

Prescrizioni sui materiali d'esercizio

Motori a gas e gruppi elettrogeni a gas

Motore a gas Serie 4000 – Utilizzo in marina

Motore a gas Serie 4000 – Utilizzo del generatore e gruppo elettrogeno

Motore a gas Serie 400 – Gruppo elettrogeno

A001072/011

© 2018 MTU Onsite Energy GmbH, Augsburg

La pubblicazione originale è stata redatta in lingua tedesca.

La presente pubblicazione, inclusa ogni sua parte, è protetta dal copyright. Ogni forma di sfruttamento o utilizzo richiede il previo consenso scritto della MTU Onsite Energy GmbH. Ciò riguarda in particolare la riproduzione, la diffusione, la modifica, la traduzione, la microfilmatura e la memorizzazione e/o elaborazione in sistemi elettronici inclusi database e servizi online.

Tutte le informazioni contenute in questa pubblicazione rispecchiano lo stato della tecnica al momento della pubblicazione. MTU Onsite Energy GmbH si riserva il diritto di modificare, cancellare o integrare le informazioni o dati messi a disposizione.

Indice

1	Premessa			
1.1	Informazioni generali	5		
2	Lubrificanti			
2.1	Note generali	7		
2.1.1	Olio motore	7		
2.1.2	Intervalli di cambio olio	8		
2.1.3	Composti di silicio nel gas combustibile	10		
2.1.4	Sostanze coloranti fluorescenti per l'individuazione di perdite nel circuito di lubrificazione	11		
2.1.5	Grassi lubrificanti	12		
2.1.6	Grassi lubrificanti per applicazioni generali	13		
2.2	Motore a gas Serie 4000 - Utilizzo del generatore e gruppo elettrogeno - Applicazione in marina	14		
2.2.1	Oli motore approvati	14		
2.2.2	Grassi lubrificanti per generatori	16		
2.2.3	Oli per trasmissioni	17		
2.3	Motore a gas Serie 400 - Gruppo elettrogeno	18		
2.3.1	Oli motore approvati	18		
2.3.2	Intervalli di cambio olio	21		
2.3.3	Grassi lubrificanti per generatori	23		
3	Liquido di raffreddamento			
3.1	Note generali	24		
3.1.1	Definizione di liquido di raffreddamento	24		
3.1.2	Monitoraggio durante l'esercizio / Trattamento del liquido di raffreddamento	26		
3.1.3	Stabilità di conservazione dei concentrati di liquido di raffreddamento	30		
3.1.4	Additivi colorati per individuazione di perdite nel circuito di raffreddamento	31		
3.1.5	Per evitare danni all'impianto di raffreddamento	32		
3.1.6	Materiali non idonei nel circuito del liquido di raffreddamento	33		
3.1.7	Requisiti per acqua dolce Serie 4000	34		
3.1.8	Requisiti per acqua dolce Serie 400	35		
3.2	Motore a gas Serie 4000 - Utilizzo in marina	36		
3.2.1	Liquidi di raffreddamento - Informazioni generali	36		
3.2.2	Liquidi di raffreddamento senza antigelo - Concentrati per sistemi di raffreddamento privi di metalli leggeri	37		
3.2.3	Liquidi di raffreddamento senza antigelo - Miscele pronte per sistemi di raffreddamento privi di metalli leggeri	39		
3.2.4	Prodotti antigelo - Concentrati per sistemi di raffreddamento privi di metalli leggeri	40		
3.2.5	Prodotti antigelo - Concentrati per applicazioni speciali	42		
3.2.6	Prodotti antigelo - Miscele pronte per sistemi di raffreddamento privi di metalli leggeri	43		
3.3	Motore a gas Serie 4000 - Utilizzo del generatore e gruppo elettrogeno	45		
3.3.1	Liquidi di raffreddamento - Informazioni generali	45		
3.3.2	Liquidi di raffreddamento senza antigelo - Concentrati per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri	46		
3.3.3	Liquidi di raffreddamento senza antigelo - Miscele pronte per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri	47		
3.3.4	Prodotti antigelo - Concentrati per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri	48		
3.3.5	Prodotti antigelo - Concentrati per applicazioni speciali	51		
3.3.6	Prodotti antigelo - Miscele pronte per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri	52		
3.4	Motore a gas Serie 400 - Gruppo elettrogeno	54		
3.4.1	Liquidi di raffreddamento approvati	54		
4	Carburanti / Combustibili			
4.1	Note generali	55		
4.1.1	Utilizzo di carburanti/combustibili	55		
4.1.2	Principali componenti del metano e dei gas combustibili di origine biogena	56		
4.1.3	Liquid Natural Gas (LNG)	58		
4.1.4	Composti di silicio e zolfo nel gas combustibile	59		
4.2	Motore a gas Serie 4000 - Utilizzo in marina	60		
4.2.1	Informazioni generali	60		
4.2.2	Requisiti del gas combustibile	61		
4.2.3	Prescrizione del mezzo nell'intercapedine della tubazione a gas per l'utilizzo in marina	64		
4.3	Motore a gas Serie 4000 - Utilizzo del generatore e gruppo elettrogeno	66		
4.3.1	Informazioni generali	66		
4.3.2	Metano - Requisiti del gas combustibile	67		
4.3.3	Biogas - Requisiti del gas combustibile	70		
4.4	Motore a gas Serie 400 - Gruppo elettrogeno	75		
4.4.1	Gas naturale - Valori del carburante	75		
4.4.2	Biogas - Valori del carburante	76		
4.4.3	Impurità interferenti	77		

5	Sistema di post-trattamento dei gas di scarico		8.2	Requisiti dell'acqua di riscaldamento	91
5.1	Informazioni generali	79	9	Conferma materiali di esercizio	
5.2	Agente riducente di NOx AUS 32 per impianti di trattamento dei gas di scarico SCR	80	9.1	Conferma del gestore dei gruppi elettrogeni	93
5.3	Condensato di scarico	82	10	Appendice A	
6	Norma di lavaggio e di pulizia per circuiti del liquido di raffreddamento del motore		10.1	Indice delle abbreviazioni	94
6.1	Informazioni generali	83	10.2	Tabella di conversione di unità SI	95
6.2	Detergenti approvati	84	10.3	MTU Onsite Energy - Interlocutore/Partner Servizio Assistenza	96
6.3	Risciacquo dei circuiti del liquido di raffreddamento del motore	85	11	Appendice B	
6.4	Pulizia dei circuiti di raffreddamento del motore	86	11.1	Indice alfabetico	97
6.5	Pulizia dei gruppi costruttivi	87			
6.6	Circuiti di raffreddamento con contaminazione da batteri, lieviti e funghi	88			
7	Aria di rifornimento e aria comburente				
7.1	Informazioni generali	89			
8	Acqua di riscaldamento				
8.1	Informazioni generali	90			

1 Premessa

1.1 Informazioni generali

Simboli utilizzati e figure

Attenersi alle seguenti istruzioni evidenziate nel testo:

Importante

Questo campo contiene informazioni importanti o utili sul prodotto per l'utilizzatore. Fornisce indicazioni su disposizioni, lavori e attività che devono essere rispettate per evitare danno o distruzione del materiale.

Nota:

Un'avvertenza informa se durante l'esecuzione di un intervento è necessario prestare attenzioni particolari.

Materiali d'esercizio

La durata, la sicurezza di esercizio e il funzionamento dei motori dipendono in larga misura dai materiali di esercizio impiegati. Pertanto, la scelta corretta dei materiali e l'attenzione che si presta ad essi sono della massima importanza. I materiali sono stabiliti nelle presenti prescrizioni.

Norma di prova	Denominazione
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Normalizzazione Europea
ISO	Norma internazionale
ASTM	American Society for Testing and Materials
IP	Institute of Petroleum
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.

Tabella 1: Norme di prova per i materiali di esercizio:

Importante

I materiali di esercizio approvati non vanno miscelati.

Importante

Il cliente deve osservare le schede dati di sicurezza dei rispettivi produttori.

Aggiornamento del presente stampato

Le prescrizioni sui materiali di esercizio vengono modificate o integrate secondo necessità. Prima dell'uso accertarsi che si tratti dell'ultima versione in vigore. La versione più aggiornata è riportata anche all'indirizzo Internet:

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

In caso di domande rivolgersi al referente di MTU Onsite Energy.

Garanzia

L'uso di materiali di esercizio approvati, sia per denominazione che in base alle specifiche indicate, è parte integrante delle condizioni di garanzia.

Il fornitore dei materiali d'esercizio è responsabile della qualità costante a livello mondiale dei prodotti citati.

Importante

I materiali di esercizio per impianti propulsori possono essere pericolosi. Nel maneggiare tali sostanze, e anche nel loro immagazzinamento e smaltimento, si devono osservare determinate regole.

Queste regole risultano dalle indicazioni del produttore, dalle normative di legge e dalle regolamentazioni tecniche in vigore nel rispettivo Paese. Poiché da un Paese all'altro possono sussistere grandi differenze, non è possibile fornire indicazioni valide a livello generale sulle regole da osservare nell'ambito di queste prescrizioni sui materiali di esercizio.

L'utilizzatore dei prodotti indicati ha il dovere di informarsi sulle normative vigenti. MTU Onsite Energy non si assume alcuna responsabilità per l'impiego non corretto o illecito di materiali d'esercizio approvati.

Nella manipolazione dei materiali di esercizio vanno rispettate le "regole per la protezione ambientale" (vedi Istruzioni di servizio, capitolo Sicurezza, smontaggio e smaltimento) poiché queste sostanze sono nocive alla salute e infiammabili.

Un uso improprio dei materiali di esercizio causa danni all'ambiente:

- I materiali di esercizio non devono raggiungere il terreno o la canalizzazione.
- I materiali di esercizio vanno smaltiti con gli oli usati o con i rifiuti speciali.
- Gli inserti e le cartucce filtro vanno smaltiti con i rifiuti speciali.

Importante

Il committente/gestore è responsabile del rispetto dei parametri del carburante/combustibile.

Trattamento di conservazione

Tutte le informazioni sul trattamento di conservazione, sulla ripresa e sull'eliminazione del trattamento, inclusi i prodotti approvati per tale trattamento, si trovano nelle norme sul trattamento e sulla ripresa del trattamento di conservazione MTU. La versione più aggiornata è riportata anche all'indirizzo Internet:

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

2 Lubrificanti

2.1 Note generali

2.1.1 Olio motore

Nella scelta dell'olio per motori a gas, è di importanza determinante il tipo di gas con cui il motore funziona. Il motore a gas può essere fatto funzionare unicamente con olio motore approvato.

Gli oli motore approvati sono riportati nei seguenti capitoli:

- Per Serie 4000 (→ Pagina 14)
- Per Serie 400 (→ Pagina 18)

Un fattore essenziale è la percentuale di impurità dannose nel gas combustibile. Ciò presuppone controlli periodici del gas da parte del gestore. Gli oli da utilizzare per motori a gas sono caratterizzati da un minimo tenore di ceneri. In questo modo si evitano elevati depositi di ceneri che potrebbero comportare una diminuzione del rendimento del catalizzatore ovvero una combustione con battiti.

Quando si usa il biogas, a volte l'olio motore viene inquinato dalle impurità corrosive generate dalla combustione degli inquinanti contenuti (composti di cloro, fluoro o zolfo). Anche usando speciali additivi nell'olio motore, le parti corrosive possono essere ridotte solo parzialmente.

I danni da corrosione nei componenti del motore lubrificati ad olio possono essere evitati con più frequenti cambi d'olio. Per poter tamponare meglio i picchi di concentrazione dell'inquinamento con impurità corrosive, è urgentemente raccomandato un elevato volume di olio motore.

Importante

Smaltire i materiali di esercizio usati conformemente alle norme vigenti nel luogo di utilizzo.

Importante

Per i motori a gas è prescritta la classe di viscosità SAE 40.
Non sono ammessi oli multigrado.

Importante

In linea di principio, la miscelazione di oli motore non è ammessa.

Importante

Nell'ambito di una sostituzione dell'olio motore è possibile, ad ogni cambio d'olio, passare a determinate condizioni ad un diverso tipo di olio. A tale proposito contattare il servizio assistenza MTU.

Importante

La quantità dell'olio nella coppa motore non è sufficiente per le applicazioni con biogas, gas di depurazione o gas di scarica. È necessario un volume di olio maggiore.

2.1.2 Intervalli di cambio olio

Durata dell'olio per i motori a gas

La durata dell'olio è influenzata dalla sua qualità e cura, dalle condizioni di esercizio e dal combustibile utilizzato.

Per questo motivo, a seconda del volume dell'olio motore, del tipo di gas e della serie occorre prelevare regolarmente un campione di olio, a seconda del volume dell'olio motore, del tipo di gas e della serie, e confrontare l'analisi dell'olio con i valori limite della tabella (→ Tabella 2). I campioni dell'olio vanno prelevati sempre in condizioni identiche (motore a temperatura d'esercizio) e nel punto previsto (raccordo di prelievo nella scatola del filtro dell'olio).

Quando i valori limite secondo la tabella (→ Tabella 2) vengono raggiunti o superati bisogna subito procedere al cambio dell'olio.

Se si impiega un volume di olio più elevato, bisogna ridurre i valori limite per gli elementi soggetti a usura in modo inversamente proporzionale rispetto all'aumento del volume. La massima riduzione ammessa dei valori limite per gli elementi soggetti a usura è pari al 50 % del valore limite riportato nella tabella (→ Tabella 2).

Senza analisi dell'olio, sono ammessi intervalli fissi per il cambio dell'olio solo previa consultazione con MTU Onsite Energy.

