использование всех типов цистерн, применяемых на газовозах (мембранные, вкладные цистерны и призматические вкладные цистерны типа SPB). В настоящее время в основном используются вкладные цистерны типа С.

Компания Wärtsilä разработала системы стандартных ёмкостей LNG Pac, включающих цистерны для СПГ с оборудованием, изолированными трубопроводами, системой контроля, системой регазификации.

Также разработкой цистерн для хранения СПГ занимается компания Chart Ferox (Норвегия). Имеются

российские аналоги систем хранения СПГ в стандартных контейнерах-цистернах в размере 40' контейнера вместимостью 27 м³ (контейнер-цистерна КЦМ-35/0,6 производства ОАО «Уралкриомаш»). В этом случае бункеровка производится с помощью погрузки краном сменяемых контейнеров-цистерн.

Сжиженный газ загружается в эти ёмкости при атмосферном давлении и температуре -163°C. Затем в цистерну подаётся некоторое количество специально регазифицированного газа, и за счёт этого давление повышается до 5-6 бар и понижается температура кипения до -135°C. При таких параметрах груз может храниться без существенного испарения несколько недель при традиционной системе теплоизоляции.

Ёмкости для хранения газового топлива как в сжиженном, так и в сжатом виде могут размещаться непосредственно на открытой палубе судна или в специальных закрытых помещениях в корпусе судна.

Способ обеспечения взрыво- и пожаробезопасности машинного отделения

Классификационные общества допускают два способа обеспечения взрыво- и пожаробезопасности ма-

шинного отделения: газобезопасное и газоопасное.

При газобезопасном способе единственный отказ газосодержащего оборудования не приводит к созданию взрывоопасной концентрации.

В газобезопасном машинном отделении выполняются следующие мероприятия: трубопроводы газового топлива размещаются внутри каналов, заполняемых инертным газом или вентилируемых постоянно; внутри канала электрооборудование имеет взрывобезопасное исполнение; внутри канала контролируются утечки газа и при наличии их подача газового топлива прекращается.

Этот способ обеспечения взрывобезопасного машинного отделения предусматривается в Кодексе постройки газовозов IGC.

При газоопасном способе единственный отказ газосодержащего оборудования приводит к появлению взрывоопасной концентрации. В связи с этим выполняются следующие меры: машинное отделение непрерывно вентилируется; всё оборудование имеет взрывозащищённое исполнение; ведётся контроль концентрации газа и при появлении утечки прекращается подача газа, останавливаются все источники воспламенения, включая главный двигатель.

Учитывая, что отключение двигателя может привести к аварийной ситуации, в шторм, при маневрировании, при ходе в узкостях предпочтительным является первый способ обеспечения взрывобезопасности машинного отделения — газобезопасный.

Система бункеровки СПГ

В практике используются следующие варианты бункеровки судна СПГ: «судно — судно», «автоцистерна — судно», «терминал — судно через трубопровод».

Выбор варианта бункеровки СПГ определяется несколькими факторами: непосредственной близостью от месторождения/трубопровода, существующей инфраструктурой порта, типом судна



РИСУНОК 3. БУНКЕРОВКА СПГ «СУДНО – СУДНО» (источник: www.motorship.com)

и необходимым (потребляемым) объемом бункера СПГ.

Вариант «судно – судно» рекомендуется для судов с объемом бункера свыше 100 м³. Бункеровку возможно выполнять у причала или на внешнем рейде с ограничениями по ледовым и навигационным условиям.

Основные достоинства этого варианта бункеровки: возможность бункеровки судов как у причала, так и на рейде; меньшие затраты времени транспортных судов (отсутствие необходимости перехода к специализированным терминалам); большие объемы бункеровки.

Второй вариант бункеровки подходит для судов с объемом бункера до 200 м³ и является самым экономичным по объему инвестиций, но требует наибольших затрат времени на бункеровку, которая осуществляется в 3-4 подхода автоцистерны, что обусловлено стандартной вместимостью грузовых автоцистерн от 40 до 80 м³.

Для варианта «автоцистерна-судно» и «терминал-судно» необходимо не только создание инфра-

структуры, но и внесение изменений в технические условия, регламентирующие требования по месторасположению емкостей для хранения СПГ в порту.

В настоящее время наиболее распространен способ бункеровки с использованием автоцистерн.

Что выгоднее?

Составной частью концепции является экономическое обоснование целесообразности использования СПГ в качестве моторного топлива для основных типоразмеров судов транспортного и обеспечивающего флота.

На основании эксплуатационных показателей работы и бюджета постоянных и переменных затрат были определены основные экономические показатели работы расчетных судов за год при использовании в качестве моторного топлива СПГ и газойля (MGO).

Сравнительный анализ по типу судна, виду топлива и протяженности линии эксплуатации судна должен показать:

- насколько целесообразно ис-

пользование СПГ в качестве моторного топлива;

- для каких типов судов это наиболее эффективно;
- на каких линиях и при какой цене на СПГ эксплуатация с использованием газомоторного топлива является рентабельной.

