



Применение сжиженного природного газа как топлива на водном транспорте. Опыт подготовки специалистов для работы на пассажирских судах с главной энергетической установкой, работающей на сжиженном природном газе

08 декабря 2021 г.



Быть всегда первым и легко и и тяжело.

Легко - потому что ты первый, а тяжело, потому, что нужно постоянно доказывать своё первенство.

1	Свойства СПГ	3
2	История использования СПГ на судах	13
3	Двигатели для СПГ	35
4	Организация подготовки членов экипажа речного пассажирского прогулочного экскурсионного теплохода проекта 03622 «Чайка» на сжиженном природном газе (СПГ)	45



Всё продумано, но ещё не осмыслено...

1 Свойства СПГ

Сжиженный природный газ (СПГ, англ. Liquefied natural gas – LNG) получается путем охлаждения до $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В процессе сжижения плотность газа увеличивается почти в 600 раз, что повышает удобство хранения и транспортировки.

Средняя плотности СПГ составляет 440 кг/куб.м.

В жидкой форме природный газ не имеет способность взрываться или воспламеняться, а при испарении может воспламениться только в случае контакта с источником горения и если концентрация газа в воздухе будет составлять от 5 до 15 процентов.



Температура воспламенения газа выше, чем у пропана, бензина, ДТ.

СПГ хранится в криоцистернах, транспортируется на специализированных морских танкерах, для хозяйственного применения преобразуется в газообразное состояние на регазификационных терминалах.

Вес и объем

1 тонна СПГ эквивалентна 1 380 куб.м традиционного газа.

1 тонна СПГ эквивалентна 1270 л дизельного топлива.

1 000 куб.м КПГ эквивалентно 920 л дизтоплива.

Масса 1 литр ДТ – 0,769 кг .

Масса 1 литр КПГ – 0,144 кг

Масса 1 литр СПГ – 0,255 кг



Природный газ как топливо имеет высокую энергоэффективность. Теплотворная способность природного газа составляет около 48 МДж/кг, что близко к теплотворной способности дизельного топлива 51 МДж/кг.

В топливном баке транспортного средства природный газ хранится в сжатом до 20 МПа (компримированный природный газ, КПГ) или сжиженном (СПГ) виде.

Использование природного газа на транспорте требует повышенного объема топливных баков (баллонов). СПГ обеспечивает значительно большую, по сравнению с КПГ, эффективность использования объема топливных баков, но все равно объем используется в 2 раза менее эффективно, чем при применении дизельного топлива. Тем не менее, этот недостаток перекрывается экономическим и экологическим эффектом от использования газомоторного топлива.



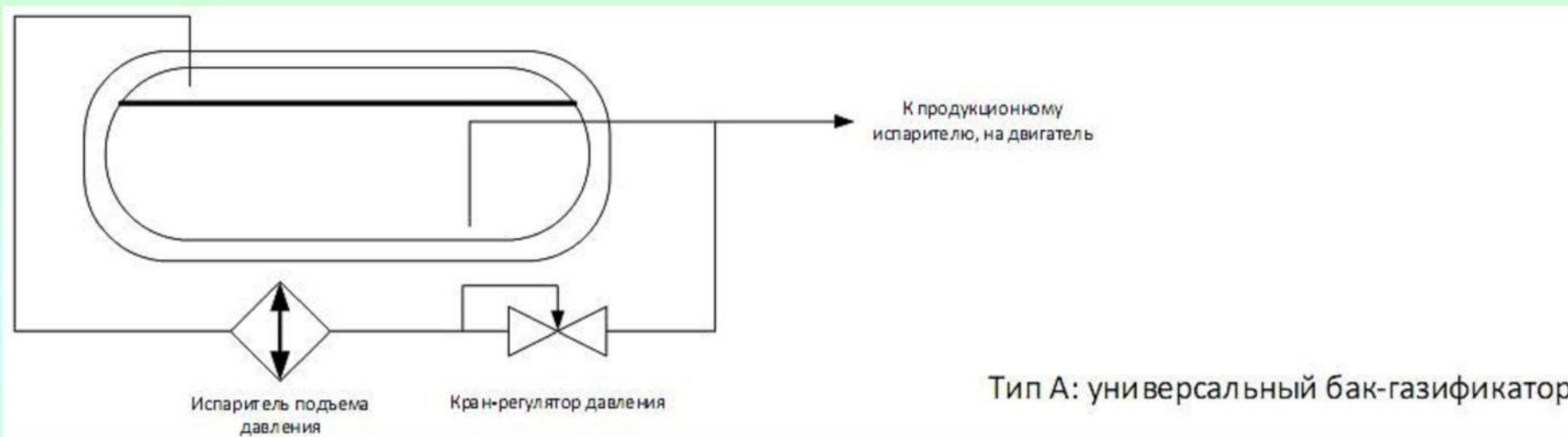
Параметры газового топлива в сравнении с дизельным

Топливо	Теплотворная способность, МДж/кг	Типовая единица измерения	Теплотворная способность, МДж/типовую единицу	Энергетический эквивалент	Энергетический эквивалент в реальной эксплуатации
Дизельное топливо	51	литры	43 МДж/л	1	1
Компримированный природный газ (КПГ)	48	нормальные м ³ (то есть м ³ при 15°С и атмосферном давлении)	33,5 МДж/м ³	1 м ³ природного газа = 0,78 л дизельного топлива	1 л объема топливного бака для дизельного топлива соответствует 6,4 л объема баллона для КПГ
Сжиженный природный газ (СПГ)	48	кг или литры	48 МДж/кг или 20,3 МДж/л	1 кг СПГ = 1,12 л дизельного топлива, 1 л СПГ = 0,47 л дизельного топлива	1 л объема топливного бака для дизельного топлива соответствует 2,12 л объема криобака для СПГ