Valori limite per oli di motori a gas usati SAE 40

	Metodo di prova	Valori limite Serie 4000	Valori limite Serie 400
Viscosità a 100 °C (mm ² /s)	ASTM D445 DIN 51562	Max. 17,5 Min. 11,5	Valore dell'olio nuovo +30 **
Indice di basicità totale TBN (mgKOH/g)	ASTM D2896 ISO 3771	Min. 2,5 e TBN > TAN	Valore dell'olio nuovo -60 **
Indice di acidità, TAN (mgKOH/g)	ASTM D664	Valore dell'olio nuovo +2,5	Previa consultazione con la fabbrica
Valore iph	ASTM D7946	Min. 4	Min. 4
Acqua (% di vol.)	ASTM D6304 EN 12937 ISO 6296	Max. 0,2	Max. 0,2
Glicole (mg/kg)	ASTM D2982	Max. 100	Previa consultazione con la fabbrica
Ossidazione (A/cm)	DIN 51453	Max. 20	Max. 30
Nitratazione (A/cm)	Procedura IR	Max. 20	Max. 30
Elementi soggetti a usura (mg/kg):	DIN 51399-1/-2		
Ferro (Fe)		Max. 30	Max. 50
Piombo (Pb)		Max. 20	Max. 30
Alluminio (Al)		Max. 10	Max. 20
Rame (Cu)		Max. 20 ***	Max. 50
Zinco (Sn)		Max. 5	Max. 15
Silicio (Si)		Max. 15 *	Max. 10 *

* Il valore limite per l'elemento soggetto a usura si riferisce solo all'esercizio con gas naturale.

** Valore olio nuovo previa consultazione con la fabbrica

*** Durante il 1° cambio dell'olio (max. 3000 Bh) il valore limite è di 50 ppm.

Tabella 2: Valori limite per oli di motori a gas usati SAE 40

Analisi dell'olio usato

I risultati delle analisi dell'olio devono essere archiviati.

I metodi indicati per il controllo e i relativi valori limite (→ Tabella 2) mostrano quando il risultato di una singola analisi di un campione di olio non rientra nella norma. Un risultato anormale (ad esempio un consumo eccessivo d'olio) richiede un'analisi immediata e l'eliminazione dello stato operativo irregolare rilevato (ad esempio controllo del trattamento del gas o analisi dei campioni di gas).

I valori limite si riferiscono a singoli campioni di olio. Quando i valori limite vengono raggiunti o superati bisogna subito procedere al cambio dell'olio. I risultati dell'analisi dell'olio non permettono necessariamente di risalire all'usura di determinate parti e componenti.

Oltre ai valori limite analitici, per un cambio dell'olio sono decisivi anche lo stato, lo stato operativo ed eventuali anomalie di servizio nel motore e nelle periferiche dell'impianto.

2.1.3 Composti di silicio nel gas combustibile

I composti di silicio nel gas causano depositi e favoriscono l'usura. Essi disattivano anche i catalizzatori. I danni causati dai composti di silicio non sono coperti da garanzia.

Valore di esercizio del silicio Si_B

Nel funzionamento con gas contenenti silicio si deve prestare particolare attenzione all'aumento del contenuto di silicio nell'olio. A tal fine il valore di esercizio del silicio Si_B va calcolato con la seguente formula.

$$Si_B = \text{Delta Si analisi dell'olio B - A [ppm]} \times \frac{\text{(quantitativo di rifornimento olio + quantità di rabbocco) [litri]}}{\text{lavoro elettrico prodotto [kWh]}}$$

Il gestore deve dimostrare in modo esaustivo il rispetto del valore Si_B con l'ausilio di analisi dell'olio.

Valore limite di esercizio del silicio Si_{BG}

Per i valori limite di esercizio del silicio Si_{BG} si distingue il funzionamento con o senza depurazione catalitica dei gas di scarico.

Esercizio	Si_{BG}
Con depurazione catalitica dei gas di scarico	0
Senza depurazione dei gas di scarico catalitica	< 0,01 (Serie 4000)
Senza depurazione dei gas di scarico catalitica	< 0,02 (Serie 400)

Stando all'esperienza, per l'impiego necessario dei catalizzatori di ossidazione va richiesto la non dimostrabilità ($Si_B = 0$).

Ciò nonostante l'elevata sensibilità del catalizzatore può comportare una perdita precoce dell'attività, soprattutto relativamente alla formaldeide.

Importante
MTU Onsite Energy esclude dalla garanzia i danni al motore e al catalizzatore dovuti al silicio.

Esempio di calcolo del valore di esercizio del silicio Si_B

Esempi di calcolo del valore di esercizio del silicio Si_B		
Delta Si tra analisi olio A e B	20	ppm (mg/kg)
Quantità di rifornimento olio	800	dm ³
Quantità di olio rabboccato	200	dm ³
Lavoro elettrico prodotto tra analisi olio A e B	2000000	kWh

$$Si_B = 20 \text{ [ppm]} \times \frac{(800 + 200) \text{ [dm}^3\text{]}}{2000000 \text{ [kWh]}} = 0,01$$

2.1.4 Sostanze coloranti fluorescenti per l'individuazione di perdite nel circuito di lubrificazione

I coloranti fluorescenti elencati qui di seguito sono approvati per il riconoscimento di perdite nel circuito di lubrificazione.

Produttore	Denominazione prodotto	Concentrazione di impiego	Numero di materiale	Confezione	Stabilità di stoccaggio ¹⁾
Chromatech Europe B.V.	D51000A Chromatint Fluorescent Yellow 175	0,04 % - 0,07 %	X00067084	16 kg	2 anni
Cimcool, Cincinnati	Producto YFD-100	0,5% - 1,0 %		5 galloni (tunica) 55 galloni (fusto)	6 mesi

Tabella 3:

¹⁾ = a partire dalla consegna dallo stabilimento, riferito a confezione originale e sigillata con immagazzinaggio esente da gelo (> 5°C)

La fluorescenza (tonalità giallo chiaro) di entrambi i coloranti è riconoscibile con una lampada UV (365 nm).

2.1.5 Grassi lubrificanti

Le condizioni MTU per l'approvazione di grassi lubrificanti sono stabilite nella norma MTU MTL 5050 e reperibili sotto questo numero.

L'approvazione di un grasso lubrificante viene confermata per iscritto al relativo produttore.

Grassi lubrificanti per applicazioni generali

Per tutti i punti di lubrificazione utilizzare grassi saponificati al litio.

Eccezioni:

- Bypass per compressori, montati fra il turbocompressore a gas di scarico e l'intercooler
- Centraggi interni di giunti

Grassi lubrificanti per applicazioni ad alte temperature

Per i bypass per compressori montati tra il turbocompressore a gas di scarico e l'intercooler si deve utilizzare grasso resistente alle alte temperature (fino a 250 °C).

- Aero Shell Grease 15
- Optimol Inertox Medium

Per i bypass per compressori disposti a monte del turbocompressore a gas di scarico o a valle dell'intercooler sono sufficienti grassi lubrificanti per applicazioni generali.

Grassi lubrificanti per i centraggi interni dei giunti

Grasso lubrificante per i centraggi interni:

- Esso Unirex N 3 (resistente a temperature fino a 160 °C circa)

Lubrificanti per applicazioni speciali (solo Serie 4000)

Oli per turbocompressori a gas di scarico

In generale i turbocompressori a gas di scarico con alimentazione olio integrata sono collegati al circuito di lubrificazione del motore.

Per i turbocompressori a gas di scarico ABB che non sono collegati al circuito di lubrificazione del motore si devono utilizzare oli per turbine a base di olio minerale della classe di viscosità ISO-VG 68.

Lubrificanti per giunti a dentatura ad arco

Per la lubrificazione dei giunti a dentatura ad arco, a seconda del tipo di impiego, sono approvati i seguenti lubrificanti:

- Ditta Klüber: Structovis BHD MF (olio lubrificante a struttura viscosa)
- Ditta Klüber: Klüberplex GE11-680 (lubrificante adesivo per ingranaggi)

L'impiego del rispettivo lubrificante o i relativi tempi di servizio sono stabiliti nelle Istruzioni d'uso e/o nei Piani di manutenzione.

2.1.6 Grassi lubrificanti per applicazioni generali

Per dettagli e particolarità vedere il capitolo “Grassi lubrificanti”(→ Pagina 7)

Produttore	Nome commerciale	Nota
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	

Tabella 4:

2.2 Motore a gas Serie 4000 - Utilizzo del generatore e gruppo elettrogeno - Applicazione in marina

2.2.1 Oli motore approvati

Per dettagli e particolarità vedere il capitolo "Informazioni generali" (→ Pagina 7).

Oli motore per motori a gas MTU Serie 4000

Produttore	Nome commerciale	Classe di viscosità SAE	Modello costruttivo						Nota / Numero materiale
			4000L61 / L62 / L63	4000L64 / L64FNER	4000L32 / L33	4000L32FB	4000L62FB	4000Mx5xN	
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO BG Power B2L	40				X	X		Confezione da 20 l: X00072870 Confezione da 205 l: X00072871 IBC: X00072872
	GEO NG Power X2L	40	X						Confezione da 20 l: X00072874 Confezione da 205 l: X00072875 IBC: X00072876
	GEO NG Power X3L	40	X	X	X			X	Confezione da 20 l: X00072877 Confezione da 205 l: X00072878 IBC: X00072879
X = approvazione per modello costruttivo									

Tabella 5: Oli motore per motori a gas MTU Serie 4000

Importante

Per il rilevamento degli intervalli di cambio olio occorre prelevare e analizzare tutti i campioni di olio delle 250 ore di esercizio. I valori limite devono essere rispettati (→ Pagina 8).

Oli motore alternativi per motori a gas Serie 4000

Produttore	Nome commerciale	Classe di viscosità SAE	Modello costruttivo					
			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 galloni: 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 = approvazione per modello costruttivo
 * Utilizzando questi oli motore la durata si riduce.

Tabella 6: Oli motore alternativi per motori a gas Serie 4000

Importante

Per il rilevamento degli intervalli di cambio olio occorre prelevare e analizzare tutti i campioni di olio delle 250 ore di esercizio. I valori limite devono essere rispettati(→ Pagina 8).

2.2.2 Grassi lubrificanti per generatori

I supporti vengono prelubrificati in stabilimento dalla casa costruttrice del generatore.

Nella messa in esercizio deve essere inserito un altro lubrificante.

Importante

L'indicazione apportata direttamente sul generatore è sempre quella determinante.
Osservare le direttive del costruttore riportate sulla targhetta del tipo generatore.

Le seguenti informazioni vengono riportate sui generatori dal costruttore:

- Grasso lubrificante da utilizzare
- Quantità di lubrificante
- Intervallo di lubrificazione

Il piano di manutenzione in corso di validità deve essere osservato.

Per ulteriori informazioni consultare la documentazione del costruttore.

Importante

Durante le prime ore di esercizio del generatore sarebbe opportuno monitorare la temperatura del supporto.

Importante

Una lubrificazione insufficiente può provocare un aumento eccessivo della temperatura e un danno al supporto.

Grassi lubrificanti per generatori a gas Serie 4000

Fabbricante del generatore	Grasso lubrificante (MTU- codice materiale)
Leroy-Somer	Shell Gadus S3 V220C2 (X00067217) *
	Mobil Polyrex™ EM: grade NLGI 2 (X00071899) *
Cummins	KLUEBER ASONIC GHY72 (09110145007)
Hitzinger	LUKOIL SIGNUM EPX2 (X00071900)

* L'esercizio misto di entrambi i grassi lubrificanti non è possibile secondo il costruttore e quindi non è ammesso. Osservare le direttive del costruttore riportate sulla targhetta del tipo generatore.

2.2.3 Oli per trasmissioni

Oli lubrificanti approvati

Vale soltanto per applicazioni a 60 Hz.

Produttore / fornitore	Denominazione	SAE classe di viscosità	Osservazione
Mobil	Mobilgear SHC XMP320	40	S
Mobil	SHC 632	40	S
Klüber	GEM4-320N	40	S
Total	Carter SH320	40	S

S = olio lubrificante sintetico

Tabella 7: Oli lubrificanti approvati

Importante
Sono ammessi soltanto tipi di olio sintetico per ingranaggi.

Quantità di rifornimento

Tipo di meccanismo di trasmissione	Motore	Litri
GU 320	8V4000Lx 12V4000Lx	65
GU 395	16V4000Lx 20V4000Lx	92

Tabella 8: Quantità di rifornimento

La prova di funzionamento avviene presso MTU-Onsite Energy con Mobil SHC 632.

Numero materiale MTU:

- 09110149525 – olio per ingranaggi MOBIL SHC 632 (fusto)
- 09110149555 – olio per ingranaggi MOBIL SHC 632 (canistro)

Intervalli di cambio olio:

- Vedi anche piano di manutenzione MTU-Onsite Energy e istruzioni d'uso del fabbricante del cambio
- Primo cambio olio: da 300 a 5000 ore di esercizio
- I successivi cambi dell'olio avvengono dopo 4000 ore di esercizio oppure dopo 24 mesi
- Analisi dell'olio (campione di olio > 1 litro) ogni 2000 ore di esercizio

Rabboccare l'olio per ingranaggi a freddo esattamente fino al centro del vetro di ispezione. Durante il funzionamento, il livello dell'olio nel vetro di ispezione inizialmente cala, ma poi a seguito dell'espansione termica può superarlo. Lo sfiato avviene attraverso la guarnizione di tenuta a labirinto sugli alberi.