Были выбраны различные типы судов и районы их эксплуатации, наиболее востребованные рынком в настоящее время и в перспективе:

- скоростной автомобильно-пассажирский железнодорожный паром для линии Усть-Луга – Балтийск;
- контейнеровоз вместимостью 4000 TEU для линии Усть-Луга – Гамбург – Роттердам – Антверпен;
- танкер дедвейтом 100 тыс. тонн для вывоза газового конденсата из порта Сабетта в порт Роттердам;
- танкер-челнок дедвейтом 16 тыс. тонн для вывоза газового конденсата из порта Сабетта в порт Мурманск;
- судно обеспечения типа «Витус Беринг» для работы на линии Пригородное – Кириновское месторождение (проект «Сахалин-3»);



РИСУНОК 4. БУНКЕРОВКА СПГ В ПОРТУ ГАМБУРГ (источник: www.portstrategy.com)

• ледокольный буксир для работы в акватории порта Сабетта.

Выбранные направления: Усть-Луга – Балтийск, Усть-Луга – Гамбург – Роттердам – Антверпен, Сабетта – Мурманск, Сабетта – Роттердам частично

проходят в зоне контроля выбросов, что в соответствии с будущими экологическими требованиями определяет необходимость использования в качестве моторного топлива газойля или СПГ либо установку скрубберов.

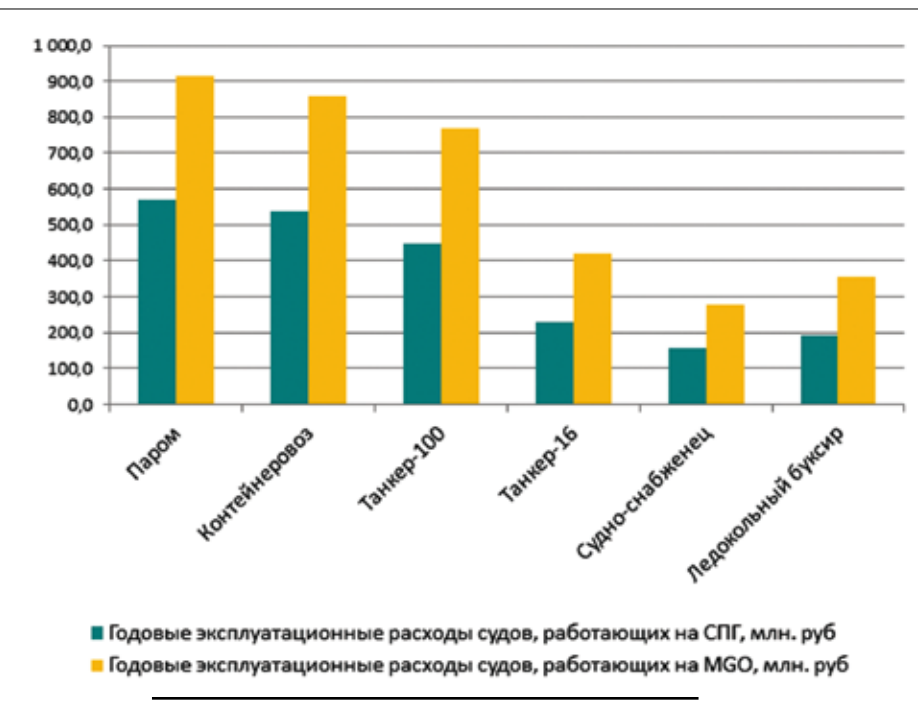


РИСУНОК 5. СРАВНЕНИЕ ГОДОВЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ СУДОВ, РАБОТАЮЩИХ НА СПГ И MGO

В качестве экономических показателей были рассчитаны:

- рейсовые расходы и годовые расходы по содержанию судна в эксплуатации;
- доходы от перевозки грузов и пассажиров;
- годовой финансовый результат.

Для экономической оценки целесообразности перехода морских судов на газовое топливо были рассчитаны следующие показатели:

- дополнительные инвестиции для перехода морских судов на газовое топливо (увеличение строительной стоимости);
- экономия годовых эксплуатационных расходов при работе судов на газовом топливе;
- срок окупаемости инвестиций для перехода на газ за счет экономии эксплуатационных расходов.

Анализ полученных результатов показал, что эксплуатация судов, использующих газомоторное топливо, экономически более выгодна, чем эксплуатация судов на MGO (850-900 долл./т). При этом максимальное снижение расходов приходится на короткие линии и линии средней дальности.

Таким образом, СПГ при расчетной стоимости 450 долл./т становится привлекательной альтернативой традиционному топливу для судов, эксплуатирующихся в районах контроля выбросов (ЕСА) и в непосредственной близости от мест добычи и транспортировки газа, а также возможных бункеровочных баз, как с технической, так и с экономической стороны. Однако стоит учитывать, что в настоящее время отсутствует нормативно-правовая база для реализации подобных проектов и для осуществления бункеровки газомоторным топливом, отсутствует также и необходимая инфраструктура.

Безусловно, рентабельность работы судов определяется главным образом ценой топлива. Так как цена СПГ как бункерного топлива в настоящее время не определена, необходимо иметь в виду: когда СПГ станет одним из видов моторного топлива, его цена изменится под действием законов спроса и предложения. **МФ**