



Технические условия на эксплуатационные материалы

Газовые двигатели и газогенераторные установки

Газовый двигатель BR4000 – Судовой двигатель

Газовый двигатель BR4000 – Генератор и генераторная установка

Газовый двигатель BR400 – Генераторная установка

A001072/01R

© MTU Onsite Energy GmbH, Аугсбург, 2018 г.

Исходный документ составлен на немецком языке.

Данная публикация, включая все ее элементы, защищена законом об авторском праве. Любое использование или применение допускается только с письменного согласия MTU Onsite Energy GmbH. В особенности это касается размножения, распространения, переработки, перевода, переноса на микропленку, а также хранения и обработки с использованием электронных систем, включая базы данных и онлайн-службы.

Информация в настоящем документе действительна на момент его публикации. Компания MTU Onsite Energy GmbH оставляет за собой право при необходимости изменять, сокращать или добавлять определенные сведения или данные.

Оглавление

1	Предисловие		охлаждения без компонентов из легких сплавов	
1.1	Общие сведения	5	3.2.4 Антифризы - Концентраты для систем охлаждения без компонентов из легких сплавов	40
2	Смазочные материалы		3.2.5 Антифризы - Концентраты специального назначения	42
2.1	Общие сведения	7	3.2.6 Антифризы - Готовые смеси для систем охлаждения без компонентов из легких сплавов	43
2.1.1	Моторное масло	7	3.3 Газовый двигатель BR4000 - Генератор и генераторная установка	45
2.1.2	Интервалы замены моторного масла	8	3.3.1 Охлаждающие жидкости - общие сведения	45
2.1.3	Кремниевые соединения в горючем газе	10	3.3.2 Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания - Концентраты для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов	46
2.1.4	Флуоресцирующие красители для обнаружения утечек в контуре смазочного масла	11	3.3.3 Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания - Готовые смеси для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов	47
2.1.5	Консистентные смазки	12	3.3.4 Антифризы - Концентраты для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов	48
2.1.6	Консистентные смазки общего назначения	13	3.3.5 Антифризы - Концентраты специального назначения	51
2.2	Газовый двигатель BR4000 - Генератор и генераторная установка - Судовой двигатель	14	3.3.6 Антифризы - Готовые смеси для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов	52
2.2.1	Допущенные моторные масла	14	3.4 Газовый двигатель BR400 - Генераторная установка	55
2.2.2	Консистентные смазки для генераторов	16	3.4.1 Допущенные охлаждающие жидкости	55
2.2.3	Трансмиссионные масла	17	4 Виды топлива	
2.3	Газовый двигатель BR400 - Генераторная установка	18	4.1 Общие сведения	56
2.3.1	Допущенные моторные масла	18	4.1.1 Использование топлива/горючего	56
2.3.2	Интервалы замены моторного масла	21	4.1.2 Основные компоненты природного газа и горючих газов биогенного происхождения	57
2.3.3	Консистентные смазки для генераторов	23	4.1.3 Liquid Natural Gas (LNG)	59
3	Охлаждающие жидкости		4.1.4 Кремниевые и сернистые соединения в горючем газе	60
3.1	Общие сведения	24	4.2 Газовый двигатель BR4000 - Судовой двигатель	61
3.1.1	Определение охлаждающей жидкости	24	4.2.1 Общие сведения	61
3.1.2	Контроль качества / подготовка охлаждающей жидкости	26	4.2.2 Требования, предъявляемые к горючим газам	62
3.1.3	Стабильность концентратов охлаждающей жидкости при хранении	30	4.2.3 Предписание по среде между стенками судового газопровода	65
3.1.4	Цветные присадки для обнаружения утечек в контуре охлаждающей жидкости	31	4.3 Газовый двигатель BR4000 - Генератор и генераторная установка	67
3.1.5	Предотвращение повреждений в системе охлаждения	32		
3.1.6	Неподходящие материалы в контуре охлаждающей жидкости	33		
3.1.7	Требования к пресной воде BR4000	34		
3.1.8	Требования к пресной воде BR400	35		
3.2	Газовый двигатель BR4000 - Судовой двигатель	36		
3.2.1	Охлаждающие жидкости - общие сведения	36		
3.2.2	Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания - Концентраты для систем охлаждения без компонентов из легких сплавов	37		
3.2.3	Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания - Готовые смеси для систем	39		

4.3.1 Общие сведения	67	6.6 Охлаждающие контуры, пораженные бактериями, дрожжами и грибами	89
4.3.2 Природный газ - Требования, предъявляемые к горючим газам	68	7 Приточный воздух и воздух для горения	
4.3.3 Биогаз - Требования, предъявляемые к горючим газам	71	7.1 Общие сведения	90
4.4 Газовый двигатель BR400 - Генераторная установка	76	8 Вода-теплоноситель	
4.4.1 Природный газ - Характеристики топлива	76	8.1 Общие сведения	91
4.4.2 Биогаз - Характеристики топлива	77	8.2 Требования к греющей воде	92
4.4.3 Вредные примеси	78	9 Подтверждение для эксплуатационных материалов	
5 Система нейтрализации ОГ		9.1 Подтверждение предприятия, эксплуатирующего генераторные установки	94
5.1 Общие сведения	80	10 Приложение А	
5.2 Восстановитель NOx AUS 32 для установок нейтрализации ОГ SCR	81	10.1 Список сокращений	95
5.3 Конденсат ОГ	83	10.2 Таблица пересчета единиц в системе СИ	96
6 Инструкция по чистке и промывке системы циркуляции охлаждающей жидкости		10.3 Контактное лицо / партнер по проведению техобслуживания от фирмы MTU Onsite Energy	97
6.1 Общие сведения	84	11 Приложение Б	
6.2 Допущенные чистящие средства	85	11.1 Предметный указатель	98
6.3 Контур охлаждения двигателя - Промывка	86		
6.4 Контур охлаждения двигателя - Очистка	87		
6.5 Узлы системы - Очистка	88		

1 Предисловие

1.1 Общие сведения

Используемые символы и изобразительные средства

Соблюдать следующие указания, выделенные в тексте:

Важно

В этом поле содержится важная или полезная информация об изделии, в частности инструкции, работы и действия, подлежащие соблюдению во избежание повреждения или разрушения материала.

Указание:

Примечание информирует о том, на что следует обратить особое внимание при выполнении работы.

Эксплуатационные материалы

Срок службы, эксплуатационная надежность и функционирование силовых установок в значительной степени зависят от используемых эксплуатационных материалов. Правильный выбор и хранение эксплуатационных материалов имеют большое значение. В настоящих Технических условиях на эксплуатационные материалы приведены все необходимые данные.

Стандарт	Наименование
DIN	Deutsches Institut für Normung (Институт стандартизации Германии)
EN	Europäische Normung (Европейский стандарт)
ISO	Internationale Norm (Международный стандарт)
ASTM	American Society for Testing Materials (Американская ассоциация тестирования материалов)
IP	Institute of Petroleum (Институт нефти)
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (Немецкая ассоциация специалистов водо-газоснабжения)

Таблица 1: Стандарты контроля качества эксплуатационных материалов

Важно

Запрещается смешивать допущенные к использованию эксплуатационные материалы.

Важно

Потребитель должен соблюдать требования сертификатов безопасности изготовителей материалов.

Актуальность документации

При необходимости в Технические условия могут вноситься изменения и дополнения. Перед использованием надлежит убедиться, что вы располагаете последней версией ТУ. Последнюю версию также можно найти на:

- <http://www.mtu-online.com/mtu/technische-info/index.de.html>
- <http://www.mtuonsiteenergy.com/technische-infos/tools-und-downloads/index.de.htm>

По всем вопросам следует обращаться к представителю MTU Onsite Energy.

Гарантия

Использование допущенных, либо перечисленных в Технических условиях эксплуатационных материалов, является одним из условий предоставления гарантии.

Поставщик эксплуатационных материалов несет ответственность за одинаковое качество указанных материалов во всех регионах распространения.

Важно

Эксплуатационные материалы для силовых установок могут представлять опасность. Поэтому при использовании, хранении или утилизации данных материалов необходимо соблюдать определенные правила.

Соответствующие правила внесены в инструкции завода-изготовителя, нормативные акты и свод технических правил, действующих в конкретной стране. Поскольку в разных странах эти данные могут значительно различаться, в рамках настоящих инструкций нельзя изложить общие правила применения этих материалов.

Поэтому потребитель обязан самостоятельно ознакомиться с действующими правилами своей страны. В случае ненадлежащего или противозаконного применения допущенных эксплуатационных материалов MTU Onsite Energy за последствия ответственности не несет.

При использовании эксплуатационных материалов необходимо соблюдать «Правила по защите окружающей среды» (см. Руководство по эксплуатации, глава «Безопасность», Демонтаж и утилизация), так как данные материалы опасны для здоровья и являются огнеопасными.

Ненадлежащее использование эксплуатационных материалов ведет к загрязнению окружающей среды:

- Не допускать попадания эксплуатационных материалов в почву или канализацию.
- Отработанные эксплуатационные материалы необходимо сдавать предприятиям по утилизации отработанного масла или в специальные пункты сбора отходов.
- Отработанные фильтрующие элементы и картриджи необходимо сдавать в специальные пункты сбора отходов.

Важно

Заказчик / пользователь несет ответственность за соблюдение характеристик топлива/горючего.

Консервация

Все сведения о консервации, дополнительной консервации и расконсервации, включая информацию о допустимых консервантах, можно найти в Инструкции по консервации/дополнительной консервации MTU. Последнюю версию также можно найти на:

<http://www.mtu-online.com/mtu/technische-info/index.de.html>

2 Смазочные материалы

2.1 Общие сведения

2.1.1 Моторное масло

При выборе моторного масла для газового двигателя решающее значение имеет тип газа, на котором работает двигатель. Газовый двигатель разрешается эксплуатировать только с допущенным моторным маслом.

Допущенные моторные масла указаны в следующих главах:

- Для BR4000 (→ стр. 14)
- Для BR400 (→ стр. 18)

Важным фактором является содержание вредных примесей в горючем газе. Предполагается, что пользователь регулярно выполняет контроль качества газа. Используемые масла для газовых двигателей отличаются минимальным содержанием золы. Это позволяет предотвратить повышенное образование золы отложений, которые могут привести к снижению мощности катализатора или горению с детонацией.

При работе на биогазе моторное масло при определенных условиях загрязняется коррозионными веществами, которые образуются при сгорании топлива, содержащего вредные вещества (хлористые, фтористые и сернистые соединения). Такие коррозионные компоненты можно нейтрализовать с помощью специальных присадок к моторному маслу только частично.

Чтобы избежать коррозии компонентов двигателя, смазываемых маслом, необходимо чаще менять масло. Для компенсации высокой концентрации коррозионных загрязнений настоятельно рекомендуется использовать больший объем моторного масла.

Важно

Использованные рабочие жидкости следует утилизировать в соответствии с местными предписаниями.

Важно

Для газовых двигателей предписан класс вязкости SAE 40.
Всесезонные масла не допускаются.

Важно

Смешивать моторные масла строго запрещено.

Важно

В рамках замены моторного масла можно использовать другое масло с условием выполнения определенных требований. Для этого свяжитесь с сервисной службой MTU.

Важно

При использовании биогаза, очищенного или отвального газа количества масла в масляном поддоне двигателя недостаточно. Требуется больший объем масла.

2.1.2 Интервалы замены моторного масла

Срок службы моторных масел для газовых двигателей

На срок службы моторного масла оказывают влияние качество масла, условия хранения, а также условия эксплуатации и применяемое топливо.

По этой причине необходимо, в зависимости от объемов моторного масла, типа газа и серии, регулярно брать пробу масла и сравнивать ее характеристики с предельными значениями из таблицы (→ Таблица 2). Пробы масла необходимо всегда отбирать при одинаковых граничных условиях (прогретый до рабочей температуры двигатель) и в предусмотренном для этого месте (штуцер для отбора проб на корпусе масляного фильтра).

Если достигнуты или превышены предельные значения, указанные в таблице (→ Таблица 2), необходимо сразу провести замену масла.

При использовании увеличенного объема масла необходимо уменьшить предельные значения для элементов износа обратно пропорционально увеличению объема масла. Максимально допустимое уменьшение предельных значений для элементов износа деталей составляет 50 % от предельного значения из таблицы (→ Таблица 2).

Использовать постоянные интервалы замены масла без проведения анализа масла допускается по согласованию с MTU Onsite Energy.

Предельные значения для отработанных масел класса SAE 40 для газовых двигателей

	Метод проверки	Предельные значения BR4000	Предельные значения BR400
Вязкость при 100 °C (мм ² /с)	ASTM D445 DIN 51562	макс. 17,5 мин. 11,5	Значение для свежего масла +30 % **
Общее щелочное число TBN (мг KOH/г)	ASTM D2896 ISO 3771	мин. 2,5 и TBN > TAN	Значение для свежего масла -60 % **
Кислотное число, TAN (мг KOH/г)	ASTM D664	Значение для свежего масла +2,5	По запросу в адрес производителя
Значение iph	ASTM D7946	мин. 4	мин. 4
Вода (% по объему)	ASTM D6304 EN 12937 ISO 6296	макс. 0,2	макс. 0,2
Гликоль (мг/кг)	ASTM D2982	макс. 100	По запросу в адрес производителя
Окисление (A/см)	DIN 51453	макс. 20	макс. 30
Азотирование (A/см)	Метод инфракрасной спектроскопии	макс. 20	макс. 30
Элементы износа (мг/кг):	DIN 51399-1/-2		
Железо (Fe)		макс. 30	макс. 50
Свинец (Pb)		макс. 20	макс. 30
Алюминий (Al)		макс. 10	макс. 20
Медь (Cu)		макс. 20 ***	макс. 50

* Предельное значение для элемента износа Si относится только к работе на природном газе.

** Значение для свежего масла по запросу в адрес производителя

*** Во время 1-й замены масла (макс. 3000 моточасов) предельное значение составляет 50 промилле.

	Метод проверки	Предельные значения BR4000	Предельные значения BR400
Олово (Sn)		макс. 5	макс. 15
Кремний (Si)		макс. 15 *	макс. 10 *

* Предельное значение для элемента износа Si относится только к работе на природном газе.

** Значение для свежего масла по запросу в адрес производителя

*** Во время 1-й замены масла (макс. 3000 моточасов) предельное значение составляет 50 промилле.

Таблица 2: Предельные значения для отработанных масел класса SAE 40 для газовых двигателей

Анализ отработанного масла

Результаты анализов отработанного масла необходимо архивировать.

Приведенные методы проверки и предельные значения (→ Таблица 2) указывают, когда результат отдельного анализа пробы масла считается ненормальными. При ненормальном результате (например, сильное загрязнение масла) требуется безотлагательно исследовать и устранить выявленные необычные рабочие режимы (например, проверка очистки газа или анализ проб газа).

Предельные значения относятся к отдельным пробам масла. Если достигнуты или превышены предельные значения, необходимо сразу провести замену масла. Результаты анализа масла не обязательно указывают на износ определенных узлов и компонентов.

В дополнение к аналитическим предельным значениям очень важными для замены масла являются состояние двигателя, его эксплуатационные характеристики и имевшие место неисправности, а также периферийные устройства.

2.1.3 Кремниевые соединения в горючем газе

Кремниевые соединения в газе ведут к образованию осадка и способствуют повышенному износу. При этом также деактивируются катализаторы. Гарантия не распространяется на повреждения, причиной которых являются кремниевые соединения.

Рабочий параметр кремния Si_B

При работе с кремнийсодержащими газами необходимо следить за увеличением концентрации кремния в масле. Для этого нужно рассчитать рабочий параметр кремния Si_B по следующей формуле.

$$Si_B = \text{Дельта Si при анализе масла B - A [промилле]} \times \frac{(\text{Заправочный объем масла + объем доливаки}) [\text{л}]}{\text{произведенная работа электрического тока} [\text{кВт}\cdot\text{ч}]}$$

Пользователь должен подтверждать соблюдение параметра Si_B посредством периодического проведения анализа масла.

Предельное значение рабочего параметра кремния Si_{BG}

Предельное значение рабочего параметра кремния Si_{BG} различается в зависимости от эксплуатации с каталитической нейтрализацией ОГ или без нее.

Эксплуатация	Si_{BG}
С каталитической нейтрализацией ОГ	0
Без каталитической нейтрализации ОГ	< 0,01 (BR4000)
Без каталитической нейтрализации ОГ	< 0,02 (BR400)

Сведения об использовании катализатора окисления необходимо требовать, так как их можно подтвердить только опытным путем ($Si_B = 0$).

Тем не менее по причине высокой чувствительности катализатора возможна преждевременная потеря работоспособности, прежде всего при реакции формальдегидов.

Важно

MTU Onsite Energy не несет гарантийных обязательств за повреждения двигателя и катализатора, связанные с содержанием в топливе кремния.

Формула расчета рабочего параметра кремния Si_B

Примерные данные для расчета рабочего параметра кремния Si_B		
Дельта Si между анализом масла A и B	20	промилле (мг/кг)
Заправочный объем масла	800	дм ³
Доливаемый объем масла	200	дм ³
Произведенная работа электрического тока между анализом масла A и B	2 000 000	кВт·ч

$$Si_B = 20 \text{ [промилле]} \times \frac{(800 + 200) \text{ [дм}^3\text{]}}{2\,000\,000 \text{ [кВт}\cdot\text{ч]}} = 0,01$$

2.1.4 Флуоресцирующие красители для обнаружения утечек в контуре смазочного масла

Перечисленные ниже флуоресцирующие красители допущены для распознавания утечек в контуре смазочного масла.

Изготовитель	Название средства	Применяемая концентрация	номер по каталогу	Размер бочки	Стойкость при хранении ¹⁾
Chromatech Europe B.V.	D51000A Chromatint Fluorescent Yellow 175	0,04 % - 0,07 %	X00067084	16 кг	2 года
Cimcool, Cincinnati	Producto YFD-100	0,5% - 1,0 %		5 галлонов (канистра) 55 галлонов (бочка)	6 месяцев

Таблица 3:

¹⁾ = С момента поставки, для оригинальной и герметично закрытой бочки при хранении в условиях, не вызывающих коррозию (> 5°C).

Флуоресценция (светло-желтый оттенок) обоих красителей видна в свете УФ-лампы (365 нм).

2.1.5 Консистентные смазки

Условия MTU для получения допуска на применение консистентных смазок установлены нормами MTU MTL 5050 и могут быть получены под этим номером.

Фирма MTU выдает изготовителю консистентных смазок допуск в письменной форме.

Консистентные смазки общего назначения

Для всех мест смазки использовать литиевые консистентные смазки.

Исключениями являются:

- байпасы компрессора, установленные между турбоагнетателем и охладителем наддувочного воздуха;
- внутреннее центрирование муфт.