Способы хранения газового топлива на транспорте

Вариант	Преимущества	Недостатки	Область применения
КПГ	Неограниченное время хранения. Отработанная, достаточно дешевая топливная аппаратура и баллоны.	Малый запас хода. Необходимость размещения большого количества баллонов на транспортном средстве. Психологическая неуверенность водителей и пассажиров (баллоны высокого давления воспринимаются как источник повышенной опасности). Энергоемкий процесс подготовки газа к заправке.	Легковые автомобили, легкие и средние грузовики с неопределенным дневным пробегом, автобусы со сравнительно небольшим удалением от места заправки (городской транспорт).
СПГ	Хороший запас хода в сочетании с низкой ценой топлива.	Время хранения топлива ограничено качеством теплоизоляции криобака, составляет 10-20 суток до начала срабатывания предохранительных клапанов. Слабо развита заправочная инфраструктура. Дорогое оборудование заправочных станций. Нет нормативной базы, регулирующей розничную продажу СПГ на заправочных станциях, т.е., с формальной точки зрения, в России могут строиться только криоТЗП с доступом транспорта определенной фирмы.	Магистральные автоперевозки, маршрутные автобусы, тяжелая техника, речные и морские суда, тепловозы, коммунальная техника. Важно обеспечить постоянство и прогнозируемость пробега транспорта.





ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
57433
2017

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА

Термины и определения

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2017

ГОСТ Р 57433—2017

Предисловие

- 1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Головной научно-исследовательский и проектный институт по распределению и использованию газа» (АО «Гипронигаз»), Обществом с ограниченной ответственностью «Газпром газомоторное топливо» (ООО «Газпром газомоторное топливо»)
- 2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 52 «Природный и сжиженные газы»
- 3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 марта 2017 г. No 223-ст
- 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. N9162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ.2017

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии



ГОСТ Р 57433—2017

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА

Термины и определения

Using of natural gas as a motor fuel. Terms and definitions

Дата введения — 2017—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения понятий в области производства, хранения, транспортирования, выдачи, потребления сжиженного природного газа, используемого в качестве моторного топлива в двигателях внутреннего сгорания транспортных средств.

Настоящий стандарт не распространяется на сжиженные углеводородные газы, используемые в качестве моторного топлива в двигателях внутреннего сгорания транспортных средств.

Термины, установленные настоящим стандартом, рекомендуются для применения во всех видах документации (стандартах, технической или договорной документации, литературе и т. д.) в области использования природного газа в качестве газового моторного топлива, входящих в сферу действия работ по стандартизации и (или) использующих результаты этих работ*.

2 Термины и определения

Общие понятия

1 природный (горючий) газ; ПГ: Газообразная смесь, состоящая из метана и более тяжелых углеводородов, азота, диоксида углерода, водяных паров, серосодержащих соединений, инертных газов.

Примечания

- 1 Метан является основным компонентом ПГ.
- 2 ПГ может содержать следовые количества других компонентов.

2 моторное топливо: Жидкое или газообразное горючее, используемое в качестве топлива в двигателях.

Примечания

- 1 Моторное топливо может быть получено путем переработки нефти, природного газа, газового конденсата, сланцевого газа, биогаза, искусственных газов, растительных масел, спиртов и т.д.
- 2 Моторное топливо используется в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания, в том числе газотурбинных и реактивных, включая стационарные двигатели, а также в других типах двигателей.

3 газовое моторное топливо; ГМТ: Моторное топливо, которое при нормальных атмосферных условиях находится в газообразном состоянии.

Примечание — К газовому моторному топливу относятся сжиженный природный газ (СПГ), компримированный природный газ (КПГ), сжиженные углеводородные газы (СУГ), водород и др.

* в настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт: ГОСТ 27577-2000 «Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия».

Издание официальное

1

ГОСТ Р 57433—2017

4 сжиженный природный газ; СПГ: Природный газ, переведенный после специальной подготовки в жидкое состояние с целью его транспортирования, хранения и использования.

Примечания

- 1 СПГ регазифицируют и подают в газопроводы для транспортирования и распределения.
- 2 СПГ используют в качестве газового моторного топлива.

5 компримированный природный газ; КП Г (Нрк. сжатый природный газ): Природный газ, прошедший подготовку и сжатый до рабочих давлений хранения и потребления с целью значительного снижения его объема, используемый в качестве газового моторного топлива.

6 низшая теплота сгорания (природного газа): Количество теплоты, которое может выделиться при полном сгорании определенного количества природного газа таким образом, что давление p_c , при котором проходит реакция, остается постоянным, и все продукты сгорания возвращаются к той же заданной температуре t_c , при которой находились исходные вещества.

Примечания

- 1 все продукты сгорания находятся в газообразном состоянии.
- 2 8 случаев, если количество газа указано в молярных единицах, низшую теплоту сгорания обозначают (L_c) ; если количество газа указано в массовых единицах, низшую теплоту сгорания обозначают (G_c, p_c) ; если количество газа указано в объемных единицах, низшую теплоту сгорания обозначают $(H_c(G, p_c))$; $V(t_c, p_c)$; где t_c и p_c — стандартные температура и давление измерений объема.

7 метановое число (Нрк. метановый индекс): Показатель, характеризующий детонационную стойкость газового моторного топлива, численно равный объемному процентному содержанию метана в смеси с водородом, при котором эта смесь эквивалентна по детонационной стойкости исследуемому топливу в стандартных условиях испытаний.

8 октановое число по исследовательскому методу; ОЧИ: Показатель, характеризующий детонационную стойкость моторного топлива для двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием, полученный в процессе сравнения интенсивности его детонации с детонацией смеси первичных эталонных топлив известным октановым числом при испытании нестандартном двигателе CFR или двигателе типа УИТ, работающих в условиях испытания, соответствующих исследовательскому методу.

9 заправка транспортного средства: Процесс наполнения газового баллона или криогенного топливного бака транспортного средства газовым моторным топливом.

10 (автозаправочная станция: Совокупность машин, оборудования, зданий, сооружений и систем инженерно-технического обеспечения, объединенная для выполнения технологических процессов приема, хранения моторного топлива и заправки им [автомобильных] транспортных средств.