2.3 Motore a gas Serie 400 – Gruppo elettrogeno

2.3.1 Oli motore approvati

Oli motore MTU per motori aspirati Serie 400

Produttore / fornitore	Nome commerciale	Classe di viscosità SAE	Osservazione	
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO NG POWER X2L ²⁾	40 ¹⁾	M	E, P

Tabella 9: Oli motore MTU per motori aspirati Serie 400

- 1) Omologazione limitata ad una temperatura ambiente del motore > +10 °C
 2) Confezione da 20 l: X00072874 / Confezione da 205 l: X00072875 / IBC: X00072876
 M Olio motore minerale
 E Gas naturale
 P Gas propano

Oli motore alternativi per motori aspirati Serie 400

Produttore / fornitore	Nome commerciale	Classe di viscosità SAE	Osservazione	
Addinol Lube Oil GmbH	ECO GAS 4000 XD	40 ¹⁾	M	E, P
	MG 40 Extra LA	40 ¹⁾	M	E, P
AUTOL	ELA 40	40 ¹⁾	M	E, P
AVIA Mineralöl AG	LA 40	40 ¹⁾	M	E, P
	LA Plus 40	40 ¹⁾	M	E, P
Castrol	Duratec HPL 40	40 ¹⁾	M	E, P
	Duratec XPL	40 ¹⁾	S	E, P
Chevron Texaco	HDAX 7200	40 ¹⁾	M	E, P
BayWa AG	TECTROL Methaflexx HC Premium	40 ¹⁾	M	E, P
	TECTROL Methaflexx NG	40 ¹⁾	M	E, P
ExxonMobil	SHC Pegasus	40 ¹⁾	S	E, P
	Pegasus 605	40 ¹⁾	M	E, P
	Pegasus 705	40 ¹⁾	M	E, P
	Pegasus 805	40 ¹⁾	M	E, P
	Pegasus 1005	40 ¹⁾	M	E, P
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet LA	40 ¹⁾	M	E, P
	Titan Ganymet Ultra	40 ¹⁾	M	E, P
Kuwait Petroleum	Q8 Mahler MA	40 ¹⁾	M	E, P
Petro Canada Europe	Sentron LD 5000	40 ¹⁾	M	E, P
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S5 N 40	40 ¹⁾	M	E, P
Total Deutschland	Nateria MP40	40 ¹⁾	M	E, P
WIPA Chemicals International	Ecosyn GE 4004	40 ¹⁾	S	E, P

Tabella 10: Oli motore alternativi per motori aspirati Serie 400

- 1) Omologazione limitata ad una temperatura ambiente del motore > +10 °C
 S Olio motore sintetico
 M Olio motore minerale
 E Gas naturale
 P Gas propano

Oli motore MTU per motori turbo Serie 400

Produttore / fornitore	Nome commerciale	Classe di viscosità SAE	Osservazione		
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO NG POWER X2L ²⁾	40 ¹⁾	M	E, P	K
	GEO BG POWER B2L ³⁾	40 ¹⁾	M	B	K

Tabella 11: Oli motore MTU per motori turbo Serie 400

- 1) Omologazione limitata ad una temperatura ambiente del motore > +10 °C
 2) Confezione da 20 l: X00072874 / Confezione da 205 l: X00072876 / IBC: X00072875
 3) Confezione da 20 l: X00072870 / Confezione da 205 l: X00072872 / IBC: X00072871
 M Olio motore minerale
 E Gas naturale
 P Gas propano
 B Biogas
 K Idoneo per catalizzatore

Oli motore alternativi per motori turbo Serie 400

Produttore / fornitore	Nome commerciale	Classe di viscosità SAE	Osservazione		
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

Produttore / fornitore	Nome commerciale	Classe di viscosità SAE	Osservazione		
ExxonMobil	SHC Pegasus	40 ¹⁾	S	E, P	K
	Pegasus 605	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Pegasus 610	40 ¹⁾	M	B	K
	Pegasus 705	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Pegasus 710	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

Tabella 12: Oli motore alternativi per motori turbo Serie 400

- 1) Omologazione limitata ad una temperatura ambiente del motore > +10 °C
S Olio motore sintetico
M Olio motore minerale
E Gas naturale
P Gas propano
B Biogas
K Idoneo per catalizzatore
SRK Catalizzatore resistente allo zolfo

2.3.2 Intervalli di cambio olio

Olio minerale – Sistema di lubrificazione a spruzzo d'olio e volume aggiuntivo

Aumentando il volume aggiuntivo come ad es. a 800 l per E3066Dx, anche gli intervalli per il cambio dell'olio aumentano di un valore pari a 4 volte quello valido per il volume aggiuntivo di 200 l.

Anche in questi casi sono necessarie analisi dell'olio a intervalli regolari.

Denominazione Moduli / gruppi con tipo di motore	Sistema di lubrificazione a spruzzo d'olio e volume aggiuntivo	
	Cambio dell'olio in base alle ore di esercizio	Dimensione min. del volume aggiuntivo
E3066D1-D3	2500	200 l
E3066D4	3000	200 l
E3066Lx/Zx	1000	120 l
E3042D1-D3	1250	200 l
E3042D4	1500	200 l
E3042Lx/Zx	1000	200 l
E3042Lx/Zx	5000 (o analisi dell'olio)	1000 l
B3066Lx/Zx	1000	200 l
B3042Lx/Zx	1000	300 l

Tabella 13: Olio minerale – Sistema di lubrificazione a spruzzo d'olio e volume aggiuntivo

Olio minerale – Sistema di lubrificazione del motore solo con rabbocco d'olio fresco (senza spruzzo d'olio)

Denominazione Moduli / gruppi con tipo di motore	Sistema di lubrificazione del motore solo con rabbocco d'olio fresco (senza spruzzo d'olio)	
	Cambio dell'olio in base alle ore di esercizio	Dimensione consigliata per il serbatoio di olio fresco
E3066D1-D3	600	60 l
E3066Lx/Zx	300	60 l
E3042D1-D3	600	60 l
E3042Lx/Zx	300	60 l

Tabella 14: Olio minerale – Sistema di lubrificazione del motore solo con rabbocco d'olio fresco (senza spruzzo d'olio)

Olio sintetico – Sistema di lubrificazione a spruzzo d'olio e volume aggiuntivo

Aumentando il volume aggiuntivo come ad es. a 800 l per E3066Dx, anche gli intervalli per il cambio dell'olio aumentano di un valore pari a 4 volte quello valido per il volume aggiuntivo di 200 l.

Anche in questi casi sono necessarie analisi dell'olio a intervalli regolari.

Denominazione Moduli / gruppi con tipo di motore	Sistema di lubrificazione a spruzzo d'olio e volume aggiuntivo	
	Cambio dell'olio in base alle ore di esercizio	Dimensione min. del volume aggiuntivo
E3066Lx/Zx	2000	200 l
E3042Lx/Zx	1000	160 l
E3042Lx/Zx	8000 (o analisi dell'olio)	1000 l

Tabella 15: Olio sintetico – Sistema di lubrificazione a spruzzo d'olio e volume aggiuntivo

Olio sintetico – Sistema di lubrificazione del motore solo con rabbocco d'olio fresco (senza spruzzo d'olio)

Denominazione	Sistema di lubrificazione del motore solo con rabbocco d'olio fresco (senza spruzzo d'olio)	
	Moduli / gruppi con tipo di motore	Cambio dell'olio in base alle ore di esercizio
E3066D1-D3	1250	50 l
E3066D4	1500	50 l
E3066Lx/Zx	600	50 l
E3042D1-D3	1250	100 l
E3042D4	1500	100 l
E3042Lx/Zx	600	100 l

Tabella 16: Olio sintetico – Sistema di lubrificazione del motore solo con rabbocco d'olio fresco (senza spruzzo d'olio)

2.3.3 Grassi lubrificanti per generatori

Grassi lubrificanti per generatori Serie 400

Fabbricante del generatore	Grasso lubrificante
Leroy-Somer	A lubrificazione permanente

Importante

Osservare le direttive del costruttore riportate sulla targhetta del tipo generatore.

3 Liquido di raffreddamento

3.1 Note generali

3.1.1 Definizione di liquido di raffreddamento

Importante

Assicurarsi che i materiali di esercizio vengano scaricati in serbatoi di raccolta sufficientemente grandi. Attenersi alle schede dati di sicurezza e smaltire i materiali d'esercizio secondo le specifiche norme nazionali.

Liquido di raffreddamento = Additivo liquido di raffreddamento (concentrato) + acqua dolce nel rapporto di miscelazione prescritto

- Pronto all'uso per l'impiego nel motore

Antigelo = inibitore di corrosione + glicole + additivo + acqua

- Nelle versioni precedenti delle prescrizioni sui materiali di esercizio MTU è stato utilizzato il termine "Prodotto anticorrosione-antigelo". Per una migliore comprensione utilizziamo qui il termine "Antigelo".

L'antigelo è necessario nei motori in zone di impiego in cui possono verificarsi temperature sotto lo zero.

Il rispettivo intervallo per la concentrazione di impiego è riportato nella sezione Monitoraggio durante l'esercizio.

Liquido di raffreddamento senza antigelo = Inibitore di corrosione + additivo + acqua

- Nelle versioni precedenti delle prescrizioni sui materiali di esercizio MTU è stato utilizzato il termine "Prodotto anticorrosione idrosolubile". Questa denominazione viene sostituita con effetto immediato dalla denominazione "Liquido di raffreddamento senza antigelo".

I liquidi di raffreddamento approvati da MTU svolgono una buona azione anticorrosione a condizione che vengano utilizzati in concentrazione adeguata. Il rispettivo intervallo per la concentrazione di impiego è riportato nella sezione Monitoraggio durante l'esercizio.

Gli additivi al liquido di raffreddamento approvati sono riportati nei seguenti capitoli:

- Per motore a gas Serie 4000 – Utilizzo in marina (→ Pagina 37)
- Per motore a gas Serie 4000 – Utilizzo per generatori e gruppi elettrogeni (→ Pagina 46)
- Per motore a gas Serie 400 – Gruppo elettrogeno (→ Pagina 54)

Gli accordi speciali esistenti rimangono validi.

Importante

In combinazione con radiatori contenenti ottone non si devono utilizzare additivi del liquido di raffreddamento contenenti nitrati.

Importante

Ogni volta che il liquido di raffreddamento viene cambiato con un prodotto diverso, è necessario eseguire una fase di risciacquo con acqua. Per le prescrizioni di lavaggio e pulizia di circuiti del liquido di raffreddamento del motore vedere (→ Pagina 83).

Importante

In alcuni campi di applicazione è prescritto l'uso di antigelo a base di glicole propilenico. Questi prodotti sono caratterizzati da una conducibilità termica inferiore rispetto ai glicoli etilenici usuali. In tal modo nel motore si raggiunge un livello di temperatura più elevato. Per l'impiego in presenza di temperature estremamente basse (< -40 °C) è disponibile il prodotto BASF G206.

L'effetto anticorrosione del liquido di raffreddamento è garantito solo se il circuito è completamente riempito.

Solo i prodotti anticorrosione approvati per la conservazione dell'interno del circuito di raffreddamento offrono una protezione anticorrosione sufficiente anche in caso di svuotamento del liquido. Vale a dire che dopo aver fatto defluire il liquido di raffreddamento, se non occorre riempirlo nuovamente si deve provvedere al trattamento di conservazione del circuito di raffreddamento. La procedura è descritta nella norma per il trattamento di conservazione MTU A001070/..

Il rifornimento di liquido di raffreddamento deve consistere in acqua dolce di caratteristiche idonee con un additivo approvato da MTU. La preparazione del liquido di raffreddamento va effettuata al di fuori del motore.

Importante

Non sono ammesse miscele di differenti additivi, né aggiunte di additivi (neppure nei filtri dell'acqua di raffreddamento e nei filtri a valle dei componenti dell'impianto).

Importante

Nelle miscele pronte la percentuale di additivo refrigerante (concentrato) viene sempre riportata per prima. Esempio: Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix = 40 % vol. di additivo di liquido di raffreddamento / 60 % vol. acqua dolce

3.1.2 Monitoraggio durante l'esercizio / Trattamento del liquido di raffreddamento

Il controllo preliminare dell'acqua dolce e il monitoraggio del liquido di raffreddamento sono molto importanti per il funzionamento regolare del motore. Il controllo del liquido di raffreddamento deve avvenire almeno una volta all'anno o ad ogni riempimento e può essere eseguito utilizzando il kit di prova MTU. Questo kit di prova contiene tutti gli apparecchi necessari, i prodotti chimici e le Istruzioni per l'uso.

Con il kit di prova MTU si possono eseguire le seguenti prove:

- Determinazione della durezza complessiva (°d)
- Determinazione del pH
- Determinazione del contenuto di cloruri per l'acqua dolce
- Determinazione della concentrazione di antigelo
- Determinazione della concentrazione del liquido di raffreddamento senza antigelo

L'analisi dell'acqua dolce e del liquido di raffreddamento può essere richiesta a MTU, fornendo almeno 0,25 l di prodotto.

Concentrazioni ammesse per gli antigelo

	Minimo			Massimo
Antigelo a base di glicole etilenico con antigelo fino a*	35 % di vol. -20 °C	40 % di vol. -25 °C	45 % di vol. -31 °C	50 % di vol. -37 °C
BASF G206	65 % di vol. per impiego con temperature esterne fino a -65 °C in zone artiche			
* = dati di protezione antigelo stabiliti secondo ASTM D 1177				

Tabella 17: Concentrazioni ammesse per gli antigelo

Importante
Dopo il lavaggio del circuito di raffreddamento del motore, la concentrazione dell'antigelo non deve essere inferiore al 35 % del volume.

Se è sufficiente una protezione antigelo fino a meno -20 °C, l'antigelo va aggiunto all'acqua dolce in una concentrazione pari ad almeno il 35 % del volume. Se ci si attendono temperature ambientali ancora più basse, la concentrazione va adeguatamente incrementata ma senza superare il 50 % del volume.

Le miscele nelle quali la percentuale di antigelo è inferiore al 35 % del volume non garantiscono una sufficiente protezione anticorrosiva.

Utilizzare l'acqua trattata nell'esercizio estivo e in quello invernale. Le perdite di liquido di raffreddamento vanno compensate in modo da mantenere costante la concentrazione di antigelo.

Concentrazioni ammesse – Liquido di raffreddamento senza antigelo per tutti gli utilizzi

Settore di concentrazione ammesso	Produttore	Nome commerciale	Valore rilevato sul rifrattometro manuale ¹⁾ a 20 °C (= indice Brix) % vol.					
			7	8	9	10	11	12
da 9 a 11 % di vol.	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	Utilizzare il kit di prova del produttore					
	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	Utilizzare il kit di prova del produttore					
	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⁾ = Determinazione della concentrazione mediante rifrattometro manuale idoneo

Tabella 18: Concentrazioni ammesse – Liquido di raffreddamento senza antigelo per tutti gli utilizzi

Il rifrattometro manuale deve essere calibrato con acqua pulita alla temperatura del liquido di raffreddamento. Questa dovrebbe essere di 20 °C. Attenersi a quanto prescritto dal produttore.