Термостойкие консистентные смазки

Для байпасов компрессора, установленных между турбоагнетателем и охладителем наддувочного воздуха, применяются следующие термостойкие консистентные смазки (до 250 °C):

- Aero Shell Grease 15
- Optimol Inertox Medium

Для байпасов компрессора, расположенных перед турбоагнетателем или после охладителя наддувочного воздуха, достаточно использовать консистентные смазки общего назначения.

Консистентные смазки для внутреннего центрирования муфт

Консистентные смазки для внутреннего центрирования:

- Esso Unirex N 3 (термостойкость прилб. до 160 °C)

Смазочные материалы специального назначения (только BR4000)

Масла для турбоагнетателей

Обычно турбоагнетатели с интегрированным маслоснабжением подсоединяются к масляному контуру двигателя.

Для турбоагнетателей ABB, не подключенных к масляному контуру двигателя, применяются турбинные масла на минеральной основе класса вязкости ISO-VG 68.

Смазочные материалы для муфт со спиральными зубьями

Для смазки муфт со спиральными зубьями в зависимости от условий эксплуатации допущены следующие смазочные материалы:

- Фирма Klüber: Structovis BHD MF (структурновязкое смазочное масло)
- Фирма Klüber: Klüberplex GE11-680 (трансмиссионная адгезионная смазка)

Использование смазочных материалов или срок их службы определяются соответствующими руководствами по эксплуатации или графиками технического обслуживания.

2.1.6 Консистентные смазки общего назначения

Подробное описание и особенности см. в гл. «Консистентные смазки»(→ стр. 7)

Изготовитель	Марка	Примечания
Aral AG	Mehrzweckfett Arallub HL2	
BP p.l.c.	Energrease LS2	
Castrol Ltd.	Spheerol AP2	
Chevron	Multifak EP2	
SRS Schmierstoff Vertrieb GmbH	SRS Wiolub LFK2	
Shell Deutschland GmbH	Shell Gadus S2 V220 2	
Total	Total Multis EP2	
Veedol International	Multipurpose	

Таблица 4:

2.2 Газовый двигатель BR4000 – Генератор и генераторная установка – Судовой двигатель

2.2.1 Допущенные моторные масла

Подробное описание и особенности см. в главе «Общие сведения» (→ стр. 7).

Моторные масла MTU для газовых двигателей BR4000

Изготовитель	Марка	Класс вязкости SAE	Тип						Примечание/номер по каталогу
			4000L61 / L62 / L63	4000L64 / L64FNER	4000L32 / L33	4000L32FB	4000L62FB	4000Mx5xN	
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO BG Power B2L	40				X	X		Бочка 20 л: X00072870 Бочка 205 л: X00072871 IBC: X00072872
	GEO NG Power X2L	40	X						Бочка 20 л: X00072874 Бочка 205 л: X00072875 IBC: X00072876
	GEO NG Power X3L	40	X	X	X			X	Бочка 20 л: X00072877 Бочка 205 л: X00072878 IBC: X00072879

X = допуск типа

Таблица 5: Моторные масла MTU для газовых двигателей BR4000

Важно

Для определения интервалов замены масла необходимо отбирать и анализировать пробы масла каждые 250 моточасов. Должны соблюдаться предельные значения (→ стр. 8).

Альтернативные моторные масла для газовых двигателей BR4000

Изготовитель	Марка	Класс вязкости SAE	Тип					
			4000L61 / L62 / L63	4000L64 / L64FNER	4000L32/L33	4000L32FB	4000L62FB	4000Mx5xN
Addinol	MG 40 Extra LA	40				X	X	
	MG 40 Extra Plus	40					X	
BayWa AG	Tectrol MethaFlexx HC Premium	40				X	X	
Castrol Ltd.	Castrol Duratec L	40	X		X *			
Chevron (Texaco)	Geotex LA 40	40	X		X *			
	HDAX 7200	40	X	X	X			
Exxon Mobil Corporation	Mobil Pegasus 705	40	X		X *			
	Mobil Pegasus 805 (55 галлонов: 23538056)	40	X		X *			
	Mobil Pegasus 1005	40	X	X				X
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet Ultra	40				X	X	
	Titan Ganymet LA	40	X					
NILS S.p.A.	Burian	40					X	
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S3 N 40	40	X		X *			
	Shell Mysella S5 N 40	40	X	X	X			
SRS Schmierstoff Vertrieb GmbH	SRS Mihagrün LA 40	40	X		X *			
Total	Nateria MH 40	40	X		X *			
	Nateria MJ 40	40					X	
	Nateria MP 40	40	X	X	X	X	X	X
Pedro-Canada	Sentron CG 40	40				X	X	
	Sentron LD 5000	40	X					
	Sentron LD 8000	40	X	X	X			X

X = допуск типа
* При использовании этих моторных масел срок службы сокращается.

Таблица 6: Альтернативные моторные масла для газовых двигателей BR4000

Важно

Для определения интервалов замены масла необходимо отбирать и анализировать пробы масла каждые 250 моточасов. Должны соблюдаться предельные значения (→ стр. 8).

2.2.2 Консистентные смазки для генераторов

Подшипники предварительно смазываются на заводе-изготовителе генератора.

В рамках ввода в эксплуатацию надо добавить смазочный материал.

Важно

Информация на табличке генератора является нормативной.
Соблюдать данные изготовителя, указанные на заводской табличке генератора.

Изготовители предоставляют следующую информацию на табличке генератора:

- Марка используемой консистентной смазки
- Количество консистентной смазки
- Периодичность смазки

Действующий график технического обслуживания необходимо соблюдать.

Подробную информацию можно найти в документации изготовителя.

Важно

В течение первых часов работы генератора рекомендуется контролировать температуру подшипников.

Важно

Недостаточная смазка может вызвать превышенные температуры и повреждение подшипников.

Консистентные смазки для генераторов на газовых двигателях BR4000

Изготовитель генератора	Консистентная смазка (Номер по каталогу MTU)
Leroy-Somer	Shell Gadus S3 V220C2 (X00067217) *
	Mobil Polyrex™ EM: grade NLGI 2 (X00071899) *
Cummins	KLUEBER ASONIC GHY72 (09110145007)
Hitzinger	LUKOIL SIGNUM EPX2 (X00071900)

* Смешанное использование обеих марок консистентной смазки по информации изготовителя невозможно и, следовательно, не допускается. Соблюдать данные изготовителя, указанные на заводской табличке генератора.

2.2.3 Трансмиссионные масла

Аттестованные смазочные масла

Действительно только для установок с частотой 60 Гц.

Изготовитель / Поставщик	Наименование	Класс вязкости SAE	Примечание
Mobil	Mobilgear SHC XMP320	40	S
Mobil	SHC 632	40	S
Klüber	GEM4-320N	40	S
Total	Carter SH320	40	S

S = синтетическое смазочное масло

Таблица 7: Аттестованные смазочные масла

Важно
Допускается использовать только синтетические сорта трансмиссионного масла.

Заправочные объемы

Тип редуктора	Двигатель	л
GU 320	8V4000Lx 12V4000Lx	65
GU 395	16V4000Lx 20V4000Lx	92

Таблица 8: Заправочные объемы

Ходовые испытания осуществляются MTU-Onsite Energy с Mobil SHC 632.

Номер по каталогу MTU:

- 09110149525 – Трансмиссионное масло MOBIL SHC 632 (бочка)
- 09110149555 – Трансмиссионное масло MOBIL SHC 632(канистра)

Интервалы замены масла:

- См. также график технического обслуживания MTU-Onsite Energy и руководство по эксплуатации производителя редуктора
- Первая смена масла: 300 – 5000 моточасов
- Следующая замена масла через 4000 моточасов или 24 месяца
- Анализ масла (проба масла > 1 литра) каждые 2000 моточасов

Заливать трансмиссионное масло в холодном состоянии точно до середины смотрового окна. Во время эксплуатации уровень масла в смотровом окне сначала понижается, но потом может подняться выше из-за температурного расширения. Вентиляция происходит через лабиринтное уплотнение на валах.

2.3 Газовый двигатель BR400 – Генераторная установка

2.3.1 Допущенные моторные масла

Моторные масла MTU для безнаддувных двигателей BR400

Изготовитель/Поставщик	Марка	Класс вязкости SAE	Примечание	
			М	Е, Р
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO NG POWER X2L ²⁾	40 ¹⁾	М	Е, Р

Таблица 9: Моторные масла MTU для безнаддувных двигателей BR400

- 1) Допуск ограничен до окружающей температуры двигателя > +10 °C
 2) Бочка 20 л: X00072874/бочка 205 л: X00072875/IBC: X00072876
 М Минеральное моторное масло
 Е Природный газ
 Р Пропан

Альтернативные моторные масла для безнаддувных двигателей BR400

Изготовитель/Поставщик	Марка	Класс вязкости SAE	Примечание	
			М	Е, Р
Addinol Lube Oil GmbH	ECO GAS 4000 XD	40 ¹⁾	М	Е, Р
	MG 40 Extra LA	40 ¹⁾	М	Е, Р
AUTOL	ELA 40	40 ¹⁾	М	Е, Р
AVIA Mineralöl AG	LA 40	40 ¹⁾	М	Е, Р
	LA Plus 40	40 ¹⁾	М	Е, Р
Castrol	Duratec HPL 40	40 ¹⁾	М	Е, Р
	Duratec XPL	40 ¹⁾	С	Е, Р
Chevron Texaco	HDAX 7200	40 ¹⁾	М	Е, Р
BayWa AG	TECTROL Methaflexx HC Premium	40 ¹⁾	М	Е, Р
	TECTROL Methaflexx NG	40 ¹⁾	М	Е, Р
ExxonMobil	SHC Pegasus	40 ¹⁾	С	Е, Р
	Pegasus 605	40 ¹⁾	М	Е, Р
	Pegasus 705	40 ¹⁾	М	Е, Р
	Pegasus 805	40 ¹⁾	М	Е, Р
	Pegasus 1005	40 ¹⁾	М	Е, Р
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet LA	40 ¹⁾	М	Е, Р
	Titan Ganymet Ultra	40 ¹⁾	М	Е, Р
Kuwait Petroleum	Q8 Mahler MA	40 ¹⁾	М	Е, Р
Petro Canada Europe	Sentron LD 5000	40 ¹⁾	М	Е, Р
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S5 N 40	40 ¹⁾	М	Е, Р
Total Deutschland	Nateria MP40	40 ¹⁾	М	Е, Р
WIPA Chemicals International	Ecosyn GE 4004	40 ¹⁾	С	Е, Р

Таблица 10: Альтернативные моторные масла для безнаддувных двигателей BR400

- 1) Допуск ограничен до окружающей температуры двигателя > +10 °C
 S Синтетическое моторное масло
 M Минеральное моторное масло
 E Природный газ
 P Пропан

Моторные масла MTU для двигателей BR400 с турбонаддувом

Изготовитель/Поставщик	Марка	Класс вязкости SAE	Примечание		
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO NG POWER X2L ²⁾	40 ¹⁾	M	E, P	K
	GEO BG POWER B2L ³⁾	40 ¹⁾	M	B	K

Таблица 11: Моторные масла MTU для двигателей BR400 с турбонаддувом

- 1) Допуск ограничен до окружающей температуры двигателя > +10 °C
 2) Бочка 20 л: X00072874/бочка 205 л: X00072876/IBC: X00072875
 3) Бочка 20 л: X00072870/бочка 205 л: X00072872/IBC: X00072871
 M Минеральное моторное масло
 E Природный газ
 P Пропан
 B Биогаз
 K Подходит для катализатора

Альтернативные моторные масла для двигателей BR400 с турбонаддувом

Изготовитель/Поставщик	Марка	Класс вязкости SAE	Примечание		
AUTOL	BGJ 40	40 ¹⁾	M	B	K
	ELA 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
AVIA Mineralöl AG	HA 40	40 ¹⁾	M	B	K
	LA 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
	LA Plus 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
Addinol Lube Oil GmbH	ECO GAS 4000 XD	40 ¹⁾	M	E, P	K
	MG 40 Extra Plus	40 ¹⁾	M	B	K
	MG 40 Extra LA	40 ¹⁾	M	E, P	K
NILS	Burian	40 ¹⁾	M	B	K
BayWA AG	TECTROL Methaflexx D	40 ¹⁾	M	B	K
	TECTROL Methaflexx HC Plus	40 ¹⁾	M	B	K
	TECTROL Methaflexx HC Premium	40 ¹⁾	M	E, P	K
	TECTROL Methaflexx HC Premium	40	M	B	SRK
	TECTROL Methaflexx NG	40 ¹⁾	M	E, P	K
Castrol	Duratec HPL	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Duratec XPL	40 ¹⁾	S	E, P	K
Chevron Texaco	Geotex LA 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Geotex LF 40	40 ¹⁾	M	B	K
	HDAX 7200	40 ¹⁾	M	E, P	K

Изготовитель/Поставщик	Марка	Класс вязкости SAE	Примечание		
ExxonMobil	SHC Pegasus	40 ¹⁾	S	E, P	K
	Pegasus 605	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Pegasus 6 10	40 ¹⁾	M	B	K
	Pegasus 705	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Pegasus 7 10	40 ¹⁾	M	B	K
	Pegasus 805	40 ¹⁾	M	E, P	K
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet	40 ¹⁾	M	B	K
	Titan Ganymet LA	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Titan Ganymet Plus	40 ¹⁾	M	B	K
	Titan Ganymet Ultra	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Titan Ganymet Ultra	40 ¹⁾	M	B	SRK
Hessol Lubrication GmbH	Hessol Gasmotorenöl	40 ¹⁾	M	B	K
Kuwait Petroleum	Q8 Mahler HA	40 ¹⁾	M	B	K
	Q8 Mahler MA	40 ¹⁾	M	E, P	K
Petro Canada Europe	Sentron CG 40	40 ¹⁾	M	B	K
	Sentron LD 5000	40 ¹⁾	M	E, P	K
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S5 N 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
Total Deutschland	Nateria MP 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
WIPA Chemicals International	Ecosyn GE 4004	40 ¹⁾	S	E, P	K

Таблица 12: Альтернативные моторные масла для двигателей BR400 с турбонаддувом

- 1) Допуск ограничен до окружающей температуры двигателя > +10 °C
S Синтетическое моторное масло
M Минеральное моторное масло
E Природный газ
P Пропан
B Биогаз
K Подходит для катализатора
SRK Сероустойчивый катализатор

2.3.2 Интервалы замены моторного масла

Минеральное масло – Масляная система двигателя с откачиванием масла и дополнительным объемом

При увеличении дополнительного объема, как, например, 800 л для E3066Dx, интервал замены масла также увеличивается до 4-кратного значения для дополнительного объема в 200 л.

В этих случаях также необходимы регулярные анализы масла.

Наименование Модули / агрегаты с типом двигателя	Масляная система двигателя с откачиванием масла и дополнительным объемом	
	Замена масла через моточасов	Мин. размер дополнительного объема
E3066D1-D3	2500	200 л
E3066D4	3000	200 л
E3066Lx/Zx	1000	120 л
E3042D1-D3	1250	200 л
E3042D4	1500	200 л
E3042Lx/Zx	1000	200 л
E3042Lx/Zx	5000 (или анализ масла)	1000 л
B3066Lx/Zx	1000	200 л
B3042Lx/Zx	1000	300 л

Таблица 13: Минеральное масло – Масляная система двигателя с откачиванием масла и дополнительным объемом

Минеральное масло – Масляная система двигателя только с доливкой свежего масла (без откачивания масла)

Наименование Модули / агрегаты с типом двигателя	Масляная система двигателя только с доливкой свежего масла (без откачивания масла)	
	Замена масла через моточасов	Рекомендуемый размер бака для свежего масла
E3066D1-D3	600	60 л
E3066Lx/Zx	300	60 л
E3042D1-D3	600	60 л
E3042Lx/Zx	300	60 л

Таблица 14: Минеральное масло – Масляная система двигателя только с доливкой свежего масла (без откачивания масла)

Синтетическое масла – Масляная система двигателя с откачиванием масла и дополнительным объемом

При увеличении дополнительного объема, как, например, 800 л для E3066Dx, интервал замены масла также увеличивается до 4-кратного значения для дополнительного объема в 200 л.

В этих случаях также необходимы регулярные анализы масла.

Наименование Модули / агрегаты с типом двигателя	Масляная система двигателя с откачиванием масла и дополнительным объемом	
	Замена масла через моточасов	Мин. размер дополнительного объема
E3066Lx/Zx	2000	200 л
E3042Lx/Zx	1000	160 л
E3042Lx/Zx	8000 (или анализ масла)	1000 л

Таблица 15: Синтетическое масла – Масляная система двигателя с откачиванием масла и дополнительным объемом

Синтетическое масло – Масляная система двигателя только с доливкой свежего масла (без откачивания масла)

Наименование Модули / агрегаты с типом двигателя	Масляная система двигателя только с доливкой свежего масла (без откачивания масла)	
	Замена масла через моточасов	Рекомендуемый размер бака для свежего масла
E3066D1-D3	1250	50 л
E3066D4	1500	50 л
E3066Lx/Zx	600	50 л
E3042D1-D3	1250	100 л
E3042D4	1500	100 л
E3042Lx/Zx	600	100 л

Таблица 16: Синтетическое масла – Масляная система двигателя только с доливкой свежего масла (без откачивания масла)

2.3.3 Консистентные смазки для генераторов

Консистентные смазки для генераторов BR400

Изготовитель генератора	Консистентная смазка
Leroy-Somer	Срок службы со смазкой

Важно

Соблюдать данные изготовителя, указанные на заводской табличке генератора.

3 Охлаждающие жидкости

3.1 Общие сведения

3.1.1 Определение охлаждающей жидкости

Важно

Убедиться, что эксплуатационные материалы собираются в резервуары достаточного размера. Соблюдать указания сертификатов безопасности и утилизировать эксплуатационные материалы согласно национальным предписаниям.

Охлаждающая жидкость = присадка к охлаждающей жидкости (концентрат) + пресная вода в указанном соотношении

- готовая для использования в двигателе

Антифриз = ингибитор коррозии + гликоль + присадки + вода

- В предыдущей версии технических условий MTU на эксплуатационные материалы использовалось понятие «антифриз с антикоррозийными свойствами». Для лучшего понимания теперь используется понятие «антифриз».

Защиту от замерзания необходимо использовать в двигателях, эксплуатируемых в регионах, где температура может опускаться ниже точки замерзания.

Диапазон используемых концентраций приведен для каждого случая в разделе «Контроль качества».

Охлаждающая жидкость без защиты от замерзания = ингибитор коррозии + присадки + вода

- В предыдущей версии технических условий MTU на эксплуатационные материалы использовалось понятие «Водорастворимые антикоррозийные средства». В настоящей версии оно заменено на «Охлаждающая жидкость без защиты от замерзания».

Допущенные компанией MTU охлаждающие жидкости имеют хорошее антикоррозийное действие при условии их применения в достаточной концентрации. Диапазон используемых концентраций приведен для каждого случая в разделе «Контроль качества».

Допущенные присадки к охлаждающим жидкостям указаны в следующих главах:

- Для газового двигателя BR4000 – Судовой двигатель (→ стр. 37)
- Для газового двигателя BR4000 – Генератор и генераторная установка (→ стр. 46)
- Для газового двигателя BR400 – Генераторная установка (→ стр. 55)

Существующие особые соглашения остаются действительными и впредь.

Важно

В случае радиаторов с содержанием латуни запрещается использовать присадки к охлаждающей жидкости с содержанием нитритов.

Важно

При переходе с одной охлаждающей жидкости на другую необходимо произвести промывку водой на работающем двигателе. Инструкции по промывке и чистке контуров охлаждающей жидкости, см. (→ стр. 84).

Важно

В некоторых случаях предписывается использование антифризов на основе пропиленгликоля. Данные средства обладают более низкой теплопроводностью по сравнению с обычными материалами на основе этиленгликоля. За счет этого в двигателе поддерживается более высокий уровень температуры. Для использования при очень низких температурах (< -40 °C) предлагается средство BASF G206.

Антикоррозийное действие охлаждающей жидкости гарантируется только при полностью заполненном контуре охлаждения.

Только допущенные антикоррозийные средства для внутренней консервации контура охлаждения, в том числе при слитой среде, обеспечивают достаточную защиту от коррозии. Это означает, что после слива охлаждающей жидкости требуется консервация контура охлаждения, если в него не заливают новую охлаждающую жидкость. Порядок действий описан в Инструкции по консервации MTU A001070/...

Охлаждающая жидкость готовится из пресной воды и одной из присадок охлаждающей жидкости, допущенной MTU. Подготовка охлаждающей жидкости выполняется вне двигателя.

Важно

Смеси из различных присадок к охлаждающей жидкости и других присадок (в том числе в фильтрах ОЖ и фильтрах после компонентов установки) не допускаются!

Важно

В готовых смесях содержание присадки к охлаждающей жидкости (концентрат) всегда указывается первым.

Пример: Coolant AN 40/60 Antifreeze Premix = присадка к охлаждающей жидкости 40 % по объему / пресная вода 60 % по объему

3.1.2 Контроль качества / подготовка охлаждающей жидкости

Для безотказной работы двигателя чрезвычайно важными являются предварительный анализ пресной воды и контроль охлаждающей жидкости. Анализ охлаждающей жидкости следует проводить минимум раз в год или при каждом наполнении. Рекомендуется использовать экспресс-лабораторию MTU. Экспресс-лаборатория содержит все необходимые приборы, химикаты и инструкцию по их применению.

При помощи экспресс-лаборатории MTU можно проводить следующие исследования:

- определение общей жесткости (°d)
- определение уровня pH
- определение содержания хлоридов в пресной воде
- определение концентрации антифриза
- определение концентрации охлаждающей жидкости без защиты от замерзания

Анализ пресной воды и охлаждающей жидкости проводится в MTU по заказу. Объем жидкости для анализа не менее 0,25 л.

Допустимые концентрации антифриза

	Мин.			Макс.
Антифриз на основе этиленгликоля	35 % по объ- ему	40 % по объ- ему	45 % по объ- ему	50 % по объ- ему
С защитой от замерзания до*	-20 °C	-25 °C	-31 °C	-37 °C
BASF G206	65 % по объему для применения при температуре окружающей среды до -65 °C в арктических регионах			
* = данные по защите от замерзания определены в соответствии с ASTM D 1177				

Таблица 17: Допустимые концентрации антифриза

Важно
После промывки контура охлаждающей жидкости двигателя концентрация антифриза не должна быть ниже 35 % по объему.

Антифризы добавляются к пресной воде в концентрации не менее 35 % по объему, если достаточно защиты от замерзания до -20 °C. Если ожидается более низкая температура, концентрацию антифриза необходимо соответственно увеличить. Концентрация не должна превышать 50 % по объему.

Смеси, в которых объемная доля антифриза менее 35%, не гарантируют достаточную защиту от коррозии

В зимнем и летнем режиме эксплуатации использовать подготовленную воду. Потери охлаждающей жидкости компенсировать таким образом, чтобы поддерживать концентрацию антифриза.

Допустимые концентрации – Охлаждающая жидкость без защиты от замерзания для любых вариантов использования

Допустимый диапазон концентрации	Изготовитель	Марка	Показания ручного рефрактометра ¹⁾ при 20 °C (= число Брикса) % по объему					
			7	8	9	10	11	12
9–11 % по объему	MTU Friedrichshafen	Coolant CS 100 Corrosion Inhibitor Concentrate	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
		Coolant CS 10/90 Corrosion Inhibitor Premix	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	MTU America	Power Cool® Plus 6000	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	Arteco	Freecor NBI	Используйте тестовый набор изготовителя					
	BASF SE	Glysacorr G93 green	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	BP Lubricants	Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	CCI Corporation	A 216	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	CCI Manufacturing IL Corporation	A 216	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Chevron	Texcool A -200	Используйте тестовый набор изготовителя					
	Detroit Diesel Corporation	Power Cool Plus 6000	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Drew Marine	Drewgard XTA	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Ginouves	York 719	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	Old World Industries Inc.	Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A 216)	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Valvoline	Zerex G-93	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0

¹⁾ = Определение концентрации при помощи подходящего ручного рефрактометра

Таблица 18: Допустимые концентрации – Охлаждающая жидкость без защиты от замерзания для любых вариантов использования

Ручной рефрактометр калибруется в чистой воде при температуре ОЖ. Температура охлаждающей жидкости должна составлять 20 °C. Следует учитывать данные производителя.

Важно

После промывки контура охлаждающей жидкости двигателя концентрация антикоррозийного средства не должна быть ниже 9 % по объему.

Допустимые концентрации – дополнительные охлаждающие жидкости без защиты от замерзания исключительно для судовых двигателей (без компонентов из легких сплавов)

Допустимый диапазон концентрации	Изготовитель	Марка	Показания ручного рефрактометра ¹⁾ при 20 °С (= число Брикса) % по объему					
			7	8	9	10	11	12
7–11 % по объему	Arteco	Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor XLI [EU 32765]	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4
	Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3443	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
		Alfloc (Maxitreat) 3477	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
	PrixMax Australia Pty. Ltd.	PrixMax RCP	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4
	Total	WT Supra	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4
5–6 % по объему	Fleetguard	DCA-4L	Используйте тестовый набор изготовителя					
3–4 % по объему	Detroit Diesel Corporation	Power Cool 2000	Используйте тестовый набор изготовителя					
	Nalco	Alfloc 2000						
		Nalco 2000						
		Nalcool 2000						
		Trac 102						
Penray	Pencool 2000							
¹⁾ = Определение концентрации при помощи подходящего ручного рефрактометра								

Таблица 19: Допустимые концентрации – дополнительные охлаждающие жидкости без защиты от замерзания исключительно для судовых двигателей (без компонентов из легких сплавов)

Ручной рефрактометр калибруется в чистой воде при температуре ОЖ. Температура охлаждающей жидкости должна составлять 20 °С. Следует учитывать данные производителя.

Допустимые концентрации – Антифриз на основе этиленгликоля

Определение концентрации осуществляется при помощи подходящего рефрактометра гликолей и прямого считывания показаний в % по объему со шкалы.

Таблица эталонных значений для антифриза специального назначения

Показания ручного рефрактометра при 20 °С (= число Брикса)		Соответствует концентрации
I. Антифриз на основе пропиленгликоля	II. BASF G206	
26,3	24,8	35 % по объему
26,9	25,5	36 % по объему
27,5	26,1	37 % по объему
28,2	26,7	38 % по объему
28,8	27,4	39 % по объему
29,5	28,0	40 % по объему

Показания ручного рефрактометра при 20 °С (= число Брикса)		Соответствует концентрации
I. Антифриз на основе пропиленгликоля	II. BASF G206	
30,1	28,6	41 % по объему
30,8	29,2	42 % по объему
31,3	29,8	43 % по объему
31,9	30,4	44 % по объему
32,5	30,9	45 % по объему
33,1	31,5	46 % по объему
33,7	32,1	47 % по объему
34,2	32,6	48 % по объему
34,8	33,2	49 % по объему
35,3	33,8	50 % по объему
	34,4	51 % по объему
	34,9	52 % по объему
	35,5	53 % по объему
	36,1	54 % по объему
	36,7	55 % по объему
	37,2	56 % по объему
	37,8	57 % по объему
	38,3	58 % по объему
	38,9	59 % по объему
	39,4	60 % по объему
	39,9	61 % по объему
	40,5	62 % по объему
	41,0	63 % по объему
	41,5	64 % по объему
	42,0	65 % по объему

Таблица 20: Таблица эталонных значений для антифриза специального назначения

Предельные значения для охлаждающей жидкости

Уровень pH при использовании		
– антифриза	мин. 7,5	макс. 9,0
– охлаждающей жидкости без защиты от замерзания для двигателей с компонентами из легких сплавов	мин. 7,5	макс. 9,0
– охлаждающей жидкости без защиты от замерзания для двигателей без компонентов из легких сплавов	мин. 7,5	макс. 11,0
Кремний (относится к кремнийсодержащим охлаждающим жидкостям)	мин. 25 мг/л	

Важно

Для полной достоверности анализа состояния охлаждающей жидкости необходимо учесть не только вышеупомянутые предельные значения, но и параметрические данные конкретной охлаждающей жидкости, а также качество используемой пресной воды.

3.1.3 Стабильность концентратов охлаждающей жидкости при хранении

Срок хранения указан для невскрытой и герметичной оригинальной упаковки при температуре хранения до 30 °С.

Соблюдать инструкции изготовителя.

Концентрат охлаждающей жидкости	Предельное значение	Марка / Примечания
Антифриз	ок. 3 лет	Соблюдать инструкции изготовителя
Продукты, содержащие пропиленгликоль	3 года	BASF G206
Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания	6 месяцев	Nalco Trac 102
	2 года	Arteco Freecor NBI Chevron Texcool A-200 Detroit Diesel Corp. Power Cool 2000 Nalco Alfloc 2000 Nalco Nalcool 2000 Nalco Nalco 2000 Penray Pencool 2000 PrixMax RCP
	3 года	BASF Glyscorr G93 green Drew Marine Drewgard XTA Ginouves York 719 MTU Friedrichshafen Coolant CS100 MTU America Power Cool® Plus 6000 Nalco Alfloc (Maxitreat) 3477 Valvoline ZEREX G-93
	5 лет	Arteco Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor XLI [EU 032765] BP Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor CCI Corporation A216 CCI Manufacturing IL A216 Chevron Texaco Extended Life Corrosion Inhibitor Nitrite Free [US 236514] Detroit Diesel Corp. Power Cool Plus 6000 ExxonMobil Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor Fleetguard DCA-4L Old World Industries Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A216) Total WT Supra

Таблица 21: Стабильность концентратов охлаждающей жидкости при хранении

Важно
<ul style="list-style-type: none"> Нельзя хранить в оцинкованных емкостях в целях защиты от коррозии. Это нужно учитывать, если требуется перелить средство. Емкости следует хранить в закрытом виде в сухом холодном месте. Зимой следует обеспечить защиту от замерзания. Дополнительную информацию см. в технических спецификациях и сертификатах безопасности охлаждающих жидкостей.

TIM-ID: 0000078631 - 001

3.1.4 Цветные присадки для обнаружения утечек в контуре охлаждающей жидкости

Перечисленные ниже флуоресцирующие красители допущены в качестве присадки к охлаждающей жидкости без защиты от замерзания и антифризу для обнаружения утечек.

Изготовитель	Название средства	Номер по каталогу	Размер бочки	Стойкость при хранении ¹⁾
Chromatech Inc. Chromatech Europe B.V.	D11014 Chromatint Uranine Conc	X00066947	20 кг	2 года

Таблица 22: Допущенные цветные присадки

¹⁾ = для оригинальной и герметично закрытой упаковки при хранении в условиях, не вызывающих коррозию (> 5 °C)

Вид применения:

Добавляется прим. 40 г красителя на 180 л охлаждающей жидкости.

Это количество красителя рассчитано с запасом и не должно превышать.

Флуоресценция (желтый оттенок) хорошо видна при дневном освещении. В темных помещениях можно использовать УФ-лампу с длиной волны 365 нм.

3.1.5 Предотвращение повреждений в системе охлаждения

- При доливке (после вытекания охлаждающей жидкости) необходимо следить за тем, чтобы доливалась не только вода, но и концентрат. Необходимо добиться предписанного уровня защиты от замерзания и от коррозии.
- Концентрация антикоррозийного средства не должна превышать 50 % по объему. Использовать антифриз. В противном случае ухудшаются характеристики защиты от замерзания и теплоотвод. Единственное исключение: BASF G206 (особая область применения)
- Охлаждающая жидкость не должна содержать остатков масла или меди (в нерастворенном или растворенном виде).
- Допущенные на данное время антикоррозийные средства для внутренней консервации контура охлаждения имеют, преимущественно, водную основу и потому не обеспечивают защиту от замерзания. Так как после слива жидкости некоторое ее количество остается в двигателе, нужно проследить, чтобы законсервированные двигатели хранились в местах, защищенных от мороза.
- Как правило, контур охлаждающей жидкости не удается опорожнить полностью, то есть, остатки использованной охлаждающей жидкости или пресной воды после процесса промывки остаются в двигателе. Эти остатки могут вызвать эффект разбавления заливаемой охлаждающей жидкости (полученной из концентрата или готовой смеси). Эффект разбавления будет тем сильнее, чем больше навесных агрегатов установлено на двигатель. Необходимо проверить и, при необходимости, откорректировать концентрацию охлаждающей жидкости в контуре.

Важно

Все охлаждающие жидкости, допущенные в данных ТУ на эксплуатационные материалы, относятся исключительно к контуру охлаждения двигателей/систем MTU. В комплексных силовых установках необходимо дополнительно учитывать разрешение на использование рабочих жидкостей производителей компонентов.

Важно

В целях защиты от коррозии не допускается вводить двигатель в эксплуатацию с чистой водой, без добавления антикоррозийных ингибиторов.

3.1.6 Неподходящие материалы в контуре охлаждающей жидкости

Компоненты из меди, цинка и латуни

Компоненты из меди, цинка и латуни (или с оцинкованными поверхностями) в контуре охлаждающей жидкости (включая подающие и отводящие трубопроводы) могут, в случае несоблюдения различных условий, вызывать электрохимическую реакцию при соединении с недорогими металлами (например, алюминием). В результате возможна коррозия недорогих металлов, в том числе, сквозная. Контур охлаждающей жидкости теряет негерметичность в этих местах.

Неметаллические материалы

- Не использовать EPDM и эластомеры силикона вместе с эмульсионными антикоррозийными маслами и прочими маслами в контуре охлаждающей жидкости.

Фильтр охлаждающей жидкости / фильтр после компонентов установки

- В случае применения подобных фильтров можно использовать только средства без присадок. Присадки, такие как силикаты, нитриты и т. п., могут снизить защитное действие и срок службы охлаждающей жидкости и, как следствие, воздействовать на материалы компонентов контура охлаждающей жидкости.

Информация:

В случае сомнений по поводу применения материалов для двигателя и навесных агрегатов / деталей контура охлаждающей жидкости обратитесь за консультацией к специалистам компании MTU.

3.1.7 Требования к пресной воде BR4000

Для подготовки охлаждающей жидкости с антифризом или без него следует использовать только чистую и прозрачную воду с характеристиками в соответствии со следующей таблицей. При превышении предельных значений воды можно добавлять деминерализованную воду для снижения жесткости или содержания солей.

Параметр	Мин.	Макс.
Сумма щелочноземельных элементов *) (жесткость воды)	0 ммоль/л 0 °d	2,7 ммоль/л 15°d
Уровень pH при 20 °C	5,5	8,0
Содержание хлорид-ионов		100 мг/л
Содержание сульфат-ионов		100 мг/л
Количество анионов		200 мг/л
Бактерии		10 ³ КОЕ (колониеобразующих единиц)/мл
Грибы, дрожжи	недопустимы!	

Таблица 23: Требования к пресной воде BR4000

*) Принятые обозначения для жесткости воды в различных странах:

1 ммоль/л = 5,6 °d = 100 мг/кг CaCO₃

- 1 °d = 17,9 мг/кг CaCO₃, для США
- 1 °d = 1,79° для Франции
- 1°d = 1,25° для Великобритании

3.1.8 Требования к пресной воде BR400

Для подготовки охлаждающей жидкости следует использовать только чистую и прозрачную воду с характеристиками в соответствии со следующей таблицей. При превышении предельных значений воды можно добавлять деминерализованную воду для снижения жесткости или содержания солей.

Общие требования	Прозрачная, бесцветная и без нерастворимых веществ	
рН-значение (25 °С)	От 7,4 до 8,5	
Электропроводность (25 °С)	< 300	мкС/см
Сумма щелочноземельных элементов	От 0,9 до 1,3 От 5 до 7	ммоль/л °dH
Хлорид	< 80	мг/л
Сульфат	< 70	мг/л
Железо	< 0,2	мг/л
Бактерии	< 10 ³	КОЕ (колониеобразующих единиц)/мл
Грибы, дрожжи	недопустимы!	

Таблица 24: Требования к пресной воде BR400

3.2 Газовый двигатель BR4000 – Судовой двигатель

3.2.1 Охлаждающие жидкости – общие сведения

Важно

Замена охлаждающей жидкости зависит от времени работы (часы/год) двигателя, в зависимости от того, какой срок наступит раньше.

Моточасы = время предпускового подогрева + время работы двигателя

Важно

Все значения относятся к контуру охлаждающей жидкости на стороне двигателя, внешние навесные агрегаты не учитываются.

Важно

Для контура охлаждения двигателя без компонентов из легких сплавов, но с навесными агрегатами, содержащими компоненты из легких сплавов (например, внешней системой охлаждения) действуют допуски охлаждающих жидкостей для систем охлаждения, содержащих компоненты из легких сплавов. В случае сомнений обратитесь к специалистам компании MTU.

Важно

При использовании других продуктов действие гарантийных обязательств прекращается.

Подробное описание и особенности см. в главе «Общие сведения» (→ стр. 24) и «Неподходящие материалы в контуре охлаждающей жидкости» (→ стр. 33).

Возможные отклонения, оговоренные между заказчиком и компанией MTU-Friedrichshafen GmbH, по-прежнему действительны.

3.2.2 Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания – Концентраты для систем охлаждения без компонентов из легких сплавов

Подробное описание и особенности см. в главе «Охлаждающие жидкости» (→ стр. 24)

Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания – Концентраты

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS100 Corrosion Inhibitor Concentrate		X				6000 / 2	X00057233 (20 л) X00057232 (210 л) X00070455 (1000 л) Поставляется также через MTU Asia
MTU America Inc.	Power Cool®Plus 6000 Concentrate		X				6000 / 2	Зеленый оттенок 23533526 (1 галлон) 23533527 (5 галлонов) Поставляется через MTU America
Arteco NV	Freecor NBI		X				6000 / 2	
	Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor [EU Code 32765] (XLI)	X					6000 / 2	
BASF SE	Glyscorr G93 green		X				6000 / 2	X00054105 (бочка) X00058062 (канистра)
BP Lubricants	Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6000 / 2	
CCI Corporation	A 216	X				X	6000 / 2	
CCI Manufacturing IL Corporation	A 216	X				X	6000 / 2	X00051509 (208 л)
Chevron Corp.	Texcool A – 200		X				6000 / 2	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus 2000		X	X			6000 / 2	
	Power Cool Plus 6000	X				X	6000 / 2	Красный оттенок
Drew Marine	Drewgard XTA		X				6000 / 2	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6000 / 2	
Fleetguard	DCA-4L		X	X	X		2000 / 1	
Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3477	X					6000 / 2	
	Alfloc 2000		X	X			6000 / 2	
	Nalco 2000		X	X			6000 / 2	
	Nalcool 2000		X	X			6000 / 2	
	Trac 102		X	X			6000 / 2	
Old World Industries Inc.	Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A 216)	X				X	6000 / 2	

TIM-ID: 0000019146 - 005

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
Penray	Pencool 2000		X	X			6000 / 2	
PrixMax Australia Pty. Ltd.	PrixMax RCP	X					6000 / 2	
Total	Total WT Supra	X					6000 / 2	
Valvoline	Zerex G-93		X				6000 / 2	
YORK SAS	York 719		X				6000 / 2	

Таблица 25:

3.2.3 Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания – Готовые смеси для систем охлаждения без компонентов из легких сплавов

Подробное описание и особенности см. в главе «Охлаждающие жидкости» (→ стр. 24)

Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания – Готовые смеси

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS 10/90 Corrosion Inhibitor Premix		X				6000 / 2	X00069385 (20 л) X00069386 (210 л) X00069387 (1000 л) (Регион сбыта: Италия)
Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3443 (7 %)	X					6000 / 2	

Таблица 26:

3.2.4 Антифризы – Концентраты для систем охлаждения без компонентов из легких сплавов

Подробное описание и особенности см. в главе «Охлаждающие жидкости» (→ стр. 24).

Важно

У судовых двигателей применение антифризов допускается при температуре воды за бортом макс. до 25 °С. Это действительно для всех двигателей, которые охлаждаются забортной водой.

Антифризы – Концентраты

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH100 Antifreeze Concentrate	X	X				9000 / 5	X00057231 (20 л) X00057230 (210 л) X00068202 (1000 л) Поставляется также через MTU Asia
Avia Mineralöl AG	Antifreeze APN	X	X				9000 / 5	
	Antifreeze APN-S	X					9000 / 3	
BASF SE	Glysantin G48 bue green	X	X				9000 / 5	X00058054 (25 л) X00058053 (210 л)
	Glysantin G30 pink	X					9000 / 3	X00058072 (канистра) X00058071 (бочка)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect	X	X				9000 / 5	
BP Lubricants	ARAL Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
	Castrol Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48	X	X				9000 / 5	
Castrol	Castrol Radicool NF	X	X				9000 / 5	
CCI Corporation	L415	X				X	9000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C521	X				X	9000 / 3	
Classic Schmierstoff GmbH + Co. KG	Classic Kolda UE G48	X	X				9000 / 5	
Comma Oil & Chemicals Ltd.	Comma Xstream® G30® Antifreeze Coolant Concentrate	X					9000 / 3	
	Comma Xstream® G48® Antifreeze Coolant Concentrate	X	X				9000 / 5	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus Coolant	X				X	9000 / 3	

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
	Mobil Antifreeze Advanced	X					9000 / 3	
	Mobil Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
	Esso Antifreeze Advanced	X					9000 / 3	
	Esso Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
Finke Mineralölwerk GmbH	AVIATICON Finkofreeze F30	X					9000 / 3	
	AVIATICON Finkofreeze F48	X	X				9000 / 5	
Fuchs Petrolub SE	Maintain Fricofin	X	X				9000 / 5	
	Maintain Fricofin G12 Plus	X					9000 / 3	X00058074 (канистра) X00058073 (бочка)
Gaszpromneft Lubricants Ltd.	BELAZ G-Profi Antifreeze Red	X					9000 / 3	X00058075 (бочка)
Kuttenkeuler	Kuttenkeuler Antifreeze ANF KK48	X	X				9000 / 5	
	Glyostar® ST48	X	X				9000 / 5	
INA Maziva Ltd.	INA Antifriz AI Super	X	X				9000 / 5	
Mitan Mineralöl GmbH	Alpine C48	X	X				9000 / 5	
Nalco Australia	Nalcool NF 48 C	X	X				9000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Coolant Antifreeze	X				X	9000 / 3	
OMV	OMV Coolant Plus	X	X				9000 / 5	
	OMV Coolant SF	X					9000 / 3	
Panolin AG	Panolin Anti-Frost MT-325	X	X				9000 / 5	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Concentrate	X	X				9000 / 5	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	Antigel Power Cooling Concentrate	X	X				9000 / 5	
Total	Glacelf MDX	X	X				9000 / 5	
Valvoline	Zerex G-48	X	X				9000 / 3	
	Zerex G-30	X					9000 / 5	
YORK SAS	York 716	X	X				9000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 K	X					9000 / 3	

Таблица 27:

3.2.5 Антифризы – Концентраты специального назначения

Подробное описание и особенности см. в главе «Охлаждающие жидкости» (→ стр. 24)

Концентраты специального назначения

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
BASF SE	G206	X	X				9000 / 3	Для применения в арктических регионах (< -40 °C)

Таблица 28:

3.2.6 Антифризы – Готовые смеси для систем охлаждения без компонентов из легких сплавов

Антифризы – Готовые смеси

Подробное описание и особенности см. в главе «Охлаждающие жидкости» (→ стр. 24).

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH 35/65 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00069382 (20 л) X00069383 (210 л) X00069384 (1000 л) (Регион сбыта: Италия)
	Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070533 (20 л) X00070531 (210 л) X00070532 (1000 л) (Регион сбыта: Англия, Испания)
	Coolant AH 50/50 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070528 (20 л) X00070530 (210 л) X00070527 (1000 л) (Регион сбыта: Англия)
	Coolant RM 30 (40 %)	X					9000 / 3	X00073922 (20 л) X00073916 (205 л) X00073923 (1000 л)
MTU America Inc.	Power Cool® Universal 35/65 mix	X	X				9000 / 5	800085 (5 галлонов) 800086 (55 галлонов)
	Power Cool® Universal 50/50 mix	X	X				9000 / 5	800071 (5 галлонов) 800084 (55 галлонов)
Bantleon	Avilub Antifreeze Mix (50 %)	X	X				9000 / 5	X00049213 (210 л)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect Mix 3000	X					9000 / 3	Защита от замерзания до -24 °C
BP Lubricants	Castrol Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48 ready to use (50/50)	X	X				9000 / 5	
Castrol	Castrol Radicool NF Premix (45 %)	X	X				9000 / 5	
CCI Corporation	L 415 (50 %)	X				X	9000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C 521 (50 %)	X				X	9000 / 3	
Cepsa Comercial Petróleo S.A.U	Xtar Super Coolant Hybrid NF 50 %	X	X				9000 / 5	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
Finke Mineralölwerk GmbH	AVIATICON Finkofreeze F30 RM 40:60 +	X					9000 / 3	
	AVIATICON Finkofreeze F48 RM 50:50	X	X				9000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Prediluted Coolant / Antifreeze (50/50)	X				X	9000 / 3	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Ready-to-Use (50/50)	X	X				9000 / 5	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	L.R.-30 Power Cooling (44 %)	X	X				9000 / 5	
	L.R.-38 Power Cooling (52 %)	X	X				9000 / 5	
Total	Coolelf MDX (-26 °C)	X	X				9000 / 5	
Tosol-Sinzez	Glystantin Alu Protect/G30 Ready Mix	X					9000 / 3	
	Glystantin Protect Plus/G48 Ready Mix	X	X				9000 / 5	
Valentin Energie GmbH	Valentin Coolant Plus -25 °C Ready	X					9000 / 3	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 (50 %)	X					9000 / 3	

Таблица 29:

3.3 Газовый двигатель BR4000 – Генератор и генераторная установка

3.3.1 Охлаждающие жидкости – общие сведения

Важно

Замена охлаждающей жидкости зависит от времени работы (часы/год) двигателя, в зависимости от того, какой срок наступит раньше.

Моточасы = время предпускового подогрева + время работы двигателя

Важно

Все значения относятся к контуру охлаждающей жидкости на стороне двигателя, внешние навесные агрегаты не учитываются.

Важно

Для контура охлаждения двигателя без компонентов из легких сплавов, но с навесными агрегатами, содержащими компоненты из легких сплавов (например, внешней системой охлаждения) действуют допуски охлаждающих жидкостей для систем охлаждения, содержащих компоненты из легких сплавов. В случае сомнений обратитесь к специалистам компании MTU.

Важно

При использовании других продуктов действие гарантийных обязательств прекращается.

Подробное описание и особенности см. в главе «Общие сведения» (→ стр. 24) и «Неподходящие материалы в контуре охлаждающей жидкости» (→ стр. 33).

Возможные отклонения, оговоренные между заказчиком и компанией MTU-Friedrichshafen GmbH, по-прежнему действительны.

3.3.2 Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания – Концентраты для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов

Подробное описание и особенности см. в главе «Охлаждающие жидкости» (→ стр. 24).

Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания – Концентраты

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS100 Corrosion Inhibitor Concentrate		X				6000 / 2	X00057233 (20 л) X00057232 (210 л) X00070455 (1000 л) Поставляется также через MTU Asia
MTU America Inc.	Power Cool® Plus 6000 Concentrate		X				6000 / 2	Зеленый оттенок 23533526 (1 галлон) 23533527 (5 галлонов) Поставляется через MTU America
Arteco NV	Freecor NBI		X				6000 / 2	
BASF SE	Glyscorr G93 green		X				6000 / 2	X00054105 (бочка) X00058062 (канистра)
BP Lubricants	Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6000 / 2	
CCI Corporation	A 216	X				X	6000 / 2	
CCI Manufacturing IL Corporation	A 216	X				X	6000 / 2	X00051509 (208 л)
Chevron Corp.	Texcool A - 200		X				6000 / 2	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus 6000	X				X	6000 / 2	Красный оттенок
Drew Marine	Drewgard XTA		X				6000 / 2	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6000 / 2	
Old World Industries Inc.	Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A 216)	X				X	6000 / 2	
Valvoline	Zerex G-93		X				6000 / 2	
YORK SAS	York 719		X				6000 / 2	

Таблица 30:

3.3.3 Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания – Готовые смеси для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов

Подробное описание и особенности см. в главе «Охлаждающие жидкости» (→ стр. 24).

Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания – Готовые смеси

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS 10/90 Corrosion Inhibitor Premix		X				6000 / 2	X00069385 (20 л) X00069386 (210 л) X00069387 (1000 л) (Регион сбыта: Италия)

Таблица 31:

3.3.4 Антифризы – Концентраты для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов

Подробное описание и особенности см. в главе «Охлаждающие жидкости» (→ стр. 24).

Антифризы – Концентраты

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH100 Antifreeze Concentrate	X	X				9000 / 5	X00057231 (20 л) X00057230 (210 л) X00068202 (1000 л) Поставляется также через MTU Asia
Avia Mineralöl AG	Antifreeze APN	X	X				9000 / 5	
	Antifreeze APN-S	X					9000 / 3	
BASF SE	Glysantin G05		X	X			9000 / 5	
	Glysantin G48 bue green	X	X				9000 / 5	X00058054 (25 л) X00058053 (210 л)
	Glysantin G30 pink	X					9000 / 3	X00058072 (канистра) X00058071 (бочка)
	Glysantin G40 pink (Konzentrat)	X	X				9000 / 3	X00066724 (20 л) X00066725 (210 л) Применяемая концентрация от 40 до 50 % по объему
BayWa AG	Tectrol Coolprotect	X	X				9000 / 5	
BP Lubricants	ARAL Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
	Castrol Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48	X	X				9000 / 5	
	Motorex Coolant M 4,0 Concentrate	X	X				9000 / 3	Применяемая концентрация от 40 до 50 % по объему
Castrol	Castrol Radicool NF	X	X				9000 / 5	
CCI Corporation	L415	X				X	9000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C521	X				X	9000 / 3	
Clariant	Genantin Super		X	X			9000 / 3	
Classic Schmierstoff GmbH + Co. KG	Classic Kolda UE G48	X	X				9000 / 5	

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
Comma Oil & Chemicals Ltd.	Comma Xstream® G30® Antifreeze Coolant Concentrate	X					9000 / 3	
	Comma Xstream® G48® Antifreeze Coolant Concentrate	X	X				9000 / 5	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Antifreeze		X	X			9000 / 3	
	Power Cool Plus Coolant	X				X	9000 / 3	
	Power Cool Diesel Engine Coolant		X	X			9000 / 3	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
	Mobil Antifreeze Advanced	X					9000 / 3	
	Mobil Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
	Mobil Antifreeze Special		X	X			9000 / 5	
	Mobil Heavy Duty Coolant		X	X			9000 / 3	
	Mobil Mining Coolant		X	X			9000 / 3	
	Esso Antifreeze Advanced	X					9000 / 3	
	Esso Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
Finke Mineralölwerke GmbH	AVIATICON Fincofreeze F30	X					9000 / 3	
	AVIATICON Fincofreeze F48	X	X				9000 / 5	
Fuchs Petrolub SE	Maintain Fricofin	X	X				9000 / 5	
	Maintain Fricofin G12 Plus	X					9000 / 3	X00058074 (канистра) X00058073 (бочка)
Gazpromneft Lubricants Ltd.	Belaz G-Profi Antifreeze Red	X					9000 / 3	
Krafft S.L.U	Refrigerante ACU 2300		X	X			9000 / 3	X00058075 (бочка)
Kuttenkeuler	Kuttenkeuler Antifreeze ANF KK48	X	X				9000 / 5	
	Glyostar® ST48	X	X				9000 / 5	
INA Maziva Ltd.	INA Antifriz AI Super	X	X				9000 / 5	
Mitan Mineralöl GmbH	Alpine C48	X	X				9000 / 5	
Nalco	Nalcool 5990	X	X				9000 / 3	
Nalco Australia	Nalcool NF 48 C	X	X				9000 / 5	

TIM-ID: 0000080987 - 001

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
	Fleetcharge SCA Precharged Coolant/ Antifreeze		X	X			9000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Coolant Antifreeze	X				X	9000 / 3	
OMV	OMV Coolant Plus	X	X				9000 / 5	
	OMV Coolant SF	X					9000 / 3	
Panolin AG	Panolin Anti-Frost MT-325	X	X				9000 / 5	
Penske Power Systems	Power Cool - HB500 Coolant Concentrate	X	X				9000 / 3	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Concentrate	X	X				9000 / 3	
Recochem Inc.	R542	X	X				9000 / 3	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	Antigel Power Cooling Concentrate	X	X				9000 / 5	
Total	Glacelf MDX	X	X				9000 / 5	
Valvoline	Zerex G-05		X	X			9000 / 5	
	Zerex G-48	X	X				9000 / 3	
	Zerex G-30	X					9000 / 5	
	Zerex G-40	X	X				9000 / 3	Применяемая концентрация от 40 до 50 % по объему Номер для заказа: 800 180
YORK SAS	York 716	X	X				9000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 K	X					9000 / 3	

Таблица 32:

3.3.5 Антифризы – Концентраты специального назначения

Подробное описание и особенности см. в главе «Охлаждающие жидкости» (→ стр. 24)

Концентраты специального назначения

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания / Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
BASF SE	G206	X	X				9000 / 3	Для применения в арктических регионах (< -40 °C)

Таблица 33:

3.3.6 Антифризы – Готовые смеси для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов

Подробное описание и особенности см. в главе «Охлаждающие жидкости» (→ стр. 24).

Антифризы – Готовые смеси

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания/ Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH 35/65 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00069382 (20 л) X00069383 (210 л) X00069384 (1000 л) (Регион сбыта: Италия)
	Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070533 (20 л) X00070531 (210 л) X00070532 (1000 л) (Регион сбыта: Англия, Испания)
	Coolant AH 50/50 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070528 (20 л) X00070530 (210 л) X00070527 (1000 л) (Регион сбыта: Англия)
	Coolant RM30 (40%)	X					9000 / 3	X00073922 (20 л) X00073916 (205 л) X00073923 (1000 л)
MTU America Inc.	Power Cool® Universal 35/65 mix	X	X				9000 / 5	800085 (5 галлонов) 800086 (55 галлонов)
	Power Cool® Universal 50/50 mix	X	X				9000 / 5	800071 (5 галлонов) 800084 (55 галлонов)
	Power Cool® Off-Highway Coolant 50/50 Premix		X	X			9000 / 5	23533531 (5 галлонов) 23533532 (55 галлонов)
Bantleon	Avilub Antifreeze Mix (50 %)	X	X				9000 / 5	X00049213 (210 л)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect Mix 3000	X					9000 / 3	Защита от замерзания до -24 °C
BP Lubricants	Castrol Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48 ready to use (50/50)	X	X				9000 / 5	
	Motorex Coolant M 4,0 ready to use	X	X				9000 / 3	Защита от замерзания до -38 °C
Castrol	Castrol Radicool NF Premix (45 %)	X	X				9000 / 5	
CCI Corporation	L 415 (50 %)	X				X	9000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C 521 (50 %)	X				X	9000 / 3	

TIM-ID: 0000078607 - 002

Изготовитель	Марка	Ингибиторы					Срок службы часы/годы	Примечания/ Номер по каталогу
		Органические	Кремний	Нитрит	Фосфат	Молибдат		
Cespa Comercial Petróleo S.A.U.	Xtar Super Coolant Hybrid NF 50%	X	X				9000 / 5	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
	Power Cool Prediluted (50/50) Diesel Engine Coolant		X	X			9000 / 3	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
Finke Mineralölwerk GmbH	AVIATICON Finkofreeze F30 RM 40:60 +	X					9000 / 3	
	AVIATICON Finkofreeze F48 RM 50:50	X	X				9000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Prediluted Coolant / Antifreeze (50/50)	X				X	9000 / 3	
	Fleet Charge SCA Precharged 50/50 Prediluted Coolant		X	X			9000 / 3	
Penske Power Systems	Power Cool - HB500 Premix 50/50	X	X				9000 / 3	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Ready-to-Use (50/50)	X	X				9000 / 5	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	L.R.-30 Power Cooling (44 %)	X	X				9000 / 5	
	L.R.-38 Power Cooling (52 %)	X	X				9000 / 5	
Tosol-Sintez	Glysantin Alu Protect/G30 Ready Mix	X					9000 / 3	
	Glysantin Protect Plus/G48 Ready Mix	X	X				9000 / 5	
Total	Coolelf MDX (-26 °C)	X	X				9000 / 5	
Valentin Energie GmbH	Valentin Coolant Plus -25 °C Ready	X					9000 / 3	
Valvoline	Zerex G-05 50/50 Mix		X	X			9000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 (50 %)	X					9000 / 3	

Таблица 34:

TIM-ID: 0000078607 - 002

3.4 Газовый двигатель BR400 – Генераторная установка

3.4.1 Допущенные охлаждающие жидкости

Важно

При использовании других продуктов действие гарантийных обязательств прекращается.

Антифризы – Готовые смеси (безсиликатные)

Изготовитель / Поставщик	Наименование
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant RM 30*
BayWa AG	Tectrol Coolprotect MIX3000*
Montana	Kühlerfrostschutz BHKW -25°*
Valentin Energie GmbH	Coolant Plus -25° Ready*

* Возможен увеличенный срок службы

Таблица 35:

Антифризы – Концентраты

Изготовитель / Поставщик	Наименование
BASF	Glysantin G30
Aral	Antifreeze Silikatfrei

Таблица 36:

Указание по гарантии

Настоятельно рекомендуется использовать готовые смеси антифриза для контура охлаждения двигателя.

При использовании таких готовых смесей гарантируется следующее:

- правильное соотношение воды с антифризом
- используемая (свежая) вода находится в пределах спецификаций «Требований к охлаждающей жидкости двигателя».

Соблюдение срока службы узлов возможно только при использовании воды согласно спецификациям. В противном случае на многих узлах имеется вероятность образования отложений, которые могут привести к снижению теплопередачи и, соответственно, снижению функциональности (теплообменник) или перегреву узлов.

При «самостоятельном смешивании» охлаждающей жидкости необходимо учитывать следующее:

- использовать только допущенные, безсиликатные антифризы в указанном соотношении с водой;
- должен быть подписан подтверждающий формуляр, что используемая вода соответствует требованиям ТУ на эксплуатационные материалы.

Проверка концентрации выполняется в соответствии с графиком технического обслуживания. Проверку охлаждающей жидкости следует проводить не реже одного раза в год или при каждом заполнении. Из-за старения охлаждающая жидкость должна заменяться каждые 25 000 моточасов или минимум раз в 3 года.

4 Виды топлива

4.1 Общие сведения

4.1.1 Использование топлива/горючего

Важно

Указанные предельные значения влажности топлива обязательны для соблюдения, в противном случае прекращается действие гарантийных обязательств.

Важно

В топливе не должно содержаться вызывающих коррозию соединений (таких как силоксаны и соединения фосфора, мышьяка, тяжелых металлов, серы, аммиака, хлора, фтора, брома, йода).

Указанные предельные значения обязательны для соблюдения, в противном случае прекращается действие гарантийных обязательств.

Газовые двигатели могут эксплуатироваться только с газами, допущенными для данного типа двигателя.

При эксплуатации на природном газе из централизованных систем газоснабжения необходимо перед вводом двигателя в эксплуатацию необходимо получить от газоснабжающей организации следующие сведения:

- соблюдаются ли указанные в спецификации минимальное метановое число и диапазон теплоты сгорания
- производится ли периодическое подмешивание бутано- или пропано-воздушных смесей
- возможна ли также подача биогаза в сеть природного газа (согласование через запрос в адрес производителя). Должны иметься результаты анализа газа.

Возможность использования допущенных типов газа проверять не реже одного раза в полгода путем анализа газа. Это позволяет вовремя распознать изменения, касающиеся:

- состава газа
- вредных примесей в газе

Использование топлива ограничивается только газообразными видами топлива. Жидкие виды топлива не допускаются.

Топливо должно быть технически очищенным от влаги, пыли и жидкостей. С помощью специальных мер необходимо исключить конденсацию в газовой системе (осушка, защита от охлаждения, предпусковой подогрев и др.). Коррозионные компоненты допускаются только в указанных далее концентрациях (→ стр. 57).

Если качество неочищенного газа превышает указанные предельные значения по сере, необходимо предусмотреть установку по обессериванию газа.

4.1.2 Основные компоненты природного газа и горючих газов биогенного происхождения

Общие предельные значения для основных компонентов природного газа и горючих газов биогенного происхождения

Подходящие для газовых двигателей компоненты представлены в следующих таблицах:

- Общие предельные значения для основных компонентов природного газа (→ Таблица 37)
- Общие предельные значения для основных компонентов горючих газов биогенного происхождения (→ Таблица 38)

Основные компоненты природного газа

Компонент	Ед. изм.	Диапазон (максимальное значение)
CH ₄	% по объему	От 80 до 100
C ₂ H ₆ (или сумма C ₂ H _x)	% по объему	< 12
C ₃ H ₈ (или сумма C ₃ H _x)	% по объему	< 9
C ₄ H ₁₀ (или сумма C ₄ H _x)	% по объему	< 2
C ₅ H ₁₂	% по объему	< 0,3
Углеводороды C ₅ +	% по объему	< 0,1
CO ₂	% по объему	< 10
N ₂	% по объему	< 15
Сумма CO ₂ + N ₂	% по объему	< 15
O ₂	% по объему	< 3
H ₂	% по объему	< 2
CO	% по объему	< 0,2

Таблица 37:

Перечисленные выше компоненты действительны для составов природного газа. Другие компоненты, отличающиеся от указанных выше (наряду с микроэлементами), для составов природного газа нетипичны.

Если компоненты природного газа превышают приведенные максимальные значения, перед использованием такого газа необходимо запросить разрешение у MTU Onsite Energy.

Основные компоненты горючих газов биогенного происхождения, полученные главным образом в процессе анаэробного разложения органических веществ (значения указаны без содержания воздуха)

Компонент	Ед. изм.	Диапазон (максимальное значение)
CH ₄	% по объему	От 40 до 85
CO ₂	% по объему	От 20 до 55
N ₂	% по объему	< 10
O ₂	% по объему	< 3
H ₂	% по объему	< 2
CO	% по объему	< 0,2

Таблица 38:

Перечисленные выше компоненты действительны для горючих газов биогенного происхождения. Другие компоненты, отличающиеся от указанных выше (наряду с микроэлементами), для горючих газов такого типа нетипичны.

Если компоненты горючего газа превышают приведенные максимальные значения, перед использованием такого газа необходимо запросить разрешение у MTU Onsite Energy.

4.1.3 Liquid Natural Gas (LNG)

Примечания по Liquid Natural Gas (LNG)

Обратить внимание, что бункерная расписка СПГ в кодексе IGF указывает содержание компонентов в процентах по массе. Такое представление значительно отличается от обычных представлений в молях или процентах по объему.

Резервуары для СПГ можно заполнять только до 90 % их объема. Любой приток тепла в резервуар с СПГ ведет к испарению некоторого количества сжиженного газа, который затем собирается в виде газа в фазе «выпаривания». Состав паровой фазы газа зависит от состава жидкой фазы. Доля N_2 в паровой фазе может в 20 раз превышать содержание азота в жидкой фазе. В отпарной газ может содержать 20 % по объему азота и 80 % по объему метана, а также следы этана.

EN 1160 ограничивает нижний предел метана 75 % массовой доли и верхний предел азота 5 % массовой доли в СПГ.

Для предотвращения эффектов «rollover» рекомендуется использование СПГ с содержанием азота < 1 % по массе.

«Rollover» обозначает образование паров и возрастающее вследствие этого давление из-за быстрого смешивания слоев жидкости, когда жидкость нижних слоев в резервуаре перегрета относительно давления в верхнем газовом пространстве резервуара.

В СПГ отсутствуют (или присутствуют только следы) CO_2 , так как CO_2 при температурах ниже $-56\text{ }^\circ\text{C}$ и при обычных давлениях в резервуаре 5,2 бар отвердевает. При нормальном давлении CO_2 сублимируется при $-78,5\text{ }^\circ\text{C}$.

4.1.4 Кремниевые и сернистые соединения в горючем газе

Кремниевые соединения в газе ведут к образованию осадка и способствуют повышенному износу. При этом также деактивируются катализаторы. Гарантия не распространяется на повреждения, причиной которых являются кремниевые и сернистые соединения.

Определение концентрации Si в смазочном масле и ее предельные значения см. в главе «Смазочные материалы» (→ стр. 10).

Определение содержания кремния и серы в горючем газе по результатам анализа

Измеренные значения концентрации (или содержания серы) в отдельных соединениях умножаются на массовые доли Si, S и определяется содержание кремния или серы.

Результат относится к теплоте сгорания горючих газов и представляется как теплота сгорания 10 кВт·ч (соответствует 1 м³ при нормальных условиях CH₄).

Измеренное содержание кремния по результатам анализа газа (или концентрация серы)

Концентрация кремния в очищенном газе	K Si	5,1 мг/м ³ при норм. условиях
Содержание CH ₄ в очищенном газе	K CH ₄	65 % по объему
Теплота сгорания газа, выделяющегося в процессе очистки сточных вод	Hi _n	6,5 кВт·ч/м ³ при норм. условиях

Пример: Расчетная концентрация кремния ограничена до Hi_n = 10 кВт·ч/м³ при норм. условиях

$$K_{Si} \text{ 10 (кВт/м}^3 \text{ при норм. условиях)} = K_{Si \text{ измер.}} \times \frac{Hi_n \text{ измер.}}{10 \text{ (кВт·ч/м}^3 \text{ при норм. условиях)}} =$$

$$5,1 \text{ (мг Si/м}^3 \text{ при норм. условиях)} \times \frac{6,5}{10} = 3,3 \text{ (мг Si/м}^3 \text{ при норм. условиях)}$$

4.2 Газовый двигатель BR4000 – Судовой двигатель

4.2.1 Общие сведения

Важно

Гарантийные обязательства не распространяются на случаи нанесения ущерба и/или повреждения (коррозия, загрязнения и т. п.), возникшие в результате воздействия газов или веществ, о наличии которых не было известно и которые не были согласованы.

4.2.2 Требования, предъявляемые к горючим газам

Требования и граничные условия для газовых двигателей MTU, используемых на судах

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Вид газа		Природный газ	Действительно для природного газа Н, другие газы в настоящее время не имеют допуска.
Метановое число (МЧ)	–	≥ 70	В зависимости от типа, мощности и расхода топлива может потребоваться адаптация. Соблюдать указания руководства по эксплуатации (технические характеристики). Для меньших значений требуется запрос в адрес производителя, а также анализ газа. Снижение мощности двигателя из-за контроля детонации. Метановое число рассчитано по DIN EN 16726.
Низшая теплота сгорания $H_{i,n}$	кВт·ч/м ³ _n	$9,2 < H_{i,n} < 11,5$	При меньших или больших значениях требуется запрос в адрес производителя.
Число Воббе $W_{i,n}^{1), 2)}$	кВт·ч/м ³ _n	$11,77 < W_{i,n} < 14,18$	Число Воббе связано с теплотой сгорания. Число Воббе не должно выходить за пределы заданного диапазона.
Допустимая скорость изменения теплоты сгорания ¹⁾	кВт·ч/м ³ _n /мин	0,067	Необходимо устойчивое линейное изменение с частотой изменения 1/ч
Плотность газа ²⁾	кг/м ³ _n	От 0,73 до 0,84	Плотность газа может колебаться в зависимости от состава, для определенного типа газа она постоянная. При использовании газов из различных систем газоснабжения возможны изменения плотности.
Минимальное значение для давления газа перед участком регулирования газа	бар(м)	0,5	Актуально для холостого хода и малой нагрузки. Соблюдать спецификацию для участка регулирования газа соответствующего проекта/типа двигателя.
Допустимый диапазон давления газа перед участком регулирования газа для обеспечения полной мощности двигателя и возможности ускорения.	бар(g) ^{<sup>sc</sup>} />	6,0... 10,0	Соблюдать спецификацию для участка регулирования газа соответствующего проекта/типа двигателя.

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Отклонение давления газа от регулируемой величины	бар	±0,5	Не разрешается выходить за нижний предел установочного значения давления газа перед участком регулирования газа.
Допустимая скорость изменения давления газа перед участком регулирования газа	бар/с	0,3	Требуется устойчивое изменение, действительно для динамического и равномерного режимов двигателя.
Температура газа	°С	10...40	Конденсация водяного пара при < 10 °С, термическое старение бутадиен-нитрильного каучука, из которого выполнены прокладки, мембраны; при повышенных температурах материал твердеет и становится хрупким. Для пуска также действуют минимальные температуры. Соблюдать спецификацию для участка регулирования газа соответствующего проекта/типа двигателя. Для меньших и больших температур требуется запрос в адрес производителя.
Допустимая скорость изменения температуры газа	К/мин	10	
Вода: Точка росы	°С	0	При рабочем давлении. Конденсация водяного пара в диапазоне температуры и давления недопустима. При более высоких значениях необходимо предусмотреть осушение газа. Действительно для всего диапазона температур газа.
Масляные пары (НС с количеством атомов углерода >5)	мг/м ³ н	< 10	Без образования конденсата в трубопроводах подачи горючего газа или его смеси с воздухом. Без образования конденсируемых масляных паров (тумана).
Пары растворителя НС	мг/м ³ н	0	Требуется запрос в адрес изготовителя и анализ
Органические соединения кремния (например, силан, силоксан, силикон)	мг/м ³ н CH ₄	< 1,0	Требуется запрос в адрес изготовителя и анализ
Неорганические соединения кремния	мг/м ³ н	< 5	При Si > 5 мг/м ³ при норм. условиях, в пересчете на 100%-е содержание горючего газа CH ₄ , при анализе масла необходимо учитывать продукты износа.
Пыль 3–10 мкм	мг/м ³ н	< 5	Технологическая карта DVGW G260

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Пыль <3 мкм	мг/м ³ _n	Анализ	Требуется анализ
Сероводород	мг/кг	7	DIN 5 1624
Общее содержание серы	мг/кг	10	DIN 5 1624
Хлор	мг/м ³ _n	10 ³⁾	При больших значениях требуется запрос в адрес изготовителя и анализ
Фтор	мг/м ³ _n	5 ³⁾	При больших значениях требуется запрос в адрес изготовителя и анализ
Хлор + фтор	мг/м ³ _n	10 ³⁾	При больших значениях требуется запрос в адрес изготовителя и анализ
NH ₃	промилле	70 ³⁾	При больших значениях требуется запрос в адрес изготовителя и анализ

Таблица 39:

- 1) = Теплота сгорания
Количество тепла, которое высвобождается в воздух при полном сгорании данного количества газа, при этом давление p , при котором происходит реакция, остается постоянным, и все продукты сгорания приводятся к той же температуре t , что и вещества, участвующие в реакции. При этом все продукты сгорания находятся в газообразном состоянии.
Стандартная энтальпия теплоты сгорания и число Воббе относятся к температуре 25 °С. Обратите внимание, что в американской литературе используются значения при опорной температуре 15 °С.
Перерасчет на другие опорные температуры можно произвести с помощью EN ISO 6976 или EN ISO 14912.
- 2) = Объемные значения приведены в пересчете на нормальные условия согласно DIN 1343. Нормальные условия – это физические условия, определяемые нормальной температурой $T_n = 273,15$ К или $t_n = 0$ °С и нормальным давлением $p_n = 101325$ Па = 1,01325 бар.
Обратите внимание, что в американской литературе и новых стандартах, таких как DIN EN 16726, отношение стандартной энтальпии для теплоты сгорания и теплоты сгорания, число Воббе рассчитывается при 15 °С и объемные значения определяются нормальной температурой $T_0 = 288,15$ К или $t_0 = 15$ °С и нормальным давлением $p_n = 101325$ Па = 1,01325 бар.
- 3) = Необязательное ориентировочное значение при использовании катализаторов окисления. Требуется анализ и запрос в адрес MTU.
Предельные значения относятся к теплоте сгорания 10 кВт·ч/м³_n, что соответствует пересчету на 100 объемных % метана или, при наличии других горючих компонентов в топливе, равному эквиваленту энергии и равному содержанию загрязнений.

4.2.3 Предписание по среде между стенками судового газопровода

Основные положения

Согласно IGF 5.5.2 все трубопроводы подачи горючего газа, которые прокладываются в машинном отделении, соответствующем концепции безопасного оборудования «safe machinery concept», должны иметь двойные стенки. Пространство между стенками, заполненное инертной средой, и соответствующая измерительная техника должны обеспечивать возможность обнаружения утечки газа. Код IGF принципиально предусматривает две возможности:

1. продувка/вентиляция полости воздухом
2. нагнетание давления инертного газа в пространстве между стенками выше, чем давление горючего газа в самом трубопроводе.

Газовая система судового двигателя MTU рассчитана на оба варианта эксплуатации. Участок регулирования газа может использоваться только с концепцией продувки воздухом. При этом среда в пространстве между стенками газопровода имеет следующую спецификацию:

1. Концепция продувки воздухом

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Тип среды		Воздух	Всасывание через отдельный воздухопровод снаружи судна
Температура среды на входе в двигатель	°C	0–50	
Влажность воздуха (абс.)	$\Gamma_{\text{вода}}/\text{кг}_{\text{сухой воздух}}$	37,7	
Содержание солей во всасываемом воздухе	промилле	50	
Объемный расход	м ³ /ч	11,5–30	Нижнее предельное значение ориентируется на макс. объем всего участка регулирования газа и подводящих трубопроводов. Нижнее предельное значение устанавливает минимальный воздухообмен/час. Верхнее предельное значение нельзя превышать, чтобы избежать высоких потерь давления.

Таблица 40:

2. Концепция избыточного давления инертного газа

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Тип среды		Азот	Азот из генератора или баллонов
Температура среды на входе в двигатель	°C	0–80	
Содержания воды	% по объему	≤ 50	Значение для азота 2,8
Чистота азота	% по объему	≥ 99,8	Значение для азота 2,8
Содержание кислорода	% по объему	≤ 100	Значение для азота 2,8
Диапазон давлений среды	бар (абс.)	< 11	

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Объем между стенками на двигателе (без участка регулирования газа) (двойные стенки)	м ³ _N	0,079–0,095	
Утечка	Г _{азот} /ч	1–1,5	Служит для расчета объема/интервалов дозаправки

Таблица 41:

Подробная информация по интеграции в газовую систему и примеры исполнения для контроля и размещения отдельных компонентов приводится на чертежах, в инструкциях по монтажу машин и в описании концепции безопасного оборудования.

4.3 Газовый двигатель BR4000 – Генератор и генераторная установка

4.3.1 Общие сведения

Важно

Гарантийные обязательства не распространяются на случаи нанесения ущерба и/или повреждения (коррозия, загрязнения и т. п.), возникшие в результате воздействия газов или веществ, о наличии которых не было известно и которые не были согласованы.

4.3.2 Природный газ – Требования, предъявляемые к горючим газам

Требования, предъявляемые к горючим газам

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Вид газа		Природный газ	Действительно для природного газа Н, L и газа из неосвоенных месторождений (метан угольных пластов). Другие газы в настоящее время не имеют допуска.
Изменение метанового числа	-/мин	5	Устойчивое линейное изменение с частотой не более 1/ч
Низшая теплота сгорания $H_{i,n}$	кВт·ч/м ³ при норм. условиях	$8,0 < H_{i,n} < 11,0$	Для более низких и более высоких значений требуется запрос в адрес производителя
Колебания теплоты сгорания относительно регулируемого параметра	%	± 5	Для более высоких значений требуется запрос в адрес производителя
Допустимая скорость изменения теплоты сгорания относительно регулируемой величины	%/мин	1,0	Необходимо устойчивое линейное изменение с частотой не более 1/ч
Плотность газа	кг/м ³ при норм. условиях	От 0,73 до 0,84	Плотность газа может колебаться в зависимости от его состава; для определенного вида газа она является постоянной. При использовании газов из различных систем газоснабжения возможны изменения плотности. При смене поставщика газа следует выполнить анализ газа и, при необходимости, регулировку смеси.
Колебания давления газа относительно регулируемого параметра	%	± 5	
Допустимая скорость изменения давления газа	мбар/мин	1	Необходимо устойчивое изменение
* = Для двигателей с нейтрализацией ОГ и/или рекуперацией теплоты ОГ могут действовать более низкие предельные значения. При использовании катализаторов окисления требуется анализ и консультация с MTU.			

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Температура газа Природный газ из централизованной системы газоснабжения	°C	5 < T < 45	<p>При опасности падения температуры ниже точки росы необходимо увеличить температуру газа.</p> <p>При отклонении температуры существует риск термического старения бутадиен-нитрильного каучука, из которого выполнены прокладки, мембраны; материал твердеет и становится хрупким.</p> <p>Указанные комбинации значений давления и теплоты сгорания могут ограничить диапазон температур. Для обеспечения эксплуатации с номинальной нагрузкой во всем диапазоне температур можно выполнить адаптацию давления.</p> <p>В установках на сжиженном природном газе допустимый диапазон температур необходимо откорректировать с учетом параметров установки. Вариант испарения газа должен быть проанализирован специалистами MTU.</p>
Природный газ из местных систем газоснабжения (СПГ)		15 < T < 45	
Колебание температуры газа относительно регулируемого параметра	°C	± 9	
Допустимая скорость изменения температуры газа	К/мин	0,3	
Относительная влажность газа в допустимом диапазоне температуры и давления	%	< 80	<p>Конденсация во всей системе подачи газа или смеси недопустима. Конденсация водяного пара в диапазоне температуры и давления недопустима.</p> <p>Образование конденсата в резервуарах и трубопроводах подачи горючего газа или его смеси с воздухом недопустимо.</p>
Макс. влажность газа, абсолютная	г/кг	< 20	
Масла / пары масла (углеводороды с количеством атомов углерода >8)	мг/м ³ при норм. условиях	< 0,4	Образование конденсата в трубопроводах подачи горючего газа или его смеси с воздухом, а также образование конденсируемых масляных паров (тумана) недопустимо
Длинноцепные углеводороды (C ₆ - C _n)	моль, %	нет данных	Требуется согласование с MTU
Пары растворителя HC	мг/м ³ при норм. условиях	0	Необходимо выполнить анализ и сделать запрос у производителя

* = Для двигателей с нейтрализацией ОГ и/или рекуперацией теплоты ОГ могут действовать более низкие предельные значения. При использовании катализаторов окисления требуется анализ и консультация с MTU.

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Органически связанный кремний	мг/м ³ при норм. условиях	< 1,0	
Неорганические соединения кремния	мг/м ³ при норм. условиях	< 6	При Si > 5 мг/м ³ при норм. условиях, в пересчете на 100%-е содержание горючего газа CH ₄ , при анализе масла необходимо учитывать продукты износа
Пыль 3 – 10 мкм	мг/м ³ при норм. условиях	5	Технологическая карта DVGW G260 Для обеспечения работы стандартных газовых приборов и газотехнического оборудования обычной конструкции необходимо удалять пыль.
Пыль < 3 мкм	мг/м ³ при норм. условиях	Технически свободно	Для пыли <3 мкм необходимо провести технический анализ, при необходимости, предусмотреть специальные фильтры.
Общее содержание серы	мг/м ³ при норм. условиях	30	Технологическая карта DVGW G260
Меркаптановая сера	мг/м ³ при норм. условиях	6	Технологическая карта DVGW G260
Сероводород H ₂ S	мг/м ³ при норм. условиях	5	Технологическая карта DVGW G260
Хлор	мг/м ³ при норм. условиях	10*	При более высоких значениях необходим запрос в адрес производителя и анализ
Фтор	мг/м ³ при норм. условиях	5*	При более высоких значениях необходим запрос в адрес производителя и анализ
Хлор + фтор	мг/м ³ при норм. условиях	10*	При более высоких значениях необходим запрос в адрес производителя и анализ
NH ₃	промилле	70*	При более высоких значениях необходим запрос в адрес производителя и анализ

* = Для двигателей с нейтрализацией ОГ и/или рекуперацией теплоты ОГ могут действовать более низкие предельные значения. При использовании катализаторов окисления требуется анализ и консультация с MTU.

Таблица 42: Требования и граничные условия для природного газа и соответствующей системы подачи топлива

Все приведенные предельные значения вредных веществ (в промилле и мг/м³) действительны для теплоты сгорания 10 кВт·ч/м³ при нормальных условиях, что соответствует пересчету на 100 объемных % метана или, при наличии других горючих компонентов в топливе, равному эквиваленту энергии и равному содержанию загрязнений.

Пример:

- Используется российский природный газ с теплотой сгорания 10 кВт·ч/м³ при нормальных условиях. Для этого газа допустимое значение общего содержания серы точно соответствует предельным значениям, указанным в таблице.
- При использовании газа, например, из восточного Ганновера с Ni,n = 8,15 кВт·ч/м³ при нормальных условиях, максимальное значение общего содержания серы вычисляется следующим образом:
Допустимое общее содержание серы = 30 мг/м³ при норм. условиях · (8,15 кВт·ч/м³ при норм. условиях : 10,0 кВт·ч/м³ при норм. условиях) = 24,5 мг/м³ при норм. условиях

4.3.3 Биогаз – Требования, предъявляемые к горючим газам

Требования к биогазовому топливу

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Вид газа		Биогазы из процессов анаэробного разложения органических веществ	
Метановое число (МЧ)	–	≥ 115	При меньшем значении опасность горения с детонацией. Требуется анализ газа и запрос в адрес производителя
Низшая теплота сгорания $H_{i,n}$	кВт·ч/м ³ при норм. условиях	$4,5 < H_{i,n} < 8,0$	Для более низких и более высоких значений требуется запрос в адрес производителя
Колебания теплоты сгорания относительно регулируемого параметра	%	± 20	Для более высоких значений требуется запрос в адрес производителя
Максимальная скорость изменения теплоты сгорания для регулируемого рабочего параметра	%/мин	1	Допустимо $< 1/ч$ В нормальном режиме
Быстрое изменение теплоты сгорания при запуске и в процессе разгона	%/мин	$< 10,0$	Допустимая частота изменений $< 1/ч$
Плотность газа	кг/м ³ при норм. условиях	От 0,93 до 1,40	Плотность газа может колебаться в зависимости от состава. При изменении основного субстрата и/или значительных изменениях соотношения субстратов необходимо выполнить анализ газа и, при необходимости, регулировку состава горючей смеси.
Колебание давления газа относительно регулируемой величины	%	± 10	Действительно для входа газа на дозирующем газовом клапане со стороны двигателя
Допустимая скорость изменения давления газа	мбар/мин	1	Действительно для входа газа на дозирующем газовом клапане со стороны двигателя

* = эти значения являются ориентировочными для двигателей серии 4000, для установок с нейтрализацией ОГ можно использовать более низкие предельные значения.

** = для двигателя 20V4000L32FB действительны меньшие значения. Необходим запрос в адрес производителя.

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Температура газа	°C	$5 < t < 45$	При работе двигателя недопустимы фазовые переходы в газозвушной смеси. При опасности падения температуры ниже точки росы необходимо увеличить температуру газа. При отклонении температуры существует риск термического старения бутадиен-нитрильного каучука, из которого выполнены прокладки, мембраны; при повышенных температурах материал твердеет и становится хрупким. Предельные значения действуют для входа газа на дозирующем газовом клапане со стороны двигателя
Колебание температуры газа относительно регулируемого параметра	°C	± 15	Действительно для входа газа на дозирующем газовом клапане со стороны двигателя
Допустимая скорость изменения температуры газа	К/мин	0,3	Действительно для входа газа на дозирующем газовом клапане со стороны двигателя
Относительная влажность газа в допустимом диапазоне температуры и давления	% г/кг	< 80 < 28	Конденсация во всей системе подачи газа или смеси недопустима. Конденсация водяного пара в диапазоне температуры и давления недопустима. Образование конденсата в трубопроводах подачи горючего газа или его смеси с воздухом недопустимо. При повышенных значениях или риске образования конденсата в рабочем диапазоне давления и температуры необходимо предусмотреть осушение газа. При работающем двигателе недопустимы фазовые переходы в топливно-воздушной смеси в диапазоне давления и температуры, при более высоких значениях необходимо предусмотреть осушение газа.
Макс. влажность газа, абсолютная			
Масла / пары масла	мг/м ³ при норм. условиях	< 0,4	Образование конденсата в трубопроводах подачи горючего газа или его смеси с воздухом, а также образование конденсируемых масляных паров (тумана) недопустимо.
Пары растворителя НС	мг/м ³ при норм. условиях	0	
Органические соединения кремния	мг/м ³ при норм. условиях	< 4*	При Si > 2 мг/м ³ при норм. условиях, в пересчете на 100%-е содержание горючего газа CH ₄ , при анализе масла необходимо учитывать продукты износа.

* = эти значения являются ориентировочными для двигателей серии 4000, для установок с нейтрализацией ОГ можно использовать более низкие предельные значения.

** = для двигателя 20V4000L32FB действительны меньшие значения. Необходим запрос в адрес производителя.

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Неорганические соединения кремния	мг/³ при норм. условиях	< 2*	
Пыль 3 – 10 мкм	мг/м³ при норм. условиях	5	Технологическая карта DVGW G260 Для обеспечения работы стандартных газовых приборов и газотехнического оборудования обычной конструкции необходимо удалять пыль. Для пыли <3 мкм необходимо провести технический анализ, при необходимости, предусмотреть специальные фильтры.
Пыль < 3 мкм	мг/м³ при норм. условиях	Технически свободно	
Органические и неорганические соединения кремния	мг/м³ при норм. условиях	6*	
Общее содержание серы	мг/м³ при норм. условиях	800* / **	
Меркаптановая сера	мг/м³ при норм. условиях	4*	
Сероводород H ₂ S	мг/м³ при норм. условиях	850*	
Сумма всех хлористых и фтористых соединений	мг/м³ при норм. условиях	≤ 40*	
Хлор	мг/м³ при норм. условиях	≤ 40*	При более высоких значениях необходим запрос в адрес производителя и анализ
Фтор		≤ 20*	При более высоких значениях необходим запрос в адрес производителя и анализ
NH ₃	промилле	70*	При более высоких значениях необходим запрос в адрес производителя и анализ

* = эти значения являются ориентировочными для двигателей серии 4000, для установок с нейтрализацией ОГ можно использовать более низкие предельные значения.

** = для двигателя 20V4000L32FB действительны меньшие значения. Необходим запрос в адрес производителя.

Таблица 43: Требования и граничные условия для биогазового топлива и соответствующей системы подачи топлива

При использовании серии 4000 в установках с или без рекуперации теплоты ОГ и/или систем нейтрализации ОГ необходимо учитывать данные, предоставляемые изготовителями установок.

Требования к «малозагрязненному биогазу»

Следующие предельные значения определяют «малозагрязненный биогаз». Все остальные предельные значения для малозагрязненного биогаза соответствуют общим предельным значениям для биогаза (→ Таблица 43).

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение	Примечание
Органические соединения кремния	мг/м ³ при норм. условиях	< 1*	При Si > 2 мг/м ³ при норм. условиях, в пересчете на 100%-е содержание горючего газа CH ₄ , при анализе масла необходимо учитывать продукты износа.
Неорганические соединения кремния	мг/м ³ при норм. условиях	< 0,5*	
Органические и неорганические соединения кремния	мг/м ³ при норм. условиях	1,5*	
Общее содержание серы	мг/м ³ при норм. условиях	140*	
Меркаптановая сера	мг/м ³ при норм. условиях	1*	
Сероводород H ₂ S	мг/м ³ при норм. условиях	150*	
Сумма всех хлористых и фтористых соединений	мг/м ³ при норм. условиях	≤ 8*	
Хлор	мг/м ³ при норм. условиях	≤ 8*	При более высоких значениях необходим запрос в адрес производителя и анализ
Фтор		≤ 4*	При более высоких значениях необходим запрос в адрес производителя и анализ
NH ₃	промилле	14*	При более высоких значениях необходим запрос в адрес производителя и анализ
* = эти значения являются ориентировочными для двигателей серии 4000, для установок с нейтрализацией ОГ можно использовать более низкие предельные значения (→ Таблица 45).			

Таблица 44: Требования и граничные условия для «малозагрязненного биогаза» и соответствующей системы подачи топлива

Все приведенные предельные значения вредных веществ (в промилле и мг/м³) действительны для теплоты сгорания 10 кВт·ч/м³ при нормальных условиях, что соответствует пересчету на 100 объемных % метана или, при наличии других горючих компонентов в топливе, равному эквиваленту энергии и равному содержанию загрязнений.

Пример:

- Используется российский природный газ с теплотой сгорания 10 кВт·ч/м³ при нормальных условиях. Для этого газа допустимое значение общего содержания серы точно соответствует предельным значениям, указанным в таблице.
- При использовании газа, например, из восточного Ганновера с $H_{i,n} = 8,15$ кВт·ч/м³ при нормальных условиях, максимальное значение общего содержания серы вычисляется следующим образом:
Допустимое общее содержание серы = 30 мг/м³ при норм. условиях · (8,15 кВт·ч/м³ при норм. условиях : 10,0 кВт·ч/м³ при норм. условиях) = 24,5 мг/м³ при норм. условиях

Концентрация вредных веществ в топливе (при нейтрализации / использовании теплоты ОГ)

В зависимости от использования необходимо соблюдать следующие максимально допустимые значения концентрации вредных веществ в топливе:

Параметр	Ед. изм.	Катализатор окисления / использование теплоты ОГ		
		Без* / 180 °C / без	C / 120 °C / 180 °C	C / Без
Сумма всех сернистых соединений (обозначается S)	мг/м ³ при норм. условиях	800	20	200
Сероводород (H ₂ S)	промилле	550	7	70
Сумма всех хлористых соединений (обозначается Cl)	мг/м ³ при норм. условиях	40	0,5	0,5
Сумма всех фтористых соединений (обозначается F)	мг/м ³ при норм. условиях	40	0,5	0,5
Сумма всех соединений кремния (обозначается Si)	мг/м ³ при норм. условиях	5	0	0
Аммиак (NH ₃)	промилле	30	30	30
Тяжелые металлы (Pb, Hg, As, Sb, Cd)	мкг/м ³ при норм. условиях	По запросу	10	10

* = для «малозагрязненного биогаза» действительны меньшие значения (→ Таблица 44).

Таблица 45: Концентрация вредных веществ в топливе

4.4 Газовый двигатель BR400 – Генераторная установка

4.4.1 Природный газ – Характеристики топлива

Требуемые характеристики топлива

На входе в участок регулирования газа (входит в комплект поставки MTU Onsite Energy) должны соблюдаться следующие характеристики топлива:

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение
Минимальное метановое число	См. Техническое описание	
Минимальная теплота сгорания	См. Техническое описание	
Скорость изменения теплоты сгорания	% в мин	< 1
Скорость изменения метанового числа	МЧ в мин	< 5
Мин. давление потока газа (избыточное давление)	мбар	< 20
Макс. давление потока газа (избыточное давление)	мбар	< 50
Макс. колебания давления газа (регулируемое колебание краткосрочно)	мбар	±5
Макс. скорость изменения давления газа	мбар/с	< 1
Температура газа	°С	От 5 до 45
Макс. содержание водяного пара	% по объему	< 0,5
Частицы пыли > 3 мкм	мг/м ³ при норм. условиях	< 5
Масляные компоненты	мг/м ³ при норм. условиях	< 0,4

Таблица 46: Требуемые характеристики топлива

Коррозионные компоненты, за исключением макс. общего содержания серы 30 мг/м³ при норм. условиях, краткосрочно 150 мг/м³ при норм. условиях, должны отсутствовать (аналогично инструкции DVGW G 260).

Внимание: Поставляемый газовый фильтр (50 мкм) на входе участка регулирования газа не гарантирует указанное выше предельное значение пыли и служит исключительно для защиты газопроводной арматуры.

4.4.2 Биогаз – Характеристики топлива

Избежать колебаний качества газа при использовании биогаза, очищенного или отвального газа нельзя, так же как и наличия вредных примесей.

Но, чтобы обеспечить бесперебойную эксплуатацию и предотвратить повреждения, все же необходимо соблюдать определенные предельные значения.

Если при вводе в эксплуатацию выявляется отсутствие топлива необходимого качества, то MTU Onsite Energy GmbH оставляет за собой право на калькуляцию прерванного ввода в эксплуатацию.

Соблюдение указанных в спецификации данных выброса вредных веществ и расхода действительно только для указанных базовых составов для биогаза, очищенного или отвального газа. При этом важно объемное соотношение CO_2 / CH_4 .

Важно

Перечисленные компоненты / предельные значения действительны для двигателей, работающих на биогазе. Другие компоненты / предельные значения не допускаются.

Требуемые характеристики топлива

На входе в участок регулирования газа (входит в комплект поставки MTU Onsite Energy) должны соблюдаться следующие характеристики топлива:

Параметр	Ед. изм.	Предельное значение
Минимальное метановое число	См. Техническое описание	
Минимальная теплота сгорания		
Скорость изменения теплоты сгорания	% в мин	1
Скорость изменения метанового числа	МЧ в мин	5
Объемное соотношение CO_2 / CH_4	-	$\leq 0,65$
Содержание метана, влажный	% по объему	См. Технические характеристики
Мин. давление потока газа (избыточное давление)	мбар	30
Макс. давление потока газа (избыточное давление)	мбар	50
Макс. колебания давления газа (регулируемое колебание краткосрочно)	мбар	± 5
Макс. скорость изменения давления газа	мбар/с	1
Макс. температура газа (без ухудшения характеристик)	$^{\circ}C$	35
Макс. содержание кислорода	% по объему	2
Макс. содержание водяного пара	% по объему	3,1
Охлаждение газа до минимума	$^{\circ}C$	< 25
Частицы пыли > 3 мкм	мг/м ³ при норм. условиях	5
Масляные компоненты	мг/м ³ при норм. условиях	0,4

Таблица 47: Требуемые характеристики топлива

ВНИМАНИЕ: Поставляемый газовый фильтр (50 мкм) на входе участка регулирования газа не гарантирует указанное выше предельное значение пыли и служит исключительно для защиты газопроводной арматуры.

4.4.3 Вредные примеси

В зависимости от использования необходимо соблюдать следующие максимально допустимые значения загрязнений в топливе:

Параметр	Ед. изм.	Катализатор окисления / использование теплоты ОГ					
		Без / 180 °C / Без		С / 120 °C / 180 °C	С / 180 °C / Без	С / 180 °C	С / Без
		Биогаз	Малозагрязненный биогаз	20 мг/м ³ при норм. условиях НСНО	200	30 мг/м ³ при норм. условиях НСНО	140
Сумма всех сернистых соединений (S)	мг/м ³ при норм. условиях	1200	140	20	200	70	140
соответствует сероводороду (H ₂ S)	промилле	840	50	14	140	50	100
Сумма всех хлористых соединений (Cl)	мг/м ³ при норм. условиях	100	8	0,5	0,5	0,5	0,5
Сумма всех фтористых соединений (F)	мг/м ³ при норм. условиях	50	8	0,5	0,5	0,5	0,5
Сумма всех кремниевых соединений (Si)	мг/м ³ при норм. условиях	5	4	0	0	0	0
Аммиак (NH ₃)	промилле	60	14	60	60	60	60
Тяжелые металлы (Pb, Hg, As, Sb, Cd)	мкг/м ³ при норм. условиях	По запросу	По запросу	10	10	10	10

* EMK = катализатор из благородного металла
 ** SRK = сероустойчивый катализатор

Таблица 48: Концентрация вредных веществ в топливе

Все приведенные предельные значения вредных веществ (в промилле и мг/м³) действительны для теплоты сгорания 10 кВт·ч/м³ при нормальных условиях, что соответствует пересчету на 100 объемных % метана или, при наличии других горючих компонентов в топливе, равному эквиваленту энергии и равному содержанию загрязнений.

Пример:

- Используется российский природный газ с теплотой сгорания 10 кВт·ч/м³ при нормальных условиях. Для этого газа допустимое значение общего содержания серы точно соответствует предельным значениям, указанным в таблице.
- При использовании газа, например, из восточного Ганновера с $H_i, n = 8,15$ кВт·ч/м³ при нормальных условиях, максимальное значение общего содержания серы вычисляется следующим образом:
 Допустимое общее содержание серы = $30 \text{ мг/м}^3 \text{ при норм. условиях} \cdot (8,15 \text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^3 \text{ при норм. условиях} : 10,0 \text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^3 \text{ при норм. условиях}) = 24,5 \text{ мг/м}^3 \text{ при норм. условиях}$

Если качество неочищенного газа превышает предельные значения по сере, необходимо предусмотреть установку по обессериванию газа.

Со специальным сероустойчивым катализатором окисления MTU, при соблюдении указанных предельных значений серы в топливе, допускается эксплуатация без обессеривания.

При превышении указанных предельных значений в режиме с рекуперацией теплоты ОГ усиливается образование коррозионных отложений, из-за которых могут возникать повреждения, ведущие к полному отказу узлов. Поэтому требуется чаще проводить очистку теплообменника ОГ.

По причине возможных колебаний содержания серы на практике MTU не может дать никаких гарантий относительно интервалов очистки.

В режиме с катализатором окисления без рекуперации теплоты ОГ температура ОГ в устье дымовой трубы должна быть выше 300 °С. Для достижения такой температуры необходимо изолировать выпускной трубопровод.

5 Система нейтрализации ОГ

5.1 Общие сведения

Для снижения выброса вредных веществ в двигателях со стехиометрическим составом горючей смеси (лямбда = 1, без избытка воздуха) используются 3-канальные катализаторы.

Для снижения выброса вредных веществ, образующихся из-за неполного сгорания продуктов сгорания, в двигателях, работающих на обедненной горючей смеси (с избытком воздуха), используются катализаторы окисления.

Для дополнительного снижения уровня NOx в отработавших газах двигателей на обедненной смеси могут использоваться катализаторы SCR (Selective Catalytic Reduction – катализатор селективного восстановления). Они восстанавливают при помощи восстановителя (раствор мочевины, доля мочевины 32,5%) окислы азота, содержащиеся в отработавших газах.

Чтобы гарантировать бесперебойную работу катализаторов в течение определенного времени, необходимо соблюдать все предписания ТУ на эксплуатационные материалы (относительно топлив, всасываемого воздуха, смазочных масел).

5.2 Восстановитель NOx AUS 32 для установок нейтрализации ОГ SCR

Для обеспечения эффективной работы установки нейтрализации ОГ необходимо, чтобы восстановитель отвечал требованиям стандарта DIN 70070 / ISO 222 41-1.

В Европе эти восстановители часто помечают товарным знаком «AdBlue».

Метод контроля для определения качества и характеристик восстановителя описан в стандартах DIN 70071 / ISO 222 41-2. (→ Таблица 49) В следующей таблице приведены показатели качества восстановителя и методы их оценки (выдержка из стандарта ISO 222 41-1).

Важно

Системы SCR фирмы MTU рассчитаны, как правило, на концентрацию мочевины 32,5 %. Использование восстановителей NOx с другой концентрацией мочевины (AUS 40, AUS 48) требует внесения изменений в дозирующую систему. Концентрация восстановителя должна соответствовать конструктивным параметрам системы.

В этом случае требования к чистоте восстановителя соответствуют требованиям стандарта для AUS 32

Важно

Присадки, обеспечивающие защиту от замерзания для AUS 32, или так называемая «зимняя мочеви́на» не имеют общего допуска.

Показатели качества восстановителя и методы их оценки

	Ед. изм.	Метод контроля ISO	Пределы
Содержание мочевины	% по массе	22241-2, приложение В	От 31,8 до 33,2
Плотность при 20 °С	кг/м ³	3675 12185	От 1087,0 до 1092,0
Коэффициент преломления при 20 °С		22241-2, приложение С	От 1,3817 до 1,3840
Щелочность как NH ₃	% по массе	22241-2, приложение D	макс. 0,2
Содержание биурета	% по массе	22241-2, приложение E	макс. 0,3
Содержание альдегида	мг/кг	22241-2, приложение F	макс. 5
Нерастворимые составляющие	мг/кг	22241-2, приложение G	макс. 20
Содержание фосфатов в виде PO ₄	мг/кг	22241-2, приложение В	макс. 0,5
Содержание металлов		22241-2, приложение I	
Кальций	мг/кг		макс. 0,5
Железо	мг/кг		макс. 0,5
Медь	мг/кг		макс. 0,2
Цинк	мг/кг		макс. 0,2
Хром	мг/кг		макс. 0,2
Никель	мг/кг		макс. 0,2
Алюминий	мг/кг		макс. 0,5
Магний	мг/кг		макс. 0,5
Натрий	мг/кг		макс. 0,5

	Ед. изм.	Метод контроля ISO	Пределы
Калий	мг/кг		макс. 0,5
Идентичность			Идентично эталонному образцу

Таблица 49: Показатели качества восстановителя и методы их оценки

Хранение восстановителя

Указания по хранению / упаковке / транспортировке, а также подходящим / неподходящим веществам в контуре восстановителя содержатся в стандарте ISO 222 41-3. При этом также необходимо соблюдать указания изготовителя.

Избегать воздействия прямых солнечных лучей, так как они способствуют появлению микроорганизмов и разложению восстановителя.

Чтобы избежать снижения качества, восстановитель AUS 32 по возможности следует хранить и транспортировать при температуре от -5 до +25 °С. Длительное хранение при температуре выше 25 °С может привести к разложению восстановителя.

Макс. постоянная температура хранения [°C]	Мин. срок хранения [месяцев]
≤ 10	36
≤ 25	18
≤ 30	12
≤ 35	6
>35	Каждую партию проверять перед использованием

Таблица 50: Температура хранения восстановителя

Важно
При -11 °С восстановитель выпадает в виде кристаллов.

5.3 Конденсат ОГ

Важно

Убедиться, что эксплуатационные материалы собираются в резервуары достаточного размера. Утилизировать эксплуатационные материалы согласно национальным предписаниям. Отработанное масло не сжигать и не утилизировать в топливном баке.

При сгорании топлива в двигателе кроме углекислого газа и водяного пара также образуется оксид азота NOx. В подсоединенных компонентах в присутствии конденсирующейся воды он преобразуется в азотистую кислоту. В зависимости от состава топлива могут образовываться другие неорганические и органические кислоты, например, серная или сернистая кислота. Легкий едкий запах и растворенное железо в пробах конденсата свидетельствуют о продуктах коррозии. Концентрация ионов водорода, то есть pH-значение таких проб конденсата, как правило, находится в сильнокислой или подкисленной области с pH = прикл. от 0,5 до 4.

Точка росы отработавших газов зависит от состава используемого горючего газа, а также от коэффициента избытка воздуха, с которым работает двигатель. Точка росы находится в диапазоне от 50 °C (двигатели на обедненной смеси) до 80 °C (лямбда = 1). Образование конденсата происходит в зависимости от кислотообразующих компонентов, но все же при температуре ОГ ниже прикл. 170 °C (кислотная точка росы).

Теоретически из 1 м³ природного газа при нормальных условиях возможно образование 1,5 кг конденсата. При охлаждении отработавших газов примерно до температуры 100 °C значимое количество конденсата образуется только в процессе разгона. При дальнейшем снижении температуры ОГ (ниже T = ок. 80 °C) конденсат начинает осаждаться непрерывно.

Чтобы ограничить образование конденсата (в теплообменнике ОГ или глушителе) до максимально низкого количества, на установках с охлаждением отработавших газов необходимо обеспечить следующие условия:

- в теплообменнике ОГ температура ОГ не опускается ниже 110 °C
- выпускные трубопроводы изолированы надлежащим образом
- максимально низкое соотношение пусков машины к моточасам (рекомендуются значения в среднем ниже, чем «один пуск» на четыре моточаса).

Линии отвода конденсата из различных узлов перед сифоном (или «водяным затвором»), по возможности, не соединять, так как в противном случае при работе из-за циркуляции в линии отвода конденсата будет постоянно выпадать конденсат.

Для конденсата должен быть предусмотрен свободный сток через сифон (или «водяной затвор») высотой не менее 400 мм. Но в любом случае сток должен находиться на 100 мм водяного столба выше соответствующего максимально допустимого противодавления ОГ машины. Это предотвращает выход отработавших газов из линии отвода конденсата. Конденсат ОГ следует нейтрализовать до его попадания в канализацию. Дополнительно требуется использовать маслоотделитель.

Линию отвода конденсата необходимо регулярно проверять в рабочих условиях и защищать от замерзания в зимнее время.

Конденсат ОГ разрешается сбрасывать в канализацию без предварительной обработки только после консультации с местными органами власти по управлению сточными водами. Запрещается сливать конденсат в почву. Общины в Германии или выбранные ими представители обязаны очищать сточные воды, к которым также относится конденсат. Возможно отнесение конденсата к категории «специальные отходы».

6 Инструкция по чистке и промывке системы циркуляции охлаждающей жидкости

6.1 Общие сведения

В контуре охлаждающей жидкости со временем возможно образование осадка вследствие старения присадок. Это может привести к снижению эффективности охлаждения, засорению трубопроводов системы вентиляции и отверстий для слива воды, а также к загрязнению окошек для контроля уровня воды.

Циркуляции охлаждающей жидкости могут также препятствовать неудовлетворительное качество воды или неправильно приготовленная охлаждающая жидкость.

В случае подобных неисправностей контур охлаждающей жидкости промыть пресной водой, при необходимости процедуру повторить.

Если описанная выше процедура промывки не дает результатов или же контур охлаждающей жидкости загрязнен слишком сильно, следует выполнить чистку системы и узлов, участвующих в ее работе.

Для промывки использовать исключительно чистую пресную воду (ни в коем случае не морскую или речную).

Для очистки следует использовать только допущенные компанией MTU средства в предписанной концентрации или соответствующие им продукты, см. (→ стр. 85). Соблюдать установленный порядок работ.

Непосредственно после промывки/очистки наполнить контуры двигателя охлаждающей жидкостью, подготовленной в соответствии с текущими ТУ на эксплуатационные материалы фирмы MTU. В противном случае существует риск образования коррозии!

Важно

Рабочая жидкость (подготовленная охлаждающая жидкость), использованная вода для промывки, чистящие средства и растворы могут представлять опасность. Поэтому при использовании, хранении или утилизации данных материалов необходимо соблюдать определенные правила.

Данные правила внесены в инструкции завода-изготовителя, нормативные акты и своды технических правил, действующих в стране эксплуатации. По причине возможных расхождений в правилах, принятых в разных странах, в данной инструкции невозможно привести общие правила, подлежащие выполнению во всех странах.

Поэтому потребитель обязан самостоятельно ознакомиться с действующими правилами своей страны. MTU не несет ответственности за неправильное или неправомерное использование допущенных фирмой эксплуатационных материалов и чистящих средств.

Важно

Масляный теплообменник двигателя с задиром подшипников или задиром поршня подлежит выбраковке.

Контрольные приборы, вспомогательные средства и эксплуатационные материалы

Экспресс-лаборатория MTU или электрическое измерительное устройство уровня pH

Используемые вспомогательные средства:

- Сжатый воздух
- Перегретый пар

Используемые эксплуатационные материалы:

- Пресная вода
- Подготовленная охлаждающая жидкость

6.2 Допущенные чистящие средства

Изготовитель	Название средства	Применяемая концентрация		Номер для заказа
Для контуров охлаждения двигателя:				
Kluthe	Hakutex 111 ^{1, 5)}	2 % по объему	жидкость	X00065751
	Hakupur 50-706-3 ¹⁰⁾	2 % по объему	жидкость	X00055629
Для узлов:				
Henkel	Bonderite C-AK FD ²⁾	1–10 % по массе	порошок	⁷⁾
	Bonderite C-MC 11120 ³⁾	2–10 % по массе	порошок	⁷⁾
Kluthe	Hakutex 60 MTU	100 % по объему	жидкость	X00070585 (25 кг)
Для контуров охлаждения с поражением бактериями, дрожжами, грибами (т. н. системные чистящие средства):				
Schülke & Mayr GmbH	Grotan WS Plus ⁵⁾	0,15 % по объему	жидкость	X00065326 (10 кг)
	Grotanol SR2 ⁶⁾	0,5 % по объему -%	жидкость	X00069827 (10 кг)
Для наветренной стороны внешнего радиатора:				
Kluthe	Hakupur 50 K ⁹⁾	0,5–5 % по объему	жидкость	X00070940 ⁷⁾
Для окрашенных, загрязненных поверхностей:				
Kluthe	Hakupur 449 ⁹⁾	1 % по объему	жидкость	X00071179 ⁷⁾

Таблица 51:

¹⁾ При наличии небольшого известкового налета, небольшой коррозии

²⁾ При наличии маслянистого известкового налета

³⁾ При наличии сильного известкового налета, предпочтительно

⁴⁾ При наличии сильного известкового налета

⁵⁾ Поражение бактериями до 10^4

⁶⁾ Поражение бактериями $> 10^4$, грибами и дрожжами

⁷⁾ Не поставляется со склада MTU

⁸⁾ При сильной коррозии; недопустимо для алюминиевых материалов

⁹⁾ Чистящее средство для очистки с помощью струйных аппаратов высокого давления (параметр: давление: 15 бар, мягкая разбрызгиваемая струя, температура чистящего средства: 80 °C)

¹⁰⁾ Непригодно для оцинкованных поверхностей

Важно

Необходимо учитывать данные в технических спецификациях и сертификатах безопасности продукта!

6.3 Контуры охлаждения двигателя – Промывка

1. Слить охлаждающую жидкость двигателя.
2. Измерить уровень pH пресной воды при помощи экспресс-лаборатории MTU или электрического измерительного устройства уровня pH.
3. Заполнить пресной водой контур охлаждения двигателя.

Важно

Никогда не заливать холодную воду в горячий двигатель!

4. Двигатель предварительно прогреть, запустить и затем прогреть во время движения.
5. Оставить двигатель работать на высоких оборотах около 30 мин.
6. Взять пробу промывочной воды в месте отбора пробы охлаждающей жидкости.
7. Заглушить двигатель.
8. Слить промывочную воду.
9. Измерить уровень pH пробы промывочной воды при помощи экспресс-лаборатории MTU или электрического измерительного устройства уровня pH и сравнить с уровнем pH пресной воды.
 - a) Разность уровней pH < 1: залить подготовленную охлаждающую жидкость и запустить двигатель.
 - b) Разность уровней pH > 1: залить пресную воду и повторить промывку.
 - c) Если разность уровней pH даже после 4–5-кратной промывки по-прежнему > 1: очистить контур охлаждающей жидкости, см. (→ стр. 87). Возможно, также следует очистить узлы системы, см. (→ стр. 88).

Важно

Дополнительные указания см. Руководство по эксплуатации двигателя.

6.4 Контур охлаждения двигателя – Очистка

1. Чистящие средства для контуров охлаждения двигателя в виде концентрированного раствора разводят теплой пресной водой, см. (→ стр. 85).
2. Порошковые чистящие средства перемешивать до полного растворения без осадка.
3. Предварительный раствор залить вместе с пресной водой в контур охлаждающей жидкости.
4. Двигатель запустить и прогреть.
5. Выбрать температуру и продолжительность воздействия согласно техническим спецификациям изготовителя.
6. Заглушить двигатель.
7. Слить чистящее средство и промыть пресной водой контур охлаждения двигателя.
8. Взять пробу промывочной воды в месте отбора пробы охлаждающей жидкости.
9. Измерить уровень pH пробы промывочной воды при помощи экспресс-лаборатории MTU или электрического измерительного устройства уровня pH и сравнить с уровнем pH пресной воды.
 - а) Разность уровней pH < 1: залить подготовленную охлаждающую жидкость и запустить двигатель.
 - б) Разность уровней pH > 1: очистить узлы системы, см. (→ стр. 88).

Важно

Дополнительные указания см. Руководство по эксплуатации двигателя.

6.5 Узлы системы – Очистка

1. Снять и очистить узлы системы, особо подверженные образованию отложений, например, расширительный бачок, подогреватели, теплообменники (обратный радиатор водяного охлаждения, масляный теплообменник, охладитель/подогреватель наддувочного воздуха, подогреватель топлива и т. д.) и другие труднодоступные трубопроводы.
2. Перед очисткой проверить загрязнение водяной полости.
3. При наличии маслянистого известкового налета в водяных полостях сначала слить масло.
4. Прочно приставшие из-за масляного тумана отложения в охладителях наддувочного воздуха можно удалить с помощью Kluthe Hakutex 60.
5. Твердый известковый налет удалить специальным средством. Для удаления неподдающегося известкового налета использовать 10-процентный ингибированный раствор соляной кислоты.
6. Отложения в узлах теплообменника и на них удалить в горячей промывочной ванне. Учитывать данные производителя и использовать только допущенные чистящие средства в разрешенных концентрациях, см. (→ стр. 85)

Важно

Отложения в масляной полости можно также удалить в керосиновой ванне.
Время нахождения деталей в промывочной ванне зависит от вида и толщины загрязнения, а также от температуры и активности раствора.

7. Отдельные детали, например, корпус, крышки, трубопроводы, смотровые окна, узлы теплообменника, чистить горячим паром, нейлоновой (мягкой) щеткой и струей воды под напором.

Важно

Во избежание повреждений:
Не использовать твердые и острые инструменты (стальные щетки, шаберы и т.п.), чтобы не повредить оксидный защитный слой.
Напор струи воды не должен быть сильным (может вызвать повреждение, например, пластин радиатора).

8. После очистки узлы теплообменника продуть паром низкого давления против направления подачи воздуха, промыть чистой водой (до разности уровней pH < 1) и продуть сжатым воздухом или просушить теплым воздухом.
9. Все детали проверить на безукоризненное состояние, при необходимости произвести ремонт или заменить.
10. Теплообменник со стороны масла и охлаждающей жидкости обработать антикоррозийным маслом. Этот этап можно не выполнять, если теплообменник был установлен и введен в эксплуатацию сразу после очистки.
11. После монтажа всех узлов выполнить однократную промывку контура охлаждающей жидкости двигателя, см. (→ стр. 86).
12. При вводе двигателя в эксплуатацию проверить герметичность системы охлаждения двигателя.

Важно

Дополнительные указания см. в Руководстве по техобслуживанию и планово-профилактическому ремонту двигателя.

6.6 Охлаждающие контуры, пораженные бактериями, дрожжами и грибками

Очистка системы

Условием эффективной очистки и дезинфекции системы охлаждения является продолжительное время циркуляции средства во всей системе.

Перед тем, как сливать загрязненную охлаждающую жидкость, добавить в нее указанное количество допущенного системного очистителя (→ стр. 85). Необходимо обеспечить циркуляцию смеси в течение не менее 24 и не более 48 часов.

Промывка

После слива охлаждающей жидкости и системного очистителя необходимо промыть контур охлаждения пресной водой. Промывать систему охлаждения до тех пор, пока в промывочной воде не будет больше видимых загрязнений и ее уровень pH не будет соответствовать уровню используемой пресной воды (макс. разность $\text{pH} < 1$).

Заливка свежей охлаждающей жидкости

Перед заливкой свежей охлаждающей жидкости убедиться, что в системе охлаждения отсутствуют загрязнения.

Заливать свежую охлаждающую жидкость надо сразу после промывки для избежания риска коррозии!

7 Приточный воздух и воздух для горения

7.1 Общие сведения

Важно

Во всасываемый воздух не должны попадать коррозионные соединения. Указанные предельные значения обязательны для соблюдения, в противном случае прекращается действие гарантийных обязательств.

При эксплуатации в бассейнах или вблизи холодильных машин необходимо учитывать, что даже незначительные следы галогенных соединений в приточном (всасываемом) воздухе могут привести к коррозии в следующих узлах:

- двигатель
- периферийные узлы, например, электродвигатели

Чистящие средства также могут содержать агрессивные, способствующие коррозии вещества.

В случае сомнения необходимо обратиться в MTU Onsite Energy.

Во всасываемый воздух нельзя подавать десорбционный воздух или отходящие газы из термохимических процессов без предварительного согласования с MTU Onsite Energy.

Допустимый диапазон температур с указанием минимальной и максимальной температуры указан в технической спецификации двигателя / установки.

Все газовые двигатели MTU Onsite Energy могут работать с всасываемым воздухом ниже точки росы 20 °С. При этом время работы с всасываемым воздухом выше точки росы 17,5 °С должно быть < 200 моточасов в год. Температура точки росы всасываемого воздуха выше 21 °С не допускается. При отличающихся значениях (более высоких температурах точки росы всасываемого воздуха) необходим запрос в адрес производителя MTU Onsite Energy.

Предельные значения в газовой смеси

Газовая смесь состоит из воздуха и топлива. Указанные для топлива предельные значения не должны превышать в газовой смеси (→ стр. 56).

Предельные значения в газовой смеси (в промилле) значительно ниже значений, указанных для топлива (как правило, в 20 раз ниже).

8 Вода-теплоноситель

8.1 Общие сведения

Важно

Соблюдать предписания MTU Onsite Energy по подготовке/вентиляции водяных контуров. Указанные предельные значения обязательны для соблюдения, в противном случае прекращается действие гарантийных обязательств.

Важно

Требования к характеристикам греющей воды при температуре выше 100 °С действительны в том случае, если в контуре охлаждения двигателя или в отопительном контуре установлен теплообменник ОГ.

Важно

Добавка сульфита запрещается.
В качестве альтернативы рекомендуем использовать WBcon 2347 в контуре греющей воды.
Просим учитывать, что присадка содержит бораты и гидроксид натрия, которые вызывают коррозию на таких материалах, как напр. алюминия или латунь.

Дополнительные указания

Напоминаем, что страхование на случай поломки оборудования, как правило, не покрывает предсказуемые повреждения, например, из-за неподходящего качества воды.

Под термином «Сумма щелочноземельных элементов» подразумевается содержание растворенных солей кальция и магния. Для преобразования в общепринятые единицы измерения «общая жесткость» составляет:

- 1 моль/м³ = 5,6 dH
- pH-значение представляет собой меру степени кислотности или щелочности раствора.
- pH = 7 - нейтральный, < 7 - кислый, > 7 - щелочной.

Важно

Макс. допустимое колебание температуры греющей воды на входе: макс. 3 К/мин

8.2 Требования к греющей воде

Важно

Добавка сернистокислового натрия в качестве связывающего вещества для кислорода не допускается.

Важно

Основное подщелачивание выполняется тринатрийфосфатом.

Требования к греющей воде при 100 °С

Основным регламентирующим документом является директива VDI 2035, лист 1 (декабрь 2005 г.) и лист 2 (сентябрь 1998 г.). «Предотвращение повреждений вследствие коррозии и образования накипи в установках теплоснабжения» со следующими ориентировочными значениями (см. также соответствующие пояснения в оригинале):

Общие требования	Прозрачная, бесцветная и без нерастворимых веществ	
pH-значение (25 °С)	От 8,0 до 9,0	
Электропроводность (25 °С)	< 250	мкС/см
Сумма щелочноземельных элементов	До 1,5 До 8,4	ммоль/л °dH
Хлорид	< 50	мг/л
Сульфат	< 50	мг/л
Фосфаты	< 10	
Содержание кислорода при использовании связующего кислорода	< 0,1	мг/л
Железо	< 0,2	мг/л

Таблица 52: Требования к греющей воде при 100 °С

Если указанные выше предельные значения не выдерживаются, необходимы следующие мероприятия:

- Против образования накипи: водоподготовка (умягчение, деминерализация, обратный осмос) или стабилизация солей жесткости (продукты ST-DOS-H)
- Против процессов коррозии: ингибирование или кислородная связь (продукты ST-DOS-H)

Требования к греющей воде выше 100 °С

Основным регламентирующим документом является директива VdTÜV TCh 1466 по характеристике воды в системах отопления, работающих с температурой прямой воды выше 100 °С. Соответственно для режима эксплуатации с малым содержанием солей действительны следующие ориентировочные значения:

Общие требования	Прозрачная, бесцветная и без нерастворимых веществ	
pH-значение (25 °С)	От 8,0 до 9,0 *	
Электропроводность (25 °С)	От 10 до < 250	мкС/см
Сумма щелочноземельных элементов	< 0,02 < 0,10	ммоль/л °dH
Хлорид	< 20	мг/л
Сульфат	От < 5 до 10	мг/л
Содержание кислорода	< 0,05	мг/л
* Отклонение от TCh 1466 (TÜV)		

Общие требования	Прозрачная, бесцветная и без нерастворимых веществ	
Фосфат	От 5 до 10	мг/л
Железо	< 0,2	мг/л
* Отклонение от TCh 1466 (TÜV)		

Таблица 53: Требования к греющей воде выше 100 °C

Мероприятия против образования накипи и процессов коррозии:

- Против образования накипи: водоподготовка (умягчение, деминерализация, обратный осмос) или стабилизация солей жесткости (продукты ST-DOS-H)
- Против процессов коррозии: ингибирование или кислородная связь (продукты ST-DOS-H)

9 Подтверждение для эксплуатационных материалов

9.1 Подтверждение предприятия, эксплуатирующего генераторные установки

Важно
Без данного подтверждения нельзя вводить установку в эксплуатацию.
Описание установки:
Состав установки:
Завод / № SAP:
Заказчик:
Эксплуатирующее предприятие:
Руководитель проекта MTU:
Настоящим подтверждаем, что характеристики эксплуатационных материалов (охлаждающая жидкость, газ, смазочное масло, греющая вода и др., если применимо) соответствуют спецификациям на эксплуатационные материалы компании MTU Onsite Energy.
Компания MTU Onsite Energy не несет обязательств по гарантии за повреждения, полученные в результате использования эксплуатационных материалов с другими характеристиками.
Место, дата
Удостоверяющая подпись (заказчик)

TIM-ID: 0000051982 - 002

10 Приложение А

10.1 Список сокращений

Сокращение	Значение	Пояснение
ASTM	American Society for Testing and Materials	Американская ассоциация тестирования материалов
Bh	Betriebsstunden	моточасы
BR	Baureihe	Серия
BV	Betriebsstoffvorschrift	ТУ на эксплуатационные материалы
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.	Институт стандартизации Германии, одновременно используется как обозначение стандарта ((промышленный) стандарт ФРГ, ДИН)
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.	Немецкая ассоциация специалистов водо-газоснабжения
EN	Europäische Norm	Европейский стандарт
IP	Institute of Petroleum	Институт нефти
ISO	International Organization for Standardization	Международная организация по стандартизации
MZ	Methanzahl	Метановое число
OEG	Onsite Energy	MTU Onsite Energy
SAE	Society of Automotive Engineers	Ассоциация по стандартизации США
ST-DOS-H		Производство
VDI	Директива	
VdTÜV	Директива	
Vol.	Volumen	Объем

10.2 Таблица пересчета единиц в системе СИ

Единица СИ	Единица в брит. системе	Пересчет
°C	°F	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} * 1,8 + 32$
кВт-ч	брит. тепл. единица	1 БТЕ = 0,0002930711 кВт-ч
кВт-ч/м ³ в норм. условиях	БТЕ/фут ³	1 БТЕ/фут ³ = 00,010349707 кВт-ч/м ³
кВт	кБТЕ/ч	1 кБТЕ/ч = 0,2928104 кВт
кВт	л.с.	1 л.с. = 0,7457 кВт
л	галл.	1 галл. = 3,785412 л
мм	дюйм	1 дюйм = 25,4 мм
М	фут	1 фут = 0,3048 м
м/с	фут/с	1 фут/с = 0,3048 м/с
м ³ в норм. условиях	фут ³ в норм. условиях	фут ³ = 0,02831685 м ³ в норм. условиях
бар	фунт/кв. дюйм	1 фунт/кв. дюйм = 0,06894757 бар
кг	фунт	1 фунт = 0,4535924 кг

Таблица 54: Таблица пересчета

10.3 Контактное лицо / партнер по проведению техобслуживания от фирмы MTU Onsite Energy

Сервис

Мировая сеть нашей сбытовой организации с дочерними обществами, бюро сбыта, представительствами и сервисными пунктами обеспечивает быстрее и непосредственное обслуживание на месте и высокий уровень располагаемости наших изделий.

Местный сервис

Опытные и компетентные специалисты, передающие свои знания и опыт, помогают вам.

Контакт нашего местного сервиса можно найти на сайте MTU в интернете по адресу:

- <http://www.mtuonsiteenergy.com/haendersuche/index.de.html>

Круглосуточный сервисный телефон

Наш круглосуточный сервисный телефон и гибкость нашего сервиса гарантируют немедленный ответ на ваши вызовы и вопросы – либо во время эксплуатации, для проведения работ по профилактическому техническому обслуживанию или коррективных работ в случае сбоя, либо при изменении условий эксплуатации или по вопросам поставки запасных узлов и деталей.

Контакт нашего местного сервиса можно найти на сайте MTU в интернете по адресу:

- <http://www.mtuonsiteenergy.com/haendersuche/index.de.html>

Ваш центральный контакт по электронной почте:

- info@cac-mtuonsiteenergy.com

Поставка запасных узлов и деталей

Идентифицировать требуемую для вашей системы запасную деталь быстро, легко и правильно. В нужное время и в нужном месте получить ее.

Выполнением данной цели занимается наш отдел по мировой поставке ЗИП.

Ваш центральный контакт по электронной почте:

Сервис в Германии:

- Тел.: +49 821 74800
- Факс: +49 821 74802289
- Электронная почта: spareparts-oeg@mtu-online.com

Мировой сервис:

- Тел.: +49 7541 908555
- Факс: +49 7541 908121
- Электронная почта: spare.parts@mtu-online.com

11 Приложение Б

11.1 Предметный указатель

A-Z

MTU Onsite Energy

- Контактные лица 97
- Партнер по проведению техобслуживания 97

A

Актуальность публикации 5

Анализ отработанного масла 8

Антифриз

- BR400 55

Антифризы

- Для систем охлаждения без компонентов из легких сплавов
 - Готовые смеси 43
 - Концентраты 40
- Для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов
 - Готовые смеси 52
- для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов
 - Концентраты 48

Б

Биогаз

- Основные компоненты 57
- Требования
 - BR400 77
 - BR4000 71

В

Воздух для образования горючей смеси 90

Восстановитель NOx

- Общие сведения 81

Г

Газовая смесь

- Предельные значения 90

Горючее 61, 67

- Биогаз
 - BR400 77
 - BR4000 71
- Использование 56
- Природный газ
 - BR400 76
 - BR4000 68
- Судовой двигатель 62

Горючий газ

- Генератор и генераторная установка
 - BR400 76, 77
 - BR4000 68, 71
- Кремниевые соединения 60
- Содержание кремния 10
- Судовой двигатель 62

Греющая вода

- Общие сведения 91
- Требования 92

Д

Двигатель

- Консервация 5

Допущенные эксплуатационные материалы

- Моторные масла для BR400 18
- Моторные масла для BR4000 14

И

Инструкция по промывке

- Контур охлаждения двигателя 84, 86
- Охлаждающие контуры, пораженные бактериями, дрожжами и грибами 89
- Узлы 88

Инструкция по чистке

- Контур охлаждения двигателя 84, 87
- Системные очистители 89
- Узлы 88

Интервалы замены моторного масла

- Генераторная установка BR400 21
- Откачивание масла 21
- Предельные значения 8

К

Конденсат ОГ 83

Консервация

- Двигатель 5

Консистентная смазка 12

- Общее назначение 13
- Специальное назначение 12

Консистентные смазки

- Генераторная установка BR400 23
- Генераторная установка BR4000 16
- Для генераторов 16, 23

Контактное лицо

- MTU Onsite Energy 97

Контроль качества

- Охлаждающие жидкости 26

Контур охлаждающей жидкости

- Загрязнение 84
- Материалы 33
- Очистка 87
- Очистка узлов системы 88
- Промывка 86
- Утечка 31
- Чистящие средства 85

Контур охлаждения двигателя

- Загрязнение 84
- Очистка 87
- Очистка узлов системы 88
- Промывка 86
- Чистящие средства 85

Контур смазочного масла

- Утечка 11

Кремниевые соединения

- Горючий газ 60

М

Материалы

- Контур охлаждающей жидкости 33

Моторное масло 7

- BR400 18
- BR4000 14

О

Откачивание масла 21

Охлаждающая жидкость

- Антифризы
 - Концентраты специального назначения 42, 51
- Определение 24
- Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания
 - Готовые смеси для систем охлаждения без компонентов из легких сплавов 39
 - Концентраты для систем охлаждения без компонентов из легких сплавов 37

Охлаждающие жидкости

- BR400 55
- BR4000
 - Антифризы для систем охлаждения без компонентов из легких сплавов 40, 43
 - Антифризы для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов 48, 52
 - Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов 46, 47
- Генератор 36, 45
- Генераторная установка
 - BR400 55
 - BR4000 36, 45
- Допустимые концентрации 26
- Контроль качества 26
- Подготовка
 - BR400 35
 - BR4000 34
- Предельные значения 26
- Стабильность при хранении 30
- Требования к пресной воде
 - BR400 35
 - BR4000 34
- Экспресс-лаборатория 26, 84

Охлаждающие жидкости без защиты от замерзания

- Для систем охлаждения с компонентами из легких сплавов
 - Готовые смеси 47
 - Концентраты 46

П

Партнер по проведению техобслуживания

- MTU Onsite Energy 97

Подтверждение

- Эксплуатирующее предприятие 94

Предельное значение рабочего параметра кремния 10

Предельные значения

- Отработанные моторные масла для газовых двигателей 8

Пресная вода

- Предельные значения
 - BR400 35
 - BR4000 34

Примеси

- Топливо
 - BR400 78

Природный газ

- Основные компоненты 57
- Требования
 - BR400 76
 - BR4000 68
 - Судовой двигатель 62

Приточный воздух 90

Р

Рабочий параметр кремния 10

С

- Сжиженный природный газ (СПГ) 59
- Система нейтрализации ОГ
 - Восстановитель NOx 81
 - Конденсат ОГ 83
 - Общие сведения 80
- Система охлаждения
 - Предотвращение повреждений 32
- Смазочное масло
 - BR4000 14
- Содержание кремния
 - Горючий газ 10
 - Топливо 10
- Список сокращений 95
- Среда между стенками судового газопровода
 - Горючее для газовых двигателей 65

Т

- Топливо 61, 67
 - BR400
 - Примеси 78
 - Биогаз
 - BR400 77
 - BR4000 71
 - Использование 56
 - Природный газ
 - BR400 76
 - BR4000 68
 - Судовой двигатель 62
 - Содержание кремния 10
- Трансмиссионное масло 17
- Требование
 - Контур охлаждающей жидкости 33
- Требования
 - Греющая вода 92

У

- Указания по использованию 5
- Утечка
 - Контур охлаждающей жидкости 31
 - Контур смазочного масла 11

Х

- Хранение
 - Охлаждающие жидкости 30

Ц

- Цветная присадка
 - Контур охлаждающей жидкости 31
 - Контур смазочного масла 11

Ч

- Чистящие средства 85
 - Системные очистители 89

Э

- Эксплуатирующее предприятие
 - Подтверждение 94

Экспресс-лаборатория

- Охлаждающие жидкости 84