11 блок подготовки природного газа: Оборудование, предназначенное для очистки и осушки природного газа перед компримированием или сжижением.

Производство, хранение, транспортирование, выдача компримированного природного газа

12 многокислотная автозаправочная станция; МАЭС: Автозаправочная станция, на территории которой предусмотрена заправка автомобильных транспортных средств двумя и более видами моторного топлива.

Примечание — Не МАЭС также допускается заправка бензином и дизельным топливом, сжиженными углеводородными газами (СУГ) и КПГ (в том числе ратифицированным).

13 автомобильная газонаполнительная компрессорная станция; АГНКС (материнская АГНКС. Нрк. газонаполнительная компрессорная станция): Совокупность машин, оборудования, зданий, сооружений и систем инженерно-технического обеспечения, объединенная в единый технологический цикл процессов производства, накопления и выдачи компримированного природного газа.

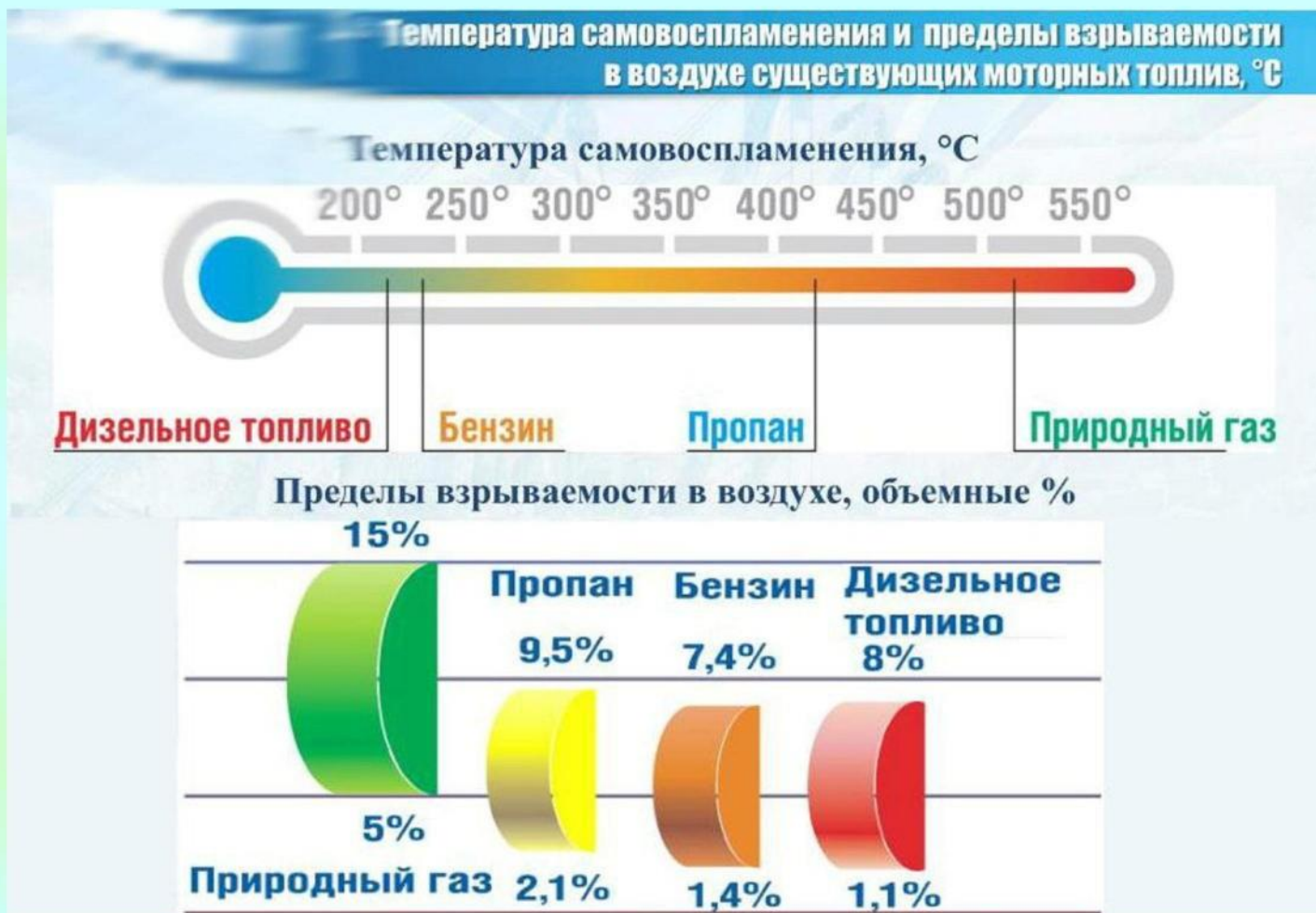
14 аккумулятор газа (накопитель/сервисер): Сосуд(ы), предназначенный(е) для накопления и/или хранения компримированного природного газа.

15 передвижной автомобильный газовый заправщик; ПАГЗ: Совокупность машин и оборудования, установленная на самоходном шасси или полуприцепе автомобильного транспортного средства и предназначенная для приема, транспортирования, хранения и заправки транспортных средств компримированным природным газом из аккумуляторов газа.

16 станция производства компримированного природного газа: Совокупность машин, оборудования, зданий, сооружений и систем инженерно-технического обеспечения, объединенная для выполне-

2







Длительность дебатов обратно пропорциональна сложности обсуждаемого предмета. Если предмет прост и понятен каждому, дебаты могут длиться почти бесконечно.
(Роберт Ноулз)

2 История использования СПГ на судах

На стадии перевозки СПГ в качестве груза, вследствие естественных теплопритоков, сжиженный газ нагревается и нуждается в охлаждении, чтобы сохранить транспортные характеристики груза. Самым простым способом охлаждения – естественное испарение.



Испаряющийся газ вначале отправляли в атмосферу (дополнительные риски возникновения пожара на судне), а затем – в судовую энергетическую установку.

Самым рациональным в случае перевозки СПГ является использование паров для энергоагрегатов судовой энергетической установки в качестве топлива.