Importante

Dopo il lavaggio del circuito di raffreddamento del motore, la concentrazione dell'antigelo non deve essere inferiore al 9 % del volume.

Concentrazioni ammesse – ulteriori liquidi di raffreddamento senza antigelo esclusivamente per uso marino (senza metalli leggeri)

Settore di concentrazione ammesso	Produttore	Nome commerciale	Valore rilevato sul rifrattometro manuale ¹⁾ a 20 °C (= indice Brix) % vol.					
			7	8	9	10	11	12
da 7 a 11 % di vol.	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
da 5 a 6 % di vol.	Fleetguard	DCA-4L	Utilizzare il kit di prova del produttore					
da 3 a 4 % di vol.	Detroit Diesel Corporation	Power Cool 2000	Utilizzare il kit di prova del produttore					
	Nalco	Alfloc 2000						
		Nalco 2000						
		Nalcool 2000						
		Trac 102						
Penray	Pencool 2000							

¹⁾ = Determinazione della concentrazione mediante rifrattometro manuale idoneo

Tabella 19: Concentrazioni ammesse – ulteriori liquidi di raffreddamento senza antigelo esclusivamente per uso marino (senza metalli leggeri)

Il rifrattometro manuale deve essere calibrato con acqua pulita alla temperatura del liquido di raffreddamento. Questa dovrebbe essere di 20 °C. Attenersi a quanto prescritto dal produttore.

Concentrazioni ammesse – Antigelo a base di glicole etilenico

La determinazione della concentrazione avviene mediante un rifrattometro di glicole idoneo e leggendo direttamente il valore in % di vol.

Tabella di taratura per liquidi antigelo per impieghi speciali

Valore rilevato sul rifrattometro manuale a 20 °C (=indice Brix)		Corrisponde a una concentrazione del
I. Antigelo al glicole propilenico	II. BASF G206	
26,3	24,8	35 % di vol.
26,9	25,5	36 % di vol.
27,5	26,1	37 % di vol.
28,2	26,7	38 % di vol.
28,8	27,4	39 % di vol.
29,5	28,0	40 % di vol.

Valore rilevato sul rifrattometro manuale a 20 °C (=indice Brix)		Corrisponde a una concentrazione del
I. Antigelo al glicole propilenico	II. BASF G206	
30,1	28,6	41 % di vol.
30,8	29,2	42 % di vol.
31,3	29,8	43 % di vol.
31,9	30,4	44 % di vol.
32,5	30,9	45 % di vol.
33,1	31,5	46 % di vol.
33,7	32,1	47 % di vol.
34,2	32,6	48 % di vol.
34,8	33,2	49 % di vol.
35,3	33,8	50 % di vol.
	34,4	51 % di vol.
	34,9	52 % di vol.
	35,5	53 % di vol.
	36,1	54 % di vol.
	36,7	55 % di vol.
	37,2	56 % di vol.
	37,8	57 % di vol.
	38,3	58 % di vol.
	38,9	59 % di vol.
	39,4	60 % di vol.
	39,9	61 % di vol.
	40,5	62 % di vol.
	41,0	63 % di vol.
	41,5	64 % di vol.
	42,0	65 % di vol.

Tabella 20: Tabella di taratura per liquidi antigelo per impieghi speciali

Valori limite per liquido di raffreddamento

Valore pH con l'impiego di		
- Antigelo	min 7,5	max 9,0
- Liquido di raffreddamento senza antigelo per motori con percentuali di metalli leggeri	min 7,5	max 9,0
- Liquido di raffreddamento senza antigelo per motori senza percentuali di metalli leggeri	min 7,5	max. 11,0
Silicio (valido per liquidi di raffreddamento contenenti Si)	min 25 mg/l	

Importante

Per la valutazione complessiva di una funzionalità del liquido di raffreddamento, oltre ai suddetti valori limite, si devono considerare anche i dati caratteristici specifici del refrigerante e la qualità di acqua dolce utilizzata.

3.1.3 Stabilità di conservazione dei concentrati di liquido di raffreddamento

L'indicazione della stabilità di stoccaggio si basa su fusti originali chiusi ed ermetici a una temperatura massima di stoccaggio di 30 °C.

Attenersi alle indicazioni del costruttore.

Concentrato per liquidi di raffreddamento	Valore limite	Nome commerciale / Note
Antigelo	ca. 3 anni	Attenersi alle indicazioni del produttore
Prodotti contenenti glicole propilenico	3 anni	BASF G206
Liquido di raffreddamento senza antigelo	6 mesi	Nalco Trac 102
	2 anni	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 anni	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 anni	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

Tabella 21: Stabilità di conservazione dei concentrati di liquido di raffreddamento

Importante
<ul style="list-style-type: none"> • Ai fini della protezione anticorrosione, l'immagazzinamento non deve avvenire in contenitori zincati. Questa precauzione deve essere tenuta in considerazione anche nel caso in cui siano necessari eventuali travasi. • I contenitori devono essere conservati, chiusi ermeticamente, in un luogo fresco e asciutto. In inverno proteggerli dal gelo. • Ulteriori informazioni si trovano sulle schede del prodotto e dei dati di sicurezza dei singoli liquidi di raffreddamento.

TIM-ID: 0000078631 - 001

3.1.4 Additivi colorati per individuazione di perdite nel circuito di raffreddamento

Il colorante fluorescente elencato qui di seguito è approvato per l'individuazione di perdite come additivo per liquido di raffreddamento senza antigelo e per prodotto antigelo.

Produttore	Denominazione prodotto	Numero di materiale	Confezione	Stabilità di immagazzinaggio ¹⁾
Chromatech Inc. Chromatech Europe B.V.	D11014 Chromatint Uranine Conc	X00066947	20 kg	2. anni

Tabella 22: Additivi colorati approvati

¹⁾ = riferito a confezione originale e sigillata con immagazzinaggio al riparo dal gelo (> 5 °C)

Applicazione:

Vengono aggiunti circa 40 g di colorante su 180 l di liquido di raffreddamento.

Questa quantità di colorante è calcolata abbondante e non deve essere superata.

La fluorescenza (tonalità gialla) è ben riconoscibile alla luce del giorno. In ambienti bui si può utilizzare luce UV con una lunghezza d'onda di 365 nm.

3.1.5 Per evitare danni all'impianto di raffreddamento

- In caso di rabbocco (dopo una perdita di liquido di raffreddamento) accertarsi che l'acqua sia addizionata con il concentrato. È necessario ottenere la protezione antigelo o anticorrosiva prescritta.
- Non utilizzare più del 50 % in volume Utilizzare l'antigelo. Altrimenti le caratteristiche antigelo si riducono e la dissipazione di calore peggiora. Unica eccezione: BASF G206 (applicazione speciale)
- Il liquido di raffreddamento non deve presentare residui di olio o di rame (in forma solida o sciolta).
- Gli anticorrosivi per la conservazione interna del circuito di raffreddamento attualmente approvati sono prevalentemente a base d'acqua e non offrono una protezione antigelo. Una volta scaricato il prodotto, nel motore ne rimane una quantità residua, quindi accertarsi che i motori conservati siano immagazzinati al riparo dal gelo.
- Un circuito del liquido di raffreddamento di regola non può essere completamente svuotato, cioè piccole quantità residue di liquido di raffreddamento o di acqua dolce di una fase di lavaggio restano nel motore. Con il versamento di liquido di raffreddamento (miscela di concentrato o utilizzo di una miscela pronta), questi residui possono creare un effetto di diluizione. Questa diluizione aumenta con l'aumentare del numero di elementi applicati al motore. Pertanto si deve verificare con cura, e se necessario adeguare, la concentrazione di liquido nel circuito di raffreddamento.

Importante

Tutti i liquidi di raffreddamento approvati in questa norma per i materiali di esercizio si riferiscono fondamentalmente ai circuiti del liquido di raffreddamento di motori / sistemi MTU. Negli apparati motori completi deve essere rispettata anche l'approvazione per materiali di esercizio dei produttori dei componenti.

Importante

Per motivi di protezione dalla corrosione non è consentito mettere in funzione un motore con acqua pura, senza aggiunta di un inibitore di corrosione approvato.

3.1.6 Materiali non idonei nel circuito del liquido di raffreddamento

Componenti di materiali di rame, zinco e ottone

Se non si osservano determinate condizioni, i componenti di materiali di rame, zinco e ottone o con superfici zincate nel circuito del liquido di raffreddamento (inclusi condotti di alimentazione e di scarico), in combinazione con metalli meno nobili (p. es. alluminio), possono indurre una reazione elettrochimica. Come conseguenza i componenti di metalli meno nobili sono soggetti a corrosione o addirittura a vaiolatura. In questi punti il circuito del liquido di raffreddamento è mancante di tenuta.

Materiali non metallici

- Non utilizzare elastomeri silicon e EPDM, quando si utilizzano oli anticorrosione emulsionabili o si inseriscono nel circuito del liquido di raffreddamento altri oli.

Filtri dell'acqua di raffreddamento / filtri a valle di componenti dell'impianto

- Se si utilizzano filtri di questo tipo, si devono impiegare solo prodotti che non contengono additivi. Additivi come silicati, nitrati, ecc. possono diminuire l'efficacia protettiva o la durata di un liquido di raffreddamento ed eventualmente provocare la corrosione dei materiali presenti nel circuito di raffreddamento.

Informazioni:

In caso di dubbi sull'impiego di materiali nel motore e in elementi applicati / componenti nei circuiti del liquido di raffreddamento, consultare il rispettivo reparto tecnico MTU.

3.1.7 Requisiti per acqua dolce Serie 4000

Per preparare il liquido di raffreddamento con e senza antigelo si deve utilizzare solo acqua pulita e filtrata conforme ai valori della tabella che segue. Se vengono superati i valori limite per l'acqua, si può aggiungere acqua desalinizzata per abbassare la durezza o la salinità del preparato.

Parametro	Minimo	Massimo
Somma degli alcali terrosi *) (grado di durezza)	0 mmol/l 0°d	2,7 mmol/l 15°d
Valore pH a 20 °C	5,5	8,0
Ioni di cloruro		100 mg/l
Ioni solfato		100 mg/l
Totale anioni		200 mg/l
Batteri		10 ³ UFC (unità formanti colonie)/ml
Funghi, lieviti	Non sono ammessi!	

Tabella 23: Requisiti per acqua dolce Serie 4000

*) Denominazione comune della durezza dell'acqua in diversi Paesi:

1 mmol/l = 5,6°d = 100 mg/kg CaCO₃

- 1°d = 17,9 mg/kg CaCO₃, durezza USA
- 1°d = 1,79° francesi di durezza
- 1°d = 1,25° inglesi di durezza

3.1.8 Requisiti per acqua dolce Serie 400

Per preparare il liquido di raffreddamento si deve utilizzare solo acqua pulita e filtrata conforme ai valori della tabella che segue. Se vengono superati i valori limite per l'acqua, si può aggiungere acqua desalinizzata per abbassare la durezza o la salinità del preparato.

Requisiti generali	Chiara, trasparente ed esente da sostanze non disciolte	
pH (25 °C)	da 7,4 a 8,5	
Conducibilità elettrica (a 25 °C)	< 300	µS/cm
Alcali terrosi totali	da 0,9 a 1,3 da 5 a 7	mmol/l °dH
Cloruri	< 80	mg/l
Solfati	< 70	mg/l
Ferro	< 0,2	mg/l
Batteri	< 10 ³	UFC (unità formanti colonie)/ml
Funghi, lieviti	Non sono ammessi!	

Tabella 24: Requisiti per acqua dolce Serie 400

3.2 Motore a gas Serie 4000 – Utilizzo in marina

3.2.1 Liquidi di raffreddamento – Informazioni generali

Importante

La sostituzione del liquido di raffreddamento dipende dal tempo di esercizio (ore/anno) del motore, a seconda della soglia raggiunta per prima.

Ore di esercizio = tempo di preriscaldamento + tempo di esercizio del motore

Importante

Tutti i dati si riferiscono al circuito del liquido di raffreddamento lato motore, non sono presi in considerazione elementi applicati esterni.

Importante

Nei circuiti del liquido di raffreddamento del motore privi di metalli leggeri, ma con elementi applicati contenenti metalli leggeri (p. es. impianti di raffreddamento esterni) si raccomandano le autorizzazioni dei prodotti per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri. In caso di dubbio sull'impiego di liquidi di raffreddamento, contattare il proprio consulente MTU.

Importante

L'uso di prodotti diversi comporta la perdita della garanzia.

Per i dettagli e le particolarità vedere i capitoli "Informazioni generali" (→ Pagina 24) e "Materiali non idonei nel circuito del liquido di raffreddamento" (→ Pagina 33).

Rimangono inoltre validi eventuali accordi speciali tra il cliente e MTU-Friedrichshafen GmbH.

3.2.2 Liquidi di raffreddamento senza antigelo - Concentrati per sistemi di raffreddamento privi di metalli leggeri

Per dettagli e particolarità vedere il capitolo "Liquidi di raffreddamento" (→ Pagina 24)

Liquidi di raffreddamento senza antigelo - Concentrati

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note / Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrito	Fosfato	Molibdato		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS100 Corrosion Inhibitor Concentrate		X				6000 / 2	X00057233 (20 l) X00057232 (210 l) X00070455 (1000 l) Disponibile tramite MTU Asia
MTU America Inc.	Power Cool®Plus 6000 Concentrate		X				6000 / 2	Colorato di verde 23533526 (1 gallone) 23533527 (5 galloni) Disponibile tramite 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 (fusto) X00058062 (tanica)
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 l)
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	Colorato di rosso
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	
Penray	Pencool 2000		X	X			6000 / 2	

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note / Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrato	Fosfato	Molibdato		
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	

Tabella 25:

3.2.3 Liquidi di raffreddamento senza antigelo – Miscela pronte per sistemi di raffreddamento privi di metalli leggeri

Per dettagli e particolarità vedere il capitolo “Liquidi di raffreddamento” (→ Pagina 24)

Liquidi di raffreddamento senza antigelo – Miscela pronte

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note / Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrito	Fosfato	Molibdato		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS 10/90 Corrosion Inhibitor Premix		X				6000 / 2	X00069385 (20 l) X00069386 (210 l) X00069387 (1000 l) (Zona di vendita: Italia)
Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3443 (7 %)	X					6000 / 2	

Tabella 26:

3.2.4 Prodotti antigelo – Concentrati per sistemi di raffreddamento privi di metalli leggeri

Per dettagli e particolarità vedere il capitolo "Liquidi di raffreddamento" (→ Pagina 24).

Importante
Nei motori navali l'impiego di antigelo è ammesso solo con temperature dell'acqua marina di max 25 °C. Questo vale per tutti i motori raffreddati con acqua marina.

Prodotti antigelo – Concentrati

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note/ Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrato	Fosfato	Molibdato		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH100 Antifreeze Concentrate	X	X				9000 / 5	X00057231 (20 l) X00057230 (210 l) X00068202 (1000 l) Disponibile tramite 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 l) X00058053 (210 l)
	Glysantin G30 pink	X					9000 / 3	X00058072 (canistro) X00058071 (fusto)
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	

TIM-ID: 0000080984 - 001

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note/ Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrato	Fosfato	Molibdato		
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 (canistro) X00058073 (fusto)
Gaszpromneft Lubricants Ltd.	BELAZ G-Profi Antifreeze Red	X					9000 / 3	X00058075 (fusto)
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	

Tabella 27:

3.2.5 Prodotti antigelo – Concentrati per applicazioni speciali

Per dettagli e particolarità vedere il capitolo “Liquidi di raffreddamento” (→ Pagina 24)

Concentrati per applicazioni speciali

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note / Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrato	Fosfato	Molibdato		
BASF SE	G206	X	X				9000 / 3	Per impiego in regioni artiche (< -40 °C)

Tabella 28:

3.2.6 Prodotti antigelo - Miscele pronte per sistemi di raffreddamento privi di metalli leggeri

Prodotti antigelo - Miscele pronte

Per dettagli e particolarità vedere il capitolo "Liquidi di raffreddamento" (→ Pagina 24).

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note/ Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrato	Fosfato	Molibdato		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH 35/65 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00069382 (20 l) X00069383 (210 l) X00069384 (1000 l) (Zona di vendita: Italia)
	Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070533 (20 l) X00070531 (210 l) X00070532 (1000 l) (Zona di vendita: Inghilterra, Spagna)
	Coolant AH 50/50 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070528 (20 l) X00070530 (210 l) X00070527 (1000 l) (Zona di vendita: Inghilterra)
	Coolant RM 30 (40 %)	X					9000 / 3	X00073922 (20 l) X00073916 (205 l) X00073923 (1000 l)
MTU America Inc.	Power Cool® Universal 35/65 mix	X	X				9000 / 5	800085 (5 galloni) 800086 (55 galloni)
	Power Cool® Universal 50/50 mix	X	X				9000 / 5	800071 (5 galloni) 800084 (55 galloni)
Bantleon	Avilub Antifreeze Mix (50 %)	X	X				9000 / 5	X00049213 (210 l)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect Mix 3000	X					9000 / 3	Antigelo fino a -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	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note/ Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrito	Fosfato	Molibdato		
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	

Tabella 29:

3.3 Motore a gas Serie 4000 – Utilizzo del generatore e gruppo elettrogeno

3.3.1 Liquidi di raffreddamento – Informazioni generali

Importante

La sostituzione del liquido di raffreddamento dipende dal tempo di esercizio (ore/anno) del motore, a seconda della soglia raggiunta per prima.

Ore di esercizio = tempo di preriscaldamento + tempo di esercizio del motore

Importante

Tutti i dati si riferiscono al circuito del liquido di raffreddamento lato motore, non sono presi in considerazione elementi applicati esterni.

Importante

Nei circuiti del liquido di raffreddamento del motore privi di metalli leggeri, ma con elementi applicati contenenti metalli leggeri (p. es. impianti di raffreddamento esterni) si raccomandano le autorizzazioni dei prodotti per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri. In caso di dubbio sull'impiego di liquidi di raffreddamento, contattare il proprio consulente MTU.

Importante

L'uso di prodotti diversi comporta la perdita della garanzia.

Per i dettagli e le particolarità vedere i capitoli "Informazioni generali" (→ Pagina 24) e "Materiali non idonei nel circuito del liquido di raffreddamento" (→ Pagina 33).

Rimangono inoltre validi eventuali accordi speciali tra il cliente e MTU-Friedrichshafen GmbH.

3.3.2 Liquidi di raffreddamento senza antigelo – Concentrati per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri

Per dettagli e particolarità vedere il capitolo "Liquidi di raffreddamento" (→ Pagina 24).

Liquidi di raffreddamento senza antigelo – Concentrati

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note/ Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrito	Fosfato	Molibdato		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS100 Corrosion Inhibitor Concentrate		X				6000 / 2	X00057233 (20 l) X00057232 (210 l) X00070455 (1000 l) Disponibile tramite MTU Asia
MTU America Inc.	Power Cool® Plus 6000 Concentrate		X				6000 / 2	Colorato di verde 23533526 (1 gallone) 23533527 (5 galloni) Disponibile tramite MTU America
Arteco NV	Freecor NBI		X				6000 / 2	
BASF SE	Glysacorr G93 green		X				6000 / 2	X00054105 (fusto) X00058062 (canistro)
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 l)
Chevron Corp.	Texcool A - 200		X				6000 / 2	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus 6000	X				X	6000 / 2	Colorato di rosso
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	

Tabella 30:

3.3.3 Liquidi di raffreddamento senza antigelo – Miscela pronte per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri

Per dettagli e particolarità vedere il capitolo "Liquidi di raffreddamento" (→ Pagina 24).

Liquidi di raffreddamento senza antigelo – Miscela pronte

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note/ Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrito	Fosfato	Molibdato		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS10/90 Corrosion Inhibitor Premix		X				6000 / 2	X00069385 (20 l) X00069386 (210 l) X00069387 (1000 l) (Zona di vendita: Italia)

Tabella 31:

3.3.4 Prodotti antigelo - Concentrati per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri

Per dettagli e particolarità vedere il capitolo "Liquidi di raffreddamento" (→ Pagina 24).

Prodotti antigelo - Concentrati

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note/ Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrito	Fosfato	Molibdato		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH100 Antifreeze Concentrate	X	X				9000 / 5	X00057231 (20 l) X00057230 (210 l) X00068202 (1000 l) Disponibile tramite 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 l) X00058053 (210 l)
	Glysantin G30 pink	X					9000 / 3	X00058072 (canistro) X00058071 (fusto)
	Glysantin G40 pink (Konzentrat)	X	X				9000 / 3	X00066724 (20 l) X00066725 (210 l) Concentrazione ammessa da 40 a 50 % vol.
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	Concentrazione ammessa da 40 a 50 % vol.
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	
Comma Oil & Chemicals Ltd.	Comma Xstream® G30® Antifreeze Coolant Concentrate	X					9000 / 3	
	Comma Xstream® G48® Antifreeze Coolant Concentrate	X	X				9000 / 5	

TIM-ID: 0000080987 - 001

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note/ Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrito	Fosfato	Molibdato		
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 (canistro) X00058073 (fusto)
Gazpromneft Lubricants Ltd.	Belaz G-Profi Antifreeze Red	X					9000 / 3	
Krafft S.L.U	Refrigerante ACU 2300		X	X			9000 / 3	X00058075 (fusto)
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	
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	

TIM-ID: 0000080987 - 001

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note/ Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrito	Fosfato	Molibdato		
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	Concentrazione ammessa da 40 a 50 % vol. Codice articolo: 800 180
YORK SAS	York 716	X	X				9000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 K	X					9000 / 3	

Tabella 32:

3.3.5 Prodotti antigelo – Concentrati per applicazioni speciali

Per dettagli e particolarità vedere il capitolo “Liquidi di raffreddamento” (→ Pagina 24)

Concentrati per applicazioni speciali

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note / Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrito	Fosfato	Molibdato		
BASF SE	G206	X	X				9000 / 3	Per impiego in regioni artiche (< -40 °C)

Tabella 33:

3.3.6 Prodotti antigelo – Miscele pronte per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri

Per dettagli e particolarità vedere il capitolo "Liquidi di raffreddamento" (→ Pagina 24).

Prodotti antigelo – Miscele pronte

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note/ Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrito	Fosfato	Molibdato		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH 35/65 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00069382 (20 l) X00069383 (210 l) X00069384 (1000 l) (Zona di vendita: Italia)
	Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070533 (20 l) X00070531 (210 l) X00070532 (1000 l) (Zona di vendita: Inghilterra, Spagna)
	Coolant AH 50/50 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070528 (20 l) X00070530 (210 l) X00070527 (1000 l) (Zona di vendita: Inghilterra)
	Coolant RM30 (40%)	X					9000 / 3	X00073922 (20 l) X00073916 (205 l) X00073923 (1000 l)
MTU America Inc.	Power Cool® Universal 35/65 mix	X	X				9000 / 5	800085 (5 galloni) 800086 (55 galloni)
	Power Cool® Universal 50/50 mix	X	X				9000 / 5	800071 (5 galloni) 800084 (55 galloni)
	Power Cool® Off-Highway Coolant 50/50 Premix		X	X			9000 / 5	23533531 (5 galloni) 23533532 (55 galloni)
Bantleon	Avilub Antifreeze Mix (50 %)	X	X				9000 / 5	X00049213 (210 l)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect Mix 3000	X					9000 / 3	Antigelo fino a -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	Antigelo fino a -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	
Cespa Comercial Petróleo S.A.U.	Xtar Super Coolant Hybrid NF 50%	X	X				9000 / 5	

TIM-ID: 0000078607 - 002

Produttore	Nome commerciale	Inibitori					Tempo di esercizio Ore / Anni	Note/ Numero di materiale
		Organico	Silicio	Nitrito	Fosfato	Molibdato		
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	

Tabella 34:

3.4 Motore a gas Serie 400 – Gruppo elettrogeno

3.4.1 Liquidi di raffreddamento approvati

Importante
L'uso di prodotti diversi comporta la perdita della garanzia.

Prodotti antigelo – Miscele pronte (prive di silicati)

Produttore / fornitore	Denominazione
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant RM 30*
BayWa AG	Tectrol Coolprotect MIX3000*
Montana	Kühlerfrostschutz BHKW -25°*
Valentin Energie GmbH	Coolant Plus -25° Ready*

* Sono possibili tempi di fermo prolungati

Tabella 35:

Prodotti antigelo – Concentrati

Produttore / fornitore	Denominazione
BASF	Glysantin G30
Aral	Antifreeze Silikatfrei

Tabella 36:

Avvertenza sulla garanzia

Si raccomanda caldamente l'uso di miscele pronte antigelo per il circuito di raffreddamento del motore.

Se si usano miscele pronte di questo tipo, è garantito quanto riportato di seguito.

- Il rapporto acqua-antigelo è impostato correttamente.
- L'acqua (pulita) utilizzata rientra nella specifica dei "Requisiti dell'acqua di raffreddamento motore".

La durata dei componenti può essere garantita soltanto se viene utilizzata acqua conforme alla specifica. Diversamente esiste il pericolo di depositi su molti componenti che potrebbero ridurre la trasmissione di calore riducendo contemporaneamente la funzionalità (scambiatore di calore) ovvero causando il surriscaldamento di singoli componenti.

In caso di "premiscelazioni" del liquido di raffreddamento osservare quanto segue:

- Utilizzare solo i liquidi antigelo ammessi e privi di silicati nel rapporto prescritto rispetto all'acqua
- In tal caso è obbligatorio firmare un modulo per confermare che l'acqua utilizzata soddisfa i requisiti conformi alle prescrizioni sui materiali di esercizio.

La concentrazione va controllata a intervalli regolari conformemente al piano di manutenzione. Il controllo del liquido di raffreddamento dovrebbe essere effettuato almeno una volta all'anno ovvero ad ogni riempimento. A seguito dell'invecchiamento, il liquido di raffreddamento deve essere sostituito dopo 25.000 ore di esercizio o al massimo dopo 3 anni.

4 Carburanti / Combustibili

4.1 Note generali

4.1.1 Utilizzo di carburanti/combustibili

Importante

I valori limite indicati per l'umidità nel carburante devono essere rispettati, altrimenti la garanzia perde validità.

Importante

Nel carburante non devono essere contenuti composti corrosivi (p. es. silossani, arsenicati, composti di fosforo, metalli pesanti, ammoniaca, cloro, fluoro, bromo e iodio).

I valori limite indicati devono essere rispettati, altrimenti la garanzia perde validità.

I motori a gas possono essere alimentati esclusivamente con i gas approvati per il rispettivo tipo di motore a gas.

In caso di alimentazione con gas combustibile fornito dalla rete pubblica, prima della messa in servizio del motore è necessario che il gestore del gas competente confermi quanto segue:

- Se il numero di metano minimo e il potere calorifico indicati nelle corrispondenti schede dati sono stati rispettati
- Se vi è stata un'eventuale aggiunta temporanea di miscele di aria-butano o aria-propano
- Se nella rete di gas combustibile è possibile anche l'immissione di biogas (previo accordo con lo stabilimento di produzione). I risultati dell'analisi dei gas devono essere disponibili.

La possibilità di utilizzo dei tipi di gas approvati deve essere controllata almeno a cadenza semestrale mediante analisi dei gas. A seguito di ciò si possono rendere necessarie le opportune modifiche con l'avvio di conseguenti misure.

- Composizione dei gas
- Sostanze nocive nel gas

L'uso di carburanti si limita, in tutto il campo di applicazione ed esercizio del motore, a combustibili in forma puramente gassosa. I combustibili liquidi non sono ammessi.

Il carburante deve essere tecnicamente esente da nebbia, polvere e liquidi. La formazione di condensa nell'impianto a gas deve essere evitata mediante opportune misure (deumidificazione, protezione da refrigeramento, preriscaldamento ecc.). I componenti corrosivi possono esservi contenuti solo nelle concentrazioni qui di seguito indicate(→ Pagina 56).

Con una qualità del gas grezzo superiore ai valori limite di zolfo riportati, è necessario installare un impianto per la rimozione dello zolfo adatto alla qualità del gas dell'impianto.

4.1.2 Principali componenti del metano e dei gas combustibili di origine biogena

Limiti universalmente validi per i principali componenti del metano e dei gas combustibili di origine biogena

I componenti utilizzabili per motori a gas sono riportati nelle tabelle seguenti.

- Limiti universalmente validi per i principali componenti del metano (→ Tabella 37)
- Limiti universalmente validi per i principali componenti dei gas combustibili di origine biogena (→ Tabella 38)

Principali componenti del metano

Componente	Unità	Intervallo di valori (valore massimo)
CH ₄	% vol.	da 80 a 100
C ₂ H ₆ (o somma di C ₂ H _x)	% vol.	< 12
C ₃ H ₈ (o somma di C ₃ H _x)	% vol.	< 9
C ₄ H ₁₀ (o somma di C ₄ H _x)	% vol.	< 2
C ₅ H ₁₂	% vol.	< 0,3
Idrocarburi C5+	% vol.	< 0,1
CO ₂	% vol.	< 10
N ₂	% vol.	< 15
Somma di CO ₂ + N ₂	% vol.	< 15
O ₂	% vol.	< 3
H ₂	% vol.	< 2
CO	% vol.	< 0,2

Tabella 37:

I componenti sopraelencati sono validi per le composizioni di metano. Altri componenti diversi da quelli sopraindicati (oltre ad eventuali tracce) non sono solitamente previsti per le composizioni di metano.

Se i componenti del metano superano i valori massimi riportati, prima dell'utilizzo di questo metano occorre contattare il MTU Onsite Energy.

Componenti principali di gas combustibili di origine biogena, specialmente provenienti da processi di fermentazione (i valori sono indicati senza aria)

Componente	Unità	Intervallo di valori (valore massimo)
CH ₄	% vol.	da 40 a 85
CO ₂	% vol.	da 20 a 55
N ₂	% vol.	< 10
O ₂	% vol.	< 3
H ₂	% vol.	< 2
CO	% vol.	< 0,2

Tabella 38:

I componenti sopraelencati sono validi per i gas combustibili di origine biogena. Altri componenti diversi da quelli sopraindicati (oltre ad eventuali tracce) non sono solitamente previsti per questo tipo di gas combustibili.

Se i componenti del gas combustibile superano i valori massimi riportati, prima dell'utilizzo di questo metano occorre contattare il MTU Onsite Energy.

4.1.3 Liquid Natural Gas (LNG)

Note su Liquid Natural Gas (LNG)

Va notato che la "LNG Bunker Delivery Note" nel codice IGF indica le quote di componenti in percentuale della massa. Questa rappresentazione si discosta notevolmente dalle consuete rappresentazioni in mole o percentuale del volume.

I serbatoi di LNG possono essere riempiti solo fino al 90 % della rispettiva capacità. Qualsiasi afflusso di calore nel serbatoio comporta l'evaporazione di piccole quantità di LNG liquido che poi si raccoglie sotto forma di gas nella fase di "boil-off". La composizione dei gas di boil-off dipende dalla formazione della fase liquida. La percentuale di N₂ della fase di boil-off può risultare 20 volte più grande del contenuto di azoto nella fase liquida. In generale, il gas di boil-off può contenere il 20 % del volume di azoto e l'80 % del volume di metano, come pure tracce di etano.

La composizione di LNG secondo EN1160 è limitata a un limite minimo di metano del 75 % della massa e a un limite massimo di azoto pari al 5 % della massa.

Per evitare il rollover si consiglia l'utilizzo di LNG con contenuti di azoto equivalenti a <1 % della massa.

Con "rollover" si intende lo sviluppo di vapore e il conseguente aumento di pressione dovuto alla rapida miscelazione di strati di liquido, quando il liquido agli strati più bassi nel serbatoio si surriscalda rispetto alla pressione nella zona superiore dei gas.

Nell'LNG le tracce di CO₂ sono rare o inesistenti, in quanto la CO₂ nei serbatoi si presenta in forma solida a temperature inferiori a -56 °C e ai consueti valori di pressione di 5,2 bar. In condizioni di pressione normale, la CO₂ sublima a -78,5 °C.

4.1.4 Composti di silicio e zolfo nel gas combustibile

I composti di silicio nel gas causano depositi e favoriscono l'usura. Essi disattivano anche i catalizzatori. I danni causati dai composti di silicio e zolfo non sono coperti da garanzia.

Per determinare la concentrazione di Si nell'olio lubrificante e il relativo valore limite si rimanda al capitolo Lubrificanti (→ Pagina 10).

Rilevamento della percentuale di silicio e del tenore di zolfo nel gas combustibile dall'analisi del gas

Si moltiplicano le concentrazioni misurate e il tenore di zolfo dei singoli composti per le percentuali in massa Si-S e rilevando il contenuto di silicio e/o di zolfo.

Il risultato si riferisce a potere calorifico del gas combustibile e a un contenuto energetico di 10 kWh (corrisponde a 1 m³ in condizioni normali CH₄) normalizzato.

Percentuale di silicio misurata in base all'analisi dei gas (o concentrazione di zolfo)

Concentrazione di silicio nel vetrino	K Si	5,1 mg/m ³ in condizioni normali
CH ₄ Contenuto del gas di depurazione	K CH ₄	65 % di vol.
Potere calorifico gas di depurazione	Hi _n	6,5 kWh/m ³ in condizioni normali

Esempio: concentrazione del silicio calcolata limitatamente a Hi_n = 10 kWh/m³ in condizioni normali

$$K_{Si} \text{ 10 (kWh/m}^3\text{ in condizioni normali)} = K_{Si \text{ misurato}} \times \frac{Hi_{n \text{ misurato}}}{10 \text{ (kWh/m}^3\text{ in condizioni normali)}} =$$

$$5,1 \text{ (mg Si/m}^3\text{ in condizioni normali)} \times \frac{6,5}{10} = 3,3 \text{ (mg Si/m}^3\text{ in condizioni normali)}$$

4.2 Motore a gas Serie 4000 – Utilizzo in marina

4.2.1 Informazioni generali

Importante

Non ci si assume alcuna garanzia per problemi e/o danni (corrosione, inquinamenti, ecc.) causati da gas o sostanze a noi sconosciuti e non accordati al momento della stipula del contratto.

4.2.2 Requisiti del gas combustibile

Requisiti e condizioni di base per i motori a gas MTU per uso navale

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Tipo di gas		Gas naturale	Vale per metano H, al momento non sono approvati altri gas
Numero di metano MZ	–	≥ 70	A seconda del modello costruttivo, della potenza e del consumo di carburante possono risultare necessari alcuni adeguamenti. Attenersi alle istruzioni di servizio (dati tecnici). Per valori più bassi è necessaria una consultazione con il costruttore o un'analisi dei gas. Riduzione della potenza del motore mediante controllo del battito Numero di metano calcolato a norma DIN EN 16726.
Potere calorifico $H_{i,n}$	kWh/m ³ n	$9,2 < H_{i,n} < 11,5$	Per valori limite inferiori o superiori è necessario consultarsi con il costruttore.
Indice di Wobbe $W_{i,n}^{1), 2)}$	kWh/m ³ n	$11,77 < W_{i,n} < 14,18$	L'indice di Wobbe è in relazione con il potere calorifico. Il valore non deve essere superiore né inferiore all'indice di Wobbe.
Velocità di variazione ammessa per il potere calorifico ³⁾	kWh/m ³ _n /min	0,067	Necessità di variazione costante lineare con una frequenza di 1/h
Densità del gas ²⁾	kg/m ³ n	da 0,73 a 0,84	La densità del gas può variare a seconda della composizione, ma rimane costante per un determinato tipo di gas. In caso di uso di gas provenienti da zone differenti la densità può variare.
Valore minimo di pressione del gas a monte del tubo regolazione gas	bar(g)	0,5	Rilevante per minimo e basso carico Attenersi alle specifiche prescritte per il tubo regolazione gas del rispettivo progetto/tipo di motore.
Settore ammesso della pressione del gas a monte del tubo regolazione gas per piena potenza del motore e capacità di accelerazione.	bar(g)^{sc} />	6,0...10,0	Attenersi alle specifiche prescritte per il tubo regolazione gas del rispettivo progetto/tipo di motore.
Scostamento della pressione del gas rispetto al valore di regolazione	bar	$\pm 0,5$	La pressione del gas a monte del tubo regolazione non deve essere inferiore al valore di regolazione.

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Velocità di variazione ammessa della pressione del gas a monte del tubo regolazione	bar/s	0,3	Variatione costante necessaria, valida per le condizioni dinamiche e di inerzia del motore.
Temperatura gas	°C	10...40	Condensazione di valore acqueo a <10 °C, invecchiamento termico di materiali NBR (guarnizioni, membrane) e influenza sul comportamento di elasticità a temperature più elevate. Anche per il processo di avviamento si applicano le temperature minime. Attenersi alle specifiche prescritte per il tubo regolazione gas del rispettivo progetto/tipo di motore. Per valori di temperatura superiori o inferiori è necessario consultarsi con il costruttore.
Velocità di variazione ammessa della temperatura del gas	K/min	10	
Acqua: Temperatura del punto di rugiada	°C	0	Alla pressione di esercizio. Assenza di condensa del vapore acqueo nell'intervallo di pressione e temperatura. Per valori superiori prevedere l'essiccazione dei gas. Valido per l'intero intervallo di temperatura del gas.
Vapori olio (HC con indice di carbonio > 5)	mg/m ³ _n	<10	Nessuna condensazione nelle tubazioni del gas combustibile e della miscela di aria-gas combustibile. Nessuna formazione di nebbia d'olio condensabile.
Vapori di solventi HC	mg/m ³ _n	0	Necessaria consultazione con il costruttore e analisi
Silicio a legame organico (ad es. silani, silossani, siliceni)	mg/m ³ _n CH ₄	< 1,0	Necessaria consultazione con il costruttore e analisi
Silicio a legame organico	mg/m ³ _n	< 5	Con Si >5 mg/m ³ N riferito al tenore di gas combustibile del 100 % CH ₄ , nell'analisi dell'olio prestare attenzione ai prodotti soggetti a usura.
Polveri 3-10 µm	mg/m ³ _n	< 5	Foglio di lavoro DVGW G260
Polveri <3 µm	mg/m ³ _n	Analisi	Analisi necessaria
Idrogeno solforato	mg/kg	7	DIN 51624
Zolfo totale	mg/kg	10	DIN 51624
Cloro	mg/m ³ _n	10 ³)	In caso di valori superiori sono necessarie consultazioni con il costruttore e analisi

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Fluoro	mg/m ³ _n	5 ³⁾	In caso di valori superiori sono necessarie consultazioni con il costruttore e analisi
Cloro + fluoro	mg/m ³ _n	10 ³⁾	In caso di valori superiori sono necessarie consultazioni con il costruttore e analisi
NH ₃	ppm	70 ³⁾	In caso di valori superiori sono necessarie consultazioni con il costruttore e analisi

Tabella 39:

1) = Potere calorifico

Si tratta della quantità di calore liberata nell'aria in caso di combustione completa di una determinata quantità di gas, laddove la pressione p durante la reazione rimane costante e tutti i prodotti della combustione vengono riportati alla stessa temperatura t del partner della reazione. In tale ambito tutti questi prodotti della combustione rimangono in forma gassosa.

L'entalpia standard del potere calorifico e dell'indice di Wobbe sono riferiti a una temperatura di 25 °C. Va notato che nella letteratura tecnica americana si fa riferimento a temperature di 15 °C.

Le conversioni ad altre temperature di riferimento si possono eseguire con i parametri EN ISO 6976 o EN ISO 14912.

2) = Le dimensioni volumetriche si riferiscono alla condizione standard a norma DIN 1343. Con "condizione standard" si intende lo stato di riferimento stabilito tramite la temperatura standard $T_n = 273,15$ K o $t_n = 0$ °C e la pressione normale $p_n = 101325$ o Pa = 1,01325 bar.

Va notato che nella letteratura tecnica americana e negli standard più recenti come DIN EN 16726 il riferimento all'entalpia standard per il potere calorifico e il calore utile, nonché gli indici di Wobbe sono riferiti a 15 °C e le dimensioni volumetriche sono stabilite attraverso la temperatura normale $T_0 = 288,15$ K o $t_0 = 15$ °C e la pressione normale $p_n = 101325$ o Pa = 1,01325 bar.

3) = In caso di utilizzo di catalizzatori di ossidazione si tratta di un valore indicativo non vincolante. Necessaria analisi e consultazione con MTU.

I valori limite si riferiscono a un potere calorifico di 10 kWh/m³_n. Ciò corrisponde ad un riferimento a combustibili con il 100 % in vol. di metano o, in presenza di altri componenti infiammabili nel combustibile, ad un equivalente energetico dello stesso valore e quindi ad una uguale immissione di inquinanti.

4.2.3 Prescrizione del mezzo nell'intercapedine della tubazione a gas per l'utilizzo in marina

Note fondamentali

Secondo l'IGF 5.5.2, tutte le condutture di gas combustibili che vengono posate in una sala macchine conforme al "safe machinery concept" devono avere una configurazione a doppia parete. Questa intercapedine della tubazione del combustibile deve consentire il rilevamento di eventuali perdite di gas combustibile con l'ausilio di un mezzo idoneo e di un'apposita tecnica di misurazione. Fondamentalmente, il codice IGF prevede a tale proposito due possibilità:

1. Pulizia/ventilazione dell'intercapedine con aria
2. Creazione di un livello di pressione maggiore rispetto a quello del gas combustibile, nell'intercapedine intorno alla condotta del combustibile, con un gas inerte.

Il sistema a gas del motore marino MTU è configurato per consentire l'utilizzo in entrambe le varianti. Il tubo di regolazione del gas può essere utilizzato solo con il sistema di pulizia ad aria. I mezzi utilizzabili nell'intercapedine della tubazione del gas devono possedere le specifiche riportate qui di seguito.

1. Sistema di pulizia ad aria

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Tipo di mezzo		Aria	Aspirazione mediante convogliamento separato dall'esterno dell'imbarcazione
Temperatura del mezzo all'ingresso nel motore	°C	0-50	
Umidità dell'aria (ass.)	g _{acqua} /kg _{aria secca}	37,7	
Salinità dell'aria aspirata	ppm	50	
Flusso volumetrico	m ³ /h	11,5 - 30	Il valore limite inferiore si basa sul volume max. inclusi tubo regolazione gas e condotti di alimentazione. Il valore inferiore garantisce il ricambio d'aria minimo all'ora. Non superare il valore massimo per evitare perdite di pressione elevate.

Tabella 40:

2. Sistema di sovrappressione a gas inerte

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Tipo di mezzo		Azoto	Azoto proveniente da un generatore o da bombole
Temperatura del mezzo all'ingresso nel motore	°C	0-80	
Contenuto d'acqua	Vol. ‰	≤ 50	Valore per azoto 2,8
Purezza dell'azoto	% vol.	≥ 99,8	Valore per azoto 2,8
Contenuto in ossigeno	Vol. ‰	≤ 100	Valore per azoto 2,8
Intervallo di pressione del mezzo	bar (ass.)	< 11	

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Volume dell'intercapedine sul motore (senza tubo regolazione gas) (struttura a doppia parete)	m ³ _N	0,079 - 0,095	
Perdita	g _{azoto} /h	1 - 1,5	Ai fini della definizione delle quantità di rabbocco/intervalli

Tabella 41:

Ulteriori dettagli sull'integrazione nel sistema a gas e suggerimenti per il monitoraggio e la disposizione dei singoli componenti sono riportati nel Safety Concept, con disegni schematici e prescrizioni di montaggio.

4.3 Motore a gas Serie 4000 – Utilizzo del generatore e gruppo elettrogeno

4.3.1 Informazioni generali

Importante

Non ci si assume alcuna garanzia per problemi e/o danni (corrosione, inquinamenti, ecc.) causati da gas o sostanze a noi sconosciuti e non accordati al momento della stipula del contratto.

4.3.2 Metano - Requisiti del gas combustibile

Requisiti del gas combustibile

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Tipo di gas		Gas naturale	Vale per il gas combustibile H, L e il metano di origine minerale da giacimenti non ancora sfruttati (pre mining Coal Bed Methane). Attualmente non sono autorizzati altri tipi di gas.
Variazione del numero di metano	-/min.	5	Variazione costante lineare con una frequenza di max. 1/h
Potere calorifico $H_{i,n}$	kWh/m ³ in condizioni normali	$8,0 < H_{i,n} < 11,0$	Per valori inferiori e superiori è necessario contattare lo stabilimento di produzione
Variazione del potere calorifico rispetto al valore impostato	%	± 5	Per valori superiori mettersi in contatto con lo stabilimento di produzione
Velocità di variazione ammessa del potere calorifico rispetto al valore impostato	%/min.	1,0	Necessità di variazione costante lineare con una frequenza max. di 1/h
Densità del gas	kg/m ³ in condizioni normali	da 0,73 a 0,84	La densità del gas può variare a seconda della composizione, è costante per un determinato tipo di gas. In caso di uso di gas provenienti da zone differenti la densità può variare. Cambiando fornitore di gas, è necessaria un'analisi del gas e, se necessario, un adattamento della regolazione della miscela.
Variazione di pressione del gas rispetto al valore impostato	%	± 5	
Velocità di variazione ammessa della pressione del gas	mbar/min.	1	Necessaria variazione costante
* = Per motori con post-trattamento dei gas di scarico e/o sfruttamento del calore dei gas di scarico possono valere valori limite inferiori. Per l'impiego di catalizzatori di ossidazione, necessaria analisi e consultazione con MTU.			

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Temperatura gas Gas naturale dalla rete di distribuzio- ne del gas	°C	5 < T < 45	Se esiste il pericolo che il punto di rugiada venga superato per difetto, aumentare la temperatura del gas. Con temperature differenti vi è il rischio di invecchiamento termico dei materiali NBR (guarnizioni, membrane) nonché di modifiche del comportamento di elasticità.
Gas naturale da impianti locali di evaporazione di LNG		15 < T < 45	Determinate combinazioni di pressione e potere calorifico possono limitare l'intervallo di temperatura. Ciò può essere compensato da un adeguamento della pressione, in modo da garantire un esercizio con carico nominale per l'intero intervallo di temperatura. Negli impianti alimentati a LNG il campo di temperatura ammesso deve essere determinato in base al progetto. L'esecuzione dell'evaporazione del gas deve essere valutata da MTU.
Variazione di temperatura del gas rispetto al valore impostato	°C	± 9	
Velocità di variazione ammessa della temperatura del gas	K/min.	0,3	
Umidità relativa del gas nell'intervallo di temperatura e di pressione ammesso	%	< 80	Non è ammessa alcuna condensazione in tutto il sistema del gas e delle miscele. Assenza di condensa del vapore acqueo nell'intervallo di pressione e temperatura.
Max. umidità del gas, assoluta	g/kg	< 20	Non è ammessa alcuna condensazione nelle tubazioni conduttrici e nei serbatoi di gas combustibile e di miscela di aria di gas combustibile.
Oli / vapori di olio (HC con numero di carbonio > 8)	mg/m ³ in condizioni normali	< 0,4	Nessuna condensazione nei condotti del gas combustibile e della miscela aria-gas combustibile, né formazione di nebulizzazione d'olio condensabile
Idrocarburi a catena lunga (C ₆ - C _n)	mol %	K.A.	Necessario consultare MTU
Vapori di solventi HC	mg/m ³ in condizioni normali	0	Necessario consultare lo stabilimento di produzione ed effettuare un'analisi
Silicio legato organicamente	mg/m ³ in condizioni normali	< 1,0	
* = Per motori con post-trattamento dei gas di scarico e/o sfruttamento del calore dei gas di scarico possono valere valori limite inferiori. Per l'impiego di catalizzatori di ossidazione, necessaria analisi e consultazione con MTU.			

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Silicio legato inorganicamente	mg/m ³ in condizioni normali	< 6	Con Si > 5 mg/m ³ in condizioni normali riferito al 100 % CH ₄ di contenuto di gas di combustione, nell'analisi dell'olio va tenuto conto dei prodotti soggetti a usura
Polveri da 3 a 10 µm	mg/m ³ in condizioni normali	5	Foglio di lavoro DVGW G260 Eliminare la polvere in modo tale da garantire il funzionamento senza inconvenienti di apparecchi e impianti a gas costruiti conformemente alle norme o in modo comune.
Polveri < 3 µm	mg/m ³ in condizioni normali	tecnicamente privo	Particelle di polvere < 3 µm devono essere valutate mediante analisi tecnica; se necessario utilizzare i rispettivi filtri speciali.
Zolfo totale	mg/m ³ in condizioni normali	30	Foglio di lavoro DVGW G260
Zolfo da Mercaptani	mg/m ³ in condizioni normali	6	Foglio di lavoro DVGW G260
Idrogeno solforato H ₂ S	mg/m ³ in condizioni normali	5	Foglio di lavoro DVGW G260
Cloro	mg/m ³ in condizioni normali	10*	Con valori superiori sono necessarie una consultazione con lo stabilimento di produzione e un'analisi
Fluoro	mg/m ³ in condizioni normali	5*	Con valori superiori sono necessarie una consultazione con lo stabilimento di produzione e un'analisi
Cloro + fluoro	mg/m ³ in condizioni normali	10*	Con valori superiori sono necessarie una consultazione con lo stabilimento di produzione e un'analisi
NH ₃	ppm	70*	Con valori superiori sono necessarie una consultazione con lo stabilimento di produzione e un'analisi

* = Per motori con post-trattamento dei gas di scarico e/o sfruttamento del calore dei gas di scarico possono valere valori limite inferiori. Per l'impiego di catalizzatori di ossidazione, necessaria analisi e consultazione con MTU.

Tabella 42: Requisiti e condizioni generali per il combustibile gas naturale e il rifornimento di combustibile

Tutti i valori riportati per le sostanze nocive (in ppm e mg/m³) si riferiscono a un potere calorifico di 10 kWh/m³ in condizioni normali. Ciò corrisponde ad un riferimento a combustibili con il 100 % in vol. di metano o, in presenza di altri componenti infiammabili nel combustibile, ad un equivalente energetico dello stesso valore e quindi ad una uguale immissione di inquinanti.

Esempio:

- Viene utilizzato gas naturale russo con un potere calorifico di 10 kWh/m³ in condizioni normali. Il valore per lo zolfo totale ammesso nel gas corrisponde così esattamente a quello del valore limite indicato nella tabella.
- Utilizzando un gas ad esempio Osthannover con $H_u = 8,15 \text{ kWh/m}^3$ in condizioni normali, il valore massimo per lo zolfo totale si calcola:
Contenuto totale ammesso di zolfo = 30 mg/m^3 in condizioni normali $\cdot (8,15 \text{ kWh/m}^3$ in condizioni normali) : $10,0 \text{ kWh/m}^3$ in condizioni normali) = $24,5 \text{ mg/m}^3$ in condizioni normali

4.3.3 Biogas – Requisiti del gas combustibile

Requisiti del combustibile biogas

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Tipo di gas		Gas biogeni prodotti dai processi di fermentazione	
Numero di metano MZ	–	≥ 115	Con valori inferiori sussiste il rischio di combustione con battiti, è necessaria un'analisi del gas e una consultazione della fabbrica
Potere calorifico $H_{i,n}$	kWh/m ³ in condizioni normali	4,5 < $H_{i,n}$ < 8,0	Per valori inferiori e superiori è necessario contattare lo stabilimento di produzione
Variazione del potere calorifico rispetto al valore impostato	%	± 20	Per valori superiori mettersi in contatto con lo stabilimento di produzione
Velocità di cambiamento massima del potere calorifico rispetto al valore impostato nel funzionamento	%/min.	1	<1/ h ammesso nel funzionamento normale
Cambiamento rapido del potere calorifico negli avvii e nelle procedure di avviamento	%/min.	< 10,0	ammissibile con una frequenza di <1/ h
Densità del gas	kg/m ³ in condizioni normali	da 0,93 a 1,40	La densità del gas può variare in funzione della sua composizione. Nel caso di cambiamenti al substrato principale e/o a modifiche significative nel rapporto della miscela dei substrati, è necessaria un'analisi del gas ed eventualmente un adattamento della regolazione della miscela.
Variazione di pressione del gas rispetto al valore impostato	%	± 10	Vale per l'ingresso del gas nella valvola di dosaggio del gas sul lato motore
Velocità di variazione ammessa della pressione del gas	mbar/min.	1	Vale per l'ingresso del gas nella valvola di dosaggio del gas sul lato motore
<p>* = questi valori sono orientativi e non vincolanti per i motori della serie 4000, per i gruppi con post-trattamento del gas di scarico possono essere vincolanti valori limite più bassi. ** = per il motore 20V4000L32FB valgono valori più bassi. È necessario consultare lo stabilimento di produzione</p>			

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Temperatura gas	°C	$5 < t < 45$	Durante il funzionamento del motore, non sono ammessi passaggi di fase nella miscela gas combustibile-aria. Se esiste il pericolo che il punto di rugiada venga superato per difetto, aumentare la temperatura del gas. In caso di temperature differenti esiste il pericolo di invecchiamento termico dei materiali NBR (guarnizioni, membrane) e di influenza del comportamento elastico in presenza di temperature elevate. I valori limite valgono per l'ingresso del gas nella valvola di dosaggio del gas sul lato motore
Variazione di temperatura del gas rispetto al valore impostato	°C	± 15	Vale per l'ingresso del gas nella valvola di dosaggio del gas sul lato motore
Velocità di variazione ammessa della temperatura gas	K/min.	0,3	Vale per l'ingresso del gas nella valvola di dosaggio del gas sul lato motore
Umidità relativa del gas nell'intervallo di temperatura e di pressione ammesso	%	< 80	Non è ammessa alcuna condensazione in tutto il sistema del gas e delle miscele Assenza di condensa del vapore acqueo nell'intervallo di pressione e temperatura.
Max. umidità del gas, assoluta	g/kg	< 28	Non è ammessa alcuna condensazione nelle tubazioni conduttrici e nei serbatoi di gas combustibile e di miscela di aria di gas combustibile. Con valori maggiori o in caso di rischio di condensazione nel campo applicativo di pressione e temperatura è necessario prevedere un'essiccazione del gas. Durante il funzionamento del motore, non sono ammessi passaggi di fase nella miscela di gas combustibile-aria, mentre nel campo di temperatura e pressione con valori maggiori è necessario prevedere un'essiccazione del gas
Oli / vapori di olio	mg/m ³ in condizioni normali	< 0,4	Nessuna condensazione nelle tubazioni del gas combustibile e della miscela gas combustibile-aria, nonché generazione di nebbie d'olio condensabili
Vapori di solventi HC	mg/m ³ in condizioni normali	0	
Silicio da composti organici	mg/m ³ in condizioni normali	< 4*	Con Si > 2 mg/m ³ in condizioni normali riferito al 100 % CH ₄ di contenuto di gas di combustione, nell'analisi dell'olio va tenuto conto dei prodotti soggetti a usura.

* = questi valori sono orientativi e non vincolanti per i motori della serie 4000, per i gruppi con post-trattamento del gas di scarico possono essere vincolanti valori limite più bassi.

** = per il motore 20V4000L32FB valgono valori più bassi. È necessario consultare lo stabilimento di produzione

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Silicio legato inorganicamente	mg/³ in condizioni normali	< 2*	
Polveri da 3 a 10 µm	mg/m³ in condizioni normali	5	Foglio di lavoro DVGW G260 Eliminare la polvere in modo tale da garantire il funzionamento senza inconvenienti di apparecchi e impianti a gas costruiti conformemente alle norme o in modo comune. Particelle di polvere < 3 µm devono essere valutate mediante analisi tecnica; se necessario utilizzare i rispettivi filtri speciali.
Polveri < 3 µm	mg/m³ in condizioni normali	Tecnicamente privo	
Silicio da composti organici e anorganici	mg/m³ in condizioni normali	6*	
Zolfo totale	mg/m³ in condizioni normali	800* / **	
Zolfo da Mercaptani	mg/m³ in condizioni normali	4*	
Idrogeno solforato H ₂ S	mg/m³ in condizioni normali	850*	
Somma di tutti i composti di cloro e fluoro	mg/m³ in condizioni normali	≤ 40*	
Cloro	mg/m³ in condizioni normali	≤ 40*	Con valori superiori sono necessarie una consultazione con lo stabilimento di produzione e un'analisi
Fluoro		≤ 20*	Con valori superiori sono necessarie una consultazione con lo stabilimento di produzione e un'analisi
NH ₃	ppm	70*	Con valori superiori sono necessarie una consultazione con lo stabilimento di produzione e un'analisi

* = questi valori sono orientativi e non vincolanti per i motori della serie 4000, per i gruppi con post-trattamento del gas di scarico possono essere vincolanti valori limite più bassi.

** = per il motore 20V4000L32FB valgono valori più bassi. È necessario consultare lo stabilimento di produzione

Tabella 43: Requisiti e condizioni generali per il combustibile biogas e il rifornimento di combustibile

Per l'uso della serie 4000 in gruppi con o senza accoppiamento gas di scarico-calore e/o sistemi di post-trattamento gas di scarico, attenersi alle rispettive indicazioni del produttore del gruppo.

Requisiti del combustibile "biogas a bassa contaminazione"

I seguenti valori limite definiscono il "biogas a bassa contaminazione". Tutti i restanti valori limite per il biogas a bassa contaminazione corrispondono ai valori limite generali per il biogas (→ Tabella 43).

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Silicio da composti organici	mg/m³ in condizioni normali	< 1*	Con Si > 2 mg/m ³ in condizioni normali riferito al 100 % CH ₄ di contenuto di gas di combustione, nell'analisi dell'olio va tenuto conto dei prodotti soggetti a usura.
Silicio legato inorganicamente	mg/³ in condizioni normali	< 0,5*	

* = questi valori sono orientativi e non vincolanti per i motori della serie 4000, per i gruppi con post-trattamento del gas di scarico possono essere vincolanti valori limite più bassi. (→ Tabella 45)

Denominazione	Unità	Valore limite	Osservazione
Silicio da composti organici e anorganici	mg/m ³ in condizioni normali	1,5*	
Zolfo totale	mg/m ³ in condizioni normali	140*	
Zolfo da Mercaptani	mg/m ³ in condizioni normali	1*	
Idrogeno solforato H ₂ S	mg/m ³ in condizioni normali	150*	
Somma di tutti i composti di cloro e fluoro	mg/m ³ in condizioni normali	≤ 8*	
Cloro	mg/m ³ in condizioni normali	≤ 8*	Con valori superiori sono necessarie una consultazione con lo stabilimento di produzione e un'analisi
Fluoro		≤ 4*	Con valori superiori sono necessarie una consultazione con lo stabilimento di produzione e un'analisi
NH ₃	ppm	14*	Con valori superiori sono necessarie una consultazione con lo stabilimento di produzione e un'analisi

* = questi valori sono orientativi e non vincolanti per i motori della serie 4000, per i gruppi con post-trattamento del gas di scarico possono essere vincolanti valori limite più bassi. (→ Tabella 45)

Tabella 44: Requisiti e condizioni generali per il combustibile "biogas a bassa contaminazione" e il corrispondente rifornimento di combustibile

Tutti i valori riportati per le sostanze nocive (in ppm e mg/m³) si riferiscono a un potere calorifico di 10 kWh/m³ in condizioni normali. Ciò corrisponde ad un riferimento a combustibili con il 100 % in vol. di metano o, in presenza di altri componenti infiammabili nel combustibile, ad un equivalente energetico dello stesso valore e quindi ad una uguale immissione di inquinanti.

Esempio:

- Viene utilizzato gas naturale russo con un potere calorifico di 10 kWh/m³ in condizioni normali. Il valore per lo zolfo totale ammesso nel gas corrisponde così esattamente a quello del valore limite indicato nella tabella.
- Utilizzando un gas ad esempio Osthannover con $H_u = 8,15 \text{ kWh/m}^3$ in condizioni normali, il valore massimo per lo zolfo totale si calcola:
Contenuto totale ammesso di zolfo = 30 mg/m^3 in condizioni normali · ($8,15 \text{ kWh/m}^3$ in condizioni normali : $10,0 \text{ kWh/m}^3$ in condizioni normali) = $24,5 \text{ mg/m}^3$ in condizioni normali

Concentrazioni di sostanze nocive nel carburante (in caso di post-trattamento dei gas di scarico / sfruttamento del calore dei gas di scarico)

Attenersi a seconda dell'applicazione alle concentrazioni massime ammesse di sostanze inquinanti nel carburante:

Denominazione	Unità	Catalizzatore di ossidazione / sfruttamento del calore dei gas di scarico		
		Senza* / 180 °C / senza	Con / 120 °C / 180 °C	Con / Senza
Somma di tutti i composti di zolfo (calcolata come S)	mg/m ³ in condizioni normali	800	20	200
Idrogeno solforato (H ₂ S)	ppm	550	7	70
La somma di tutti i composti di cloro (calcolata come Cl)	mg /m ³ in condizioni normali	40	0,5	0,5
La somma di tutti i composti di fluoro (calcolata come F)	mg /m ³ in condizioni normali	40	0,5	0,5
La somma di tutti i composti di silicio (calcolata come Si)	mg /m ³ in condizioni normali	5	0	0
Ammoniaca (NH ₃)	ppm	30	30	30
Metalli pesanti (Pb, Hg, As, Sb, Cd)	µg/m ³ in condizioni normali	Su richiesta	10	10

*= per il "biogas a bassa contaminazione" valgono valori corrispondentemente più bassi (→ Tabella 44).

Tabella 45: Concentrazioni di sostanze nocive nel carburante

4.4 Motore a gas Serie 400 – Gruppo elettrogeno

4.4.1 Gas naturale – Valori del carburante

Parametri del carburante da rispettare

All'ingresso del tratto di regolazione del gas (fornitura MTU Onsite Energy), vanno rispettati i seguenti parametri del carburante:

Denominazione	Unità	Valore limite
Numero di metano minimo	Vedi descrizione tecnica	
Potere calorifico minimo		
Velocità di variazione del potere calorifico	% al min	< 1
Velocità di variazione del numero di metano	MN al min	< 5
Pressione di flusso minima gas (sovrappressione)	mbar	< 20
Pressione di flusso massima gas (sovrappressione)	mbar	< 50
Oscillazioni massime della pressione del gas (oscillazione di regolazione di breve durata)	mbar	±5
Max. velocità di variazione della pressione del gas	mbar/s	< 1
Temperatura gas	°C	da 5 a 45
Contenuto max di vapore acqueo	% vol.	< 0,5
Particelle di polvere > 3 µm	mg/m ³ in condizioni normali	< 5
Componenti oleosi	mg/m ³ in condizioni normali	< 0,4

Tabella 46: Parametri del carburante da rispettare

Non devono esservi contenuti componenti corrosivi ad eccezione di un contenuto massimo di zolfo di 30 mg/m³ in condizioni normali, temporaneamente di 150 mg/m³in condizioni normali (conformemente al foglio DVGW G 260).

Attenzione: Il filtro del gas fornito (50 µm) installato all'ingresso della rampa del gas non garantisce il valore limite di polvere su indicato e serve unicamente a proteggere la rampa del gas.

4.4.2 Biogas – Valori del carburante

Le variazioni nella qualità del biogas, del gas di depurazione e del gas di scarica sono inevitabili, come pure la presenza di impurità interferenti.

Per permettere un servizio senza problemi e per evitare danni, vanno tuttavia rispettati determinati valori limite.

Se nella messa in servizio si nota che la qualità necessaria del carburante non è sufficiente, MTU Onsite Energy GmbH si riserva di effettuare la fatturazione della messa in servizio interrotta.

Il rispetto dei dati di emissione e consumo indicati nella scheda dati vale solo per le miscele di riferimento di gas indicate per il biogas, il gas di depurazione e gas di scarica. Riguardo a ciò è significativo il rapporto in volume CO₂ / CH₄

Importante

I componenti/valori limite elencati sono di rilievo per i motori a biogas. Non sono ammessi altri componenti/valori limite.

Parametri del carburante da rispettare

All'ingresso del tratto di regolazione del gas (fornitura MTU Onsite Energy), vanno rispettati i seguenti parametri del carburante:

Denominazione	Unità	Valore limite
Numero di metano minimo	Vedi descrizione tecnica	
Potere calorifico minimo		
Velocità di variazione del potere calorifico	% al min	1
Velocità di variazione del numero di metano	MN al min	5
Rapporto in volume CO ₂ / CH ₄	-	≤ 0,65
Contenuto di metano, umido	% vol.	Vedi dati tecnici
Pressione di flusso minima gas (sovrappressione)	mbar	30
Pressione di flusso massima gas (sovrappressione)	mbar	50
Oscillazioni massime della pressione del gas (oscillazione di regolazione di breve durata)	mbar	±5
Max. velocità di variazione della pressione del gas	mbar/s	1
Temperatura gas max. (senza derating)	°C	35
Max. contenuto di ossigeno	% vol.	2
Contenuto max di vapore acqueo	% vol.	3,1
Raffreddamento del gas ad almeno	°C	< 25
Particelle di polvere > 3 µm	mg/m ³ in condizioni normali	5
Componenti oleosi	mg/m ³ in condizioni normali	0,4

Tabella 47: Parametri del carburante da rispettare

ATTENZIONE: Il filtro del gas fornito (50 µm) installato all'ingresso della rampa del gas non garantisce il valore limite di polvere su indicato e serve unicamente a proteggere la rampa del gas.

4.4.3 Impurità interferenti

Attenersi alle impurità massime ammesse nel carburante a seconda dell'applicazione:

Denominazione	Unità	Catalizzatore di ossidazione / sfruttamento del calore dei gas di scarico					
		Senza / 180 °C / senza		Con EMK* / 120 °C / 180 °C	Con EMK* / Senza	Con SRK** / 180 °C	Con SRK** / Senza
		Biogas	Biogas a bassa contaminazione	20 mg/m ³ in condizioni normali HCHO		30 mg/m ³ in condizioni normali HCHO	
Totale di tutti i composti allo zolfo (S)	mg/m ³ in condizioni normali	1200	140	20	200	70	140
Corrisponde ad acido solfidrico (H ₂ S)	ppm	840	50	14	140	50	100
Totale di tutti i composti al cloro (Cl)	mg/m ³ in condizioni normali	100	8	0,5	0,5	0,5	0,5
Totale di tutti i composti al fluoro (F)	mg/m ³ in condizioni normali	50	8	0,5	0,5	0,5	0,5
Totale di tutti i composti al silicio (Si)	mg/m ³ in condizioni normali	5	4	0	0	0	0
Ammoniaca (NH ₃)	ppm	60	14	60	60	60	60
Metalli pesanti (Pb, Hg, As, Sb, Cd)	µg/m ³ in condizioni normali	Su richiesta	Su richiesta	10	10	10	10

* EMK = catalizzatore a metallo nobile
 ** SRK = catalizzatore resistente allo zolfo

Tabella 48: Concentrazioni di sostanze nocive nel carburante

Tutti i valori riportati per le sostanze nocive (in ppm e mg/m³) si riferiscono a un potere calorifico di 10 kWh/m³ in condizioni normali. Ciò corrisponde ad un riferimento a combustibili con il 100 % in vol. di metano o, in presenza di altri componenti infiammabili nel combustibile, ad un equivalente energetico dello stesso valore e quindi ad una uguale immissione di inquinanti.

Esempio:

- Viene utilizzato gas naturale russo con un potere calorifico di 10 kWh/m³ in condizioni normali. Il valore per lo zolfo totale ammesso nel gas corrisponde così esattamente a quello del valore limite indicato nella tabella.
- Utilizzando un gas ad esempio Osthannover con Hu = 8,15 kWh/m³ in condizioni normali, il valore massimo per lo zolfo totale si calcola:
 Contenuto totale ammesso di zolfo = 30 mg/m³ in condizioni normali · (8,15 kWh/m³ in condizioni normali : 10,0 kWh/m³ in condizioni normali) = 24,5 mg/m³ in condizioni normali

Con una qualità del gas grezzo superiore ai valori limite di zolfo, è necessario installare un impianto di desolfurazione adatto alla qualità del gas dell'impianto.

Con lo speciale catalizzatore di ossidazione MTU resistente allo zolfo, rispettando i contenuti indicati di zolfo nel carburante è ammesso un esercizio senza una desolfurazione fine.

Se viene sfruttato il calore dei gas di scarico, al superamento di questi valori limite durante il funzionamento si formano depositi corrosivi. A seguito di questi depositi si possono verificare danni che comportano la totale avaria dei componenti. Pertanto è necessario provvedere a una tempestiva pulizia dello scambiatore di calore a gas di scarico.

A causa delle grandi differenze di contenuto di zolfo, MTU non è in grado di dare delle garanzie dal punto di vista degli intervalli di pulizia.

Nel funzionamento con catalizzatore di ossidazione senza sfruttamento del calore dei gas di scarico, si deve assicurare che la temperatura di questi all'uscita di scarico dei fumi sia superiore a 300 °C. La tubazione di scarico va eventualmente isolata.

5 Sistema di post-trattamento dei gas di scarico

5.1 Informazioni generali

Per ridurre le emissioni di scarico alimentati con rapporto stechiometrico ($\lambda = 