По мере развития морской кораблестроения идея использования СПГ на флоте вышла за пределы специализированного флота танкеров-газовозов и стала охватывать почти без исключения другие специализированные типы судов.

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Creole Spirit – самое эффективное в мире судно на СПГ



Creole Spirit – это первое судно компании Teekay с силовой установкой M-типа на СПГ с электронным управлением впрыском газа (MEGI). Судно использует двухтактный дизель,

Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»



Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева

поставленный MAN Diesel, – движительную систему MEGI, потребляющую всего 100 тонн топлива, в противоположность двух-топливной дизель-электрической системе, потребляющей 125-130 тонн ежедневно.

Двигатели с меньшим числом цилиндров, требующих меньших эксплуатационных расходов (чистка, снижение размера сложных электрических систем и внедрение пассивной системы частичного повторного сжижения газа), вносят свой вклад в повышение общей эффективности, превращая судно в самое эффективное судно на СПГ с наименьшей стоимостью фрахта на единицу.



Isla Bella – первый в мире контейнеровоз с силовой установкой на СПГ



Оборудовано патентованной топливной системой на СПГ от Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME), а также



Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева силовой установкой с малооборотным двигателем MAN ME-GI, работающем на двух видах топлива. Эти двигатели снизили выбросы окисей азота на 98%, окисей серы на 97% и углекислого газа на 72%, сделав это судно самым экологически чистым судном своего размера. Оно обладает не только системой обработки балластной воды, но также способно, когда необходимо, сжигать дизельное топливо, ещё больше снижая, таким образом, загрязняющие атмосферу выбросы.

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Круизное судно с силовой установкой на СПГ



Общая вместимость 6 600 пассажиров, оборудовано более чем 5 000 нижними спальными местами, превышать 180 000 брутто-тонн и включать большое количество возможностей для

Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»



Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева
удобства гостей. Суда используют СПГ в гибридных двигателях,
работающих на двух видах топлива, для движения судна как в
портах, так и в море. СПГ будет храниться на борту судна и
использоваться для генерации 100% энергии в море.
Использование СПГ для обеспечения судов энергией в порту и в
море устранит выбросы твердых частиц и оксидов серы.

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Паром РОРО с силовой установкой на СПГ



Длина 181 м.

Самый большой паром типа РоРо с движительной установкой на СПГ

Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Rem Eir – крупнейшее в мире судно обеспечения платформ с силовой установкой на СПГ



Длина 92,5 метров, ширина 20 метров и вместимость палубы 1080 кв. м, Rem Eir является крупнейшим в мире экологически чистым судном снабжения платформ с силовой установкой на СПГ.

Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Цементовоз с силовой установкой на СПГ



Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»



КонРо с силовой установкой на СПГ



Спроектирован для максимизации перевозки 53-футовых контейнеров шириной 102 дюйма, которые обладают наиболее высокой объёмной вместимостью в сфере торговли. Судно длина 219,5 м, ширина 32,3 м, иметь осадку 10 м и приблизительный дедвейт 26 500 мт. Грузовместимость будет, примерно, 2 400 TEU (20-футовый эквивалент) с дополнительным пространством



Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева
для почти 400 автомобилей в закрытом гараже с погрузкой РоРо.
Главный и вспомогательные двигатели будут работать на
экологически чистом СПГ.

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева

Буровое судно с силовой установкой на СПГ



Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Scheldt River – первое в мире дноуглубительное судно с силовой установкой на двух видах топлива



Длина 104 метра, судно имеет бункер вместимостью 8 000 кубических метров. Силовые энергетические установки включают один 12-цилиндровый и один 9-цилиндровый

Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»



Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева
двигатель Wärtsilä 34DF, два винта регулируемого шага Wärtsilä,
и два подруливающих устройства, а также патентованную
систему LNGPac для подачи и хранения СПГ.

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Скоростной паром типа РоПакс с силовой установкой на СПГ



Скоростной паром типа РоПакс с силовой установкой на СПГ, строящийся для шведского оператора Rederi AB Gotland, будет работать на СПГ и будет характеризоваться наличием комплексных технологий Wärtsilä. Работая на СПГ, новый 200-метровый паром будет соответствовать требованиям Tier III

Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Международной морской организации (ИМО), относящимися к выбросам окисей азота (NO_x). Судно перевозит 1 650 пассажиров, оборудовано 1 750-метровой линией для трейлеров, и сможет вмещать соответствующее количество пассажирских автомобилей, кемперов и автобусов. Оно спроектировано, чтобы соответствовать высоким рейтингам по климату, шуму и вибрациям классификационного общества DNV-GL.

Объем ответственности Wärtsilä включает четыре двигателя Wärtsilä 50DF, работающих на двух видах топлива, два редуктора, два винта регулируемого шага с дистанционной системой управления, два руля Energorac, два туннельных подруливающих устройства, четыре вспомогательные генераторные установки Wärtsilä 20DF, работающие на двух видах топлива, две системы управления топливным газом Wärtsilä 20DF, узлы газовых клапанов, компактную систему



Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева шумоглушителей (CSS), одобренную ИМО систему управления балластной водой Wärtsilä Aquarius UV, сепаратор нефтесодержащей воды вместе с защитным устройством льяльных вод для контроля и предотвращения откачки нефтесодержащих вод за борт, услуги по управлению проектом, услуги по интеграции инженерно-технических решений, услуги по пуско-наладочным работам и вводу в эксплуатацию, и наблюдение на месте в процессе монтажа.

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Буксиры с силовой установкой на СПГ



В качестве силовых установок использованы по два двигателя от Rolls-Royce Bergen, работающих на обедненных смесях, с общей выходной мощностью 3410 кВт при 1 000 об/мин. Двигатели имеют прямое подключение к азимутальному Z-

Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»



Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева образному приводу с регулируемой скоростью вращения, установленному в корме. Винты имеют диаметр 3 000 мм. Буксиры построены на класс компании DNV, включая Fi-fi и улавливание масла из выбросов, а также эскортную нотацию. Буксиры имеют длину 35 м, ширину 15 м и осадку 5,5 м, и обладают превосходными возможностями для сопровождения судов с управляющим усилием в 100 тонн на скорости в 10 узлов. Статическое тяговое усилие при работе на швартовах – 70 тонн. Для вспомогательных задач, где требуется маневренность в непосредственной близости, суда оборудованы носовым подруливающим устройством Schottel мощностью 333 кВт, в то время как главная буксирная лебедка, поставленная фирмой Karmou, имеет тормозную силу в 250 тонн.

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Контейнеровоз СМА CGM Jacques Saadé. Строитель - China State Shipbuilding Corp.



Вместимость 23 000 TEU (серия из 9 судов)

Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Если ты изобрел вечный двигатель,
будешь вечно с ним мучаться.

3 Двигатели для СПГ

Марка двигателя - X92DF, разработчик - WinGD (Winterthur Gas & Diesel), Швейцария, Sulzer Diesel Engine.



Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева

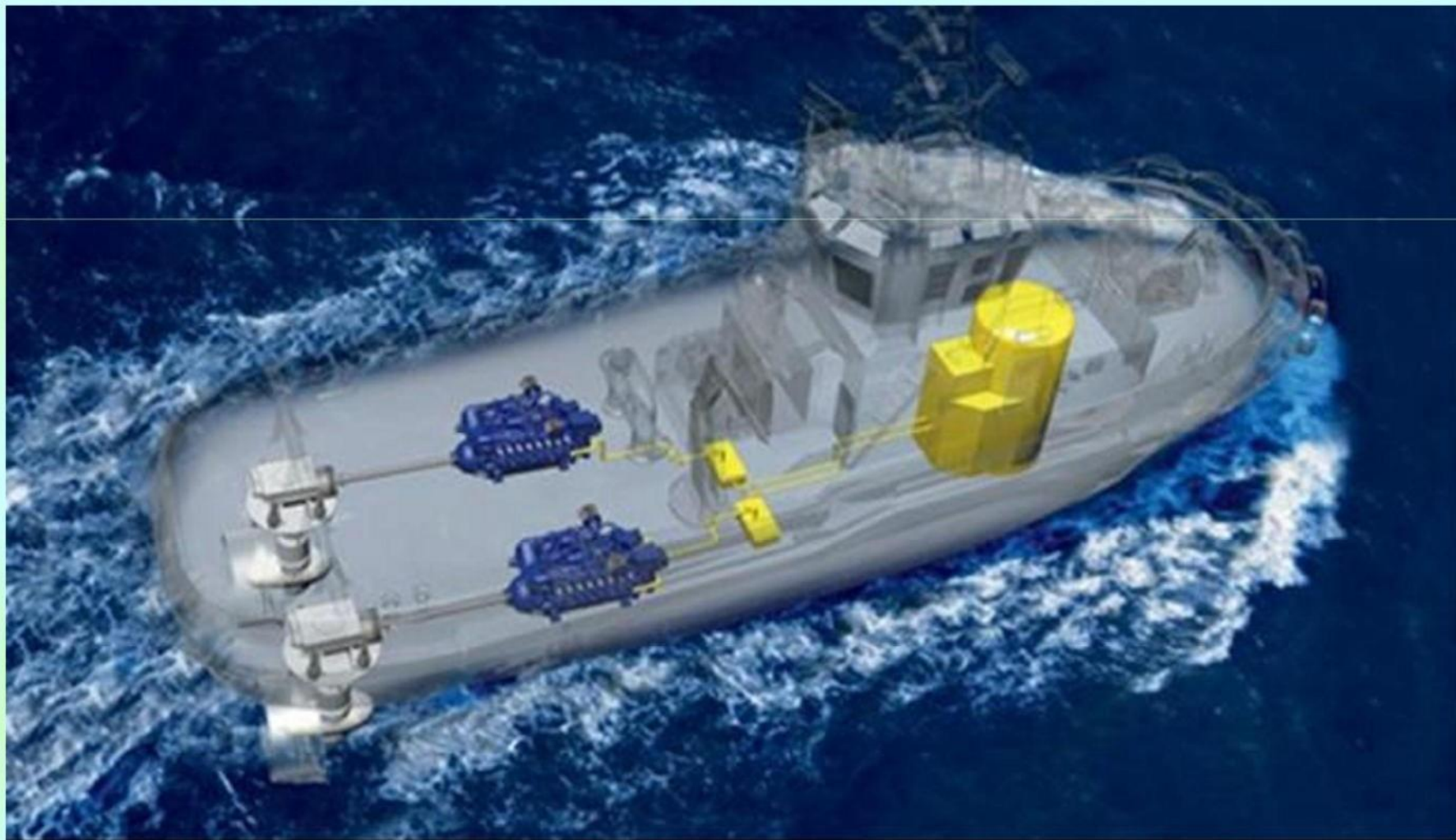


Двигатель двухтопливный, двухтактный, может работать в двух режимах, газ или тяжёлое топливо. Мощность двигателя - 63 840 кВт при максимальных оборотах 80 RPM.

Длина - 22 700 мм Вес - 2 140 т

Газовый двигатель, несмотря на идентичный внешний вид и механику работы, имеет принципиальные отличия в процессах, протекающих в двигателе, делающих газопоршневой двигатель технологически намного сложнее.

Касается это в первую очередь систем контроля и управления, систем подачи топлива и зажигания газовой смеси.





Газопоршневые двигатели успешно применяются в промышленной энергетике уже более тридцати лет (на территории РФ сегодня функционируют более 2000 ГПУ). Система управления газовыми СЭУ – это адаптированные промышленные контроллеры. Лидер мирового рынка по производству контроллеров управления газовыми двигателями является немецкая компания Motortech GmbH, они же первыми в Европе представили свои морские разработки.

ПИД регулирование (Пропорциональное Интегральное Дифференциальное).

Процессы сгорания топлива в традиционном дизельном двигателе управляются ПИД-регулятором. Настройка производилась с помощью шлицевой отвертки на регуляторах Woodward UG 8 или отечественных ОРН. В современных



Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева

моторах эти регуляторы "виртуальные", а настройка осуществляется с помощью алгоритмов программирования, построенных в большинстве случаев на PLC-языке. Но дизельному двигателю для настройки и по сей день необходим один ПИД-регулятор (виртуальный или механический), а газовому – не менее 10. Эти регуляторы находятся в жесткой зависимости друг от друга, и мельчайшее изменение одного из параметров влечет за собой сдвиг всех остальных. Поэтому логика управления газовым двигателем в десятки раз сложнее.

Система зажигания.

В дизельном двигателе нет как таковой системы зажигания, воспламенение топлива – воздушной смеси происходит за счет повышения давления в камере сгорания. В газовом двигателе для воспламенения необходима искра от свечи зажигания. Для этого,



Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева

с помощью установленной на каждый цилиндр катушки зажигания, создается электрический импульс, который по высоковольтному проводу передается свече. Этот процесс занимает доли секунды, но требует точной синхронизации, за которую отвечает специально разработанный контроллер MIC6 marine.

Детонация.

Газ как топливо, в отличие от дизельного, нестабилен. Его параметры меняются постоянно и зависят от многих факторов, что может сопровождаться детонацией в камере сгорания. Следствием детонации становится значительный рост температуры и давления цикла (в 2 или 3 раза), а результатом - разрушение элементов ЦПГ. Для предотвращения детонации на двигатель устанавливаются датчики (чем их больше, тем система



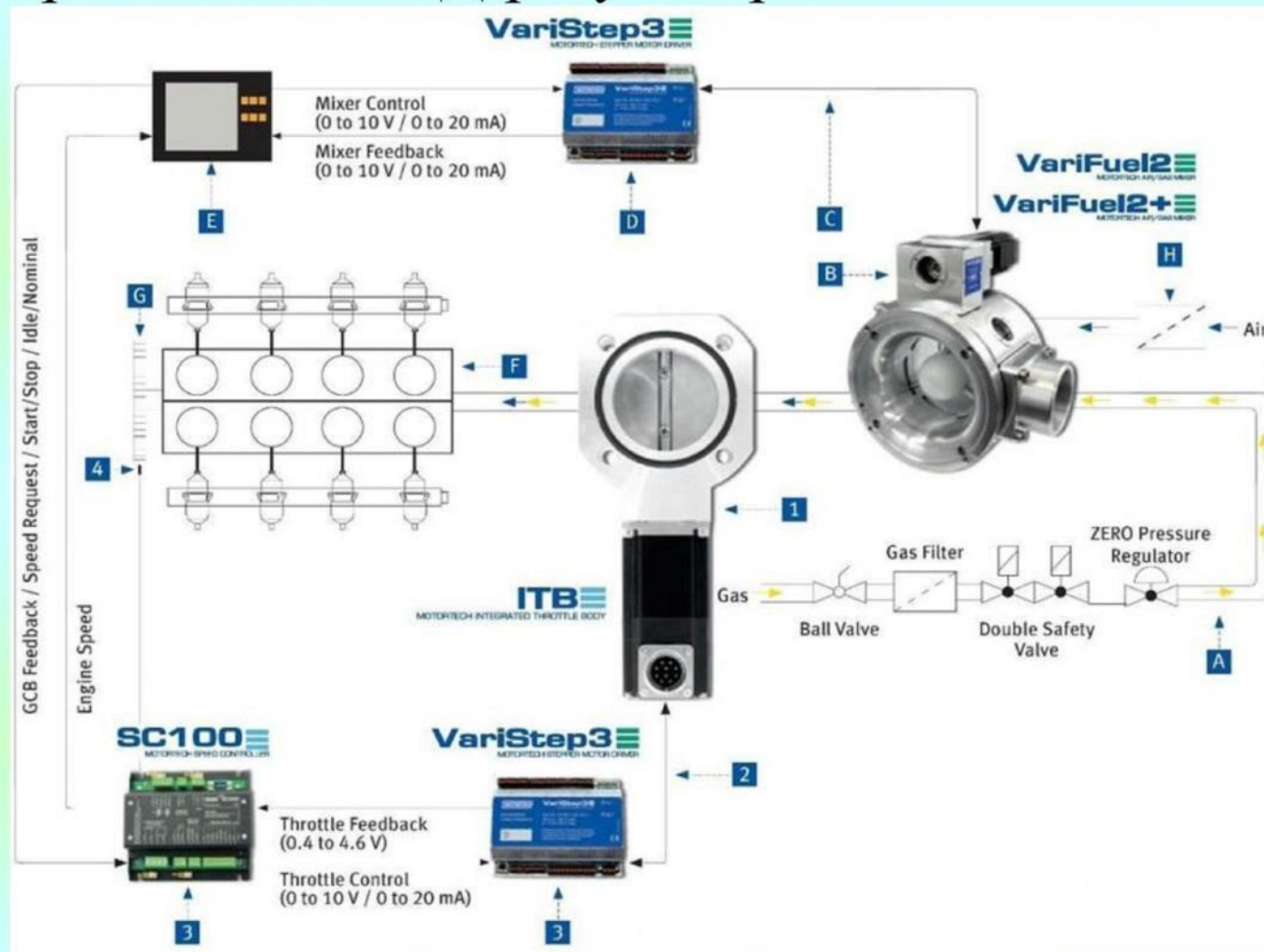
Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева работает лучше, в идеале - на каждый цилиндр) и контроллер детонации DetCon. DetCon собирает данные с датчиков и передает управляющий сигнал на изменения параметров к контроллеру зажигания Mic 6, который, в свою очередь, изменяет параметры зажигания и нейтрализует детонацию.

Регулировка оборотов двигателя, как часть топливной системы.

Тот самый единственный ПИД регулятор в дизельном двигателе установлен для поддержания частоты вращения. Его исполнительный механизм воздействует непосредственно на топливную рейку. В системе газового двигателя эту роль играет контроллер SC100. В комплекте с датчиками (pickup sensor) он собирает данные о частоте оборотов, и формирует управляющий



Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева
сигнал для систем зажигания и топливоподачи. Внутри у SC100
запрограммировано 5 ПИД-регуляторов.



Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

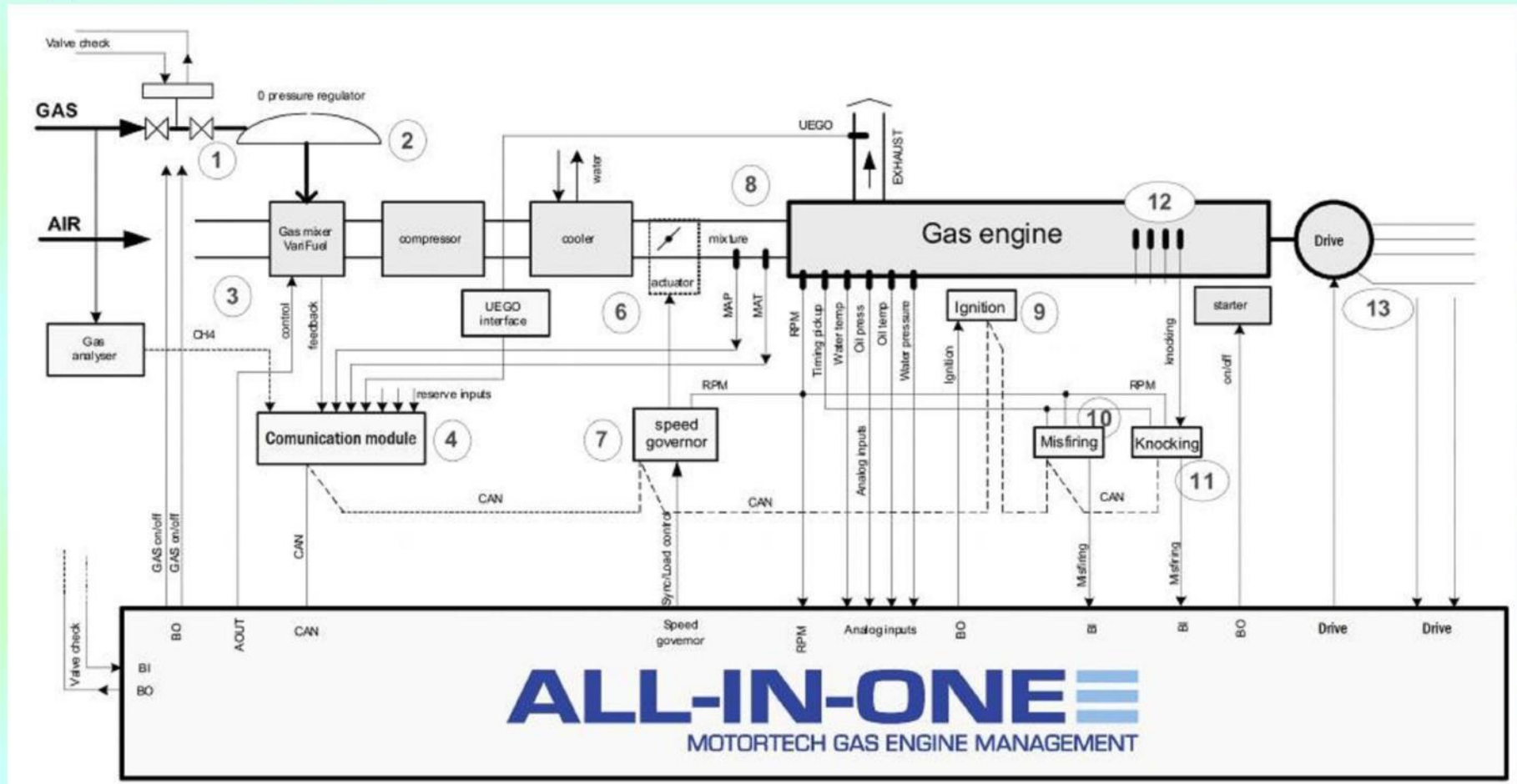


Общий контроллер управления.

Между собой контроллеры управления всех систем передают данные по протоколу CAN Bus. Однако для оперативного управления и визуального контроля параметров нам требуется общий контроллер, объединяющий все системы, с доступным для оператора (судового механика) визуальным интерфейсом. Эту роль в АСУ ТП газового двигателя Motortech выполняет ALL in ONE. Помимо этого, у контроллера есть аналоговые входы, что позволяет обрабатывать данные более простых систем и датчиков. На сегодняшний день интерфейс АИО, в отличие от многих импортных систем управления, полностью переведен на русский язык, что в значительной степени упрощает его использование на территории нашей страны. Еще одной очень важной функцией этого контроллера является удаленный мониторинг – подключиться к нему можно по



Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева
интернету из любой точки мира, что позволяет решать 90%
проблем из офиса технической поддержки удаленно, то есть без
выезда на объект.



Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»



СКОЛЬКО Б ТЫ НИ ЖИЛ, ВСЮ ЖИЗНЬ СЛЕДУЕТ УЧИТЬСЯ.
Сенека Луций Анней (Младший)

4 Организация подготовки членов экипажа речного пассажирского прогулочного- экскурсионного теплохода проекта 03622 «Чайка» на сжиженном природном газе (СПГ)

- Для организации подготовки были решены следующие задачи
1. Стажировка преподавателей Казанского филиала на базе АО «Зеленодольский завод им. А.М. Горького» для ознакомления с техническими параметрами судна, машинным отделением



2. Разработка рабочих программ курсов повышения квалификации «Подготовка для работы на пассажирских судах с главной энергетической установкой, работающей на СПГ» для рядового и командного составов
3. Согласование программ п.2
4. Обучение рядового и командного составов судна «Чайка» по согласованной программе п.2

При составлении программ были использованы материалы

1. АО «Зеленодольского проектно-конструкторского бюро»
2. Стажировки на АО «Зеленодольский завод им. А.М. Горького»
3. ООО «КАМАЗ ВЕЙЧАЙ»
4. АО «РариТЭК Холдинг»
5. ООО «Газпром газомоторное топливо» в г. Казани



Согласованные программы

Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство морского и речного транспорта
ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»
Казанский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
АО «Зеленовский завод имени А.М.Горького»
А.Н. Карпов

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор
Казанского филиала
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
И.Р. Салахов

Генеральный директор
ООО «КАМАЗ ВЕЙЧАЙ»
Д.В. Ануров

Заместитель генерального директора
АО «РаритЭК Холдинг»
А.Г. Малкина

Главный инженер
ООО «Газпром газомоторное топливо» в г. Казани
И.Ю. Алеев

Начальник
Казанского РВПиС филиала ФБУ «Администрация
Волжского бассейна внутренних водных путей»
А.А. Евсеев

Исполнительный директор
АО «Судоходная компания «Татфлот»
М.Н. Хамидуллин

Рабочая программа
курсов повышения квалификации

**«Подготовка для работы на пассажирских судах
с главной энергетической установкой, работающей
на сжиженном природном газе»
(командный состав)**

Казань, 2020

Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство морского и речного транспорта
ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»
Казанский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
АО «Зеленовский завод имени А.М.Горького»
А.Н. Карпов

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор
Казанского филиала
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
И.Р. Салахов

Генеральный директор
ООО «КАМАЗ ВЕЙЧАЙ»
Д.В. Ануров

Заместитель генерального директора
АО «РаритЭК Холдинг»
А.Г. Малкина

Главный инженер
ИНН 1639057370
ООО «Газпром газомоторное топливо» в г. Казани
И.Ю. Алеев

Начальник
Казанского РВПиС филиала ФБУ «Администрация
Волжского бассейна внутренних водных путей»
А.А. Евсеев

Исполнительный директор
АО «Судоходная компания «Татфлот»
М.Н. Хамидуллин

Рабочая программа
курсов повышения квалификации

**«Подготовка для работы на пассажирских судах
с главной энергетической установкой, работающей
на сжиженном природном газе»
(рядовой состав)**

Казань, 2020

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Согласование в дистанционном формате (27.04.2020 г.)

The screenshot displays a Zoom meeting window with six participants in a 2x3 grid. The participants are:

- Андрей Егоров (top-left)
- Николай Гречко (top-right)
- Нурания Харисова (middle-left)
- ILYAS (middle-right)
- Батыршин Рафаэль Римович (bottom-left)
- tfk-zch-kpv (bottom-right)

On the right side, the 'Участники (6)' (Participants) list shows the following details:

Имя	Статус
Николай Гречко (Я)	Звук выключен, Видеосъемка выключена
Андрей Егоров (Организатор)	Звук выключен, Видеосъемка выключена
tfk-zch-kpv	Звук выключен, Видеосъемка выключена
Батыршин Рафаэль Римович	Звук выключен, Видеосъемка выключена
Нурания Харисова	Звук выключен, Видеосъемка выключена
ILYAS	Звук выключен, Видеосъемка выключена

At the bottom of the Zoom window, there are three buttons: 'Пригласить', 'Включить свой звук', and 'Поднять руку'.

Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»



Учебный план программы (командный состав)

№ п/п	Наименование разделов и дисциплин	Количество часов			Форма контроля
		всего	лекции	практ. занятия	
1	Введение в курс. Особенности СПГ как газомоторного топлива для судов	4	4	0	Контрольные вопросы
2	Особенности устройства судов с главной энергетической установкой, работающей на СПГ	28	24	4	Контрольные вопросы
3	Особенности технического обслуживания и ремонта судовых двигателей на СПГ	26	22	4	Контрольные вопросы
4	Требования Российского речного регистра (далее – РРР) к пассажирским судам с главной энергетической установкой, работающей на СПГ, особенности их устройства и эксплуатации	6	6	0	Контрольные вопросы
5	Требования техники безопасности по предотвращению несчастных случаев	8	8	0	Контрольные вопросы
6	Проведение учебных тренировок по борьбе с пожаром	14	4	10	Контрольные вопросы
7	Меры предосторожности по предотвращению загрязнения речной среды от утечки сжиженных газов Примечание: в случае утечки идет быстрое испарение и улетучивание газа (плотность в стандартных условиях 0,6 кг/м ³ , практически не растворим в воде)	8	8	0	Контрольные вопросы
8	Гигиена труда и меры предосторожности, обеспечивающие безопасность	12	8	4	Контрольные вопросы
Итоговый контроль – аттестация		2	–	–	зачет
Итого по курсу		108	84	22	



Учебный план программы (рядовой состав)

№ п/п	Наименование разделов и дисциплин	Количество часов			Форма контроля
		всего	лекции	практ. занятия	
1	Введение в курс. Особенности СПГ как газомоторного топлива для судов	2	2	0	Контрольные вопросы
2	Особенности устройства судов с главной энергетической установкой, работающей на СПГ	16	14	2	Контрольные вопросы
3	Особенности технического обслуживания и ремонта судовых двигателей на СПГ	8	6	2	Контрольные вопросы
4	Требования Российского речного регистра (далее – РРР) к пассажирским судам с главной энергетической установкой, работающей на СПГ, особенности их устройства и эксплуатации	2	2	0	Контрольные вопросы
5	Требования техники безопасности по предотвращению несчастных случаев	2	2	0	Контрольные вопросы
6	Проведение учебных тренировок по борьбе с пожаром	4	2	2	Контрольные вопросы
7	Меры предосторожности по предотвращению загрязнения речной среды от утечки сжиженных газов	2	2	0	Контрольные вопросы
8	Гигиена труда и меры предосторожности, обеспечивающие безопасность	2	2	0	Контрольные вопросы
Итоговый контроль – аттестация		2	–	–	зачет
Итого по курсу		40	32	6	

Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева



Организационное собрание для обучающихся по программам (04.05.2020 г.)



Казанский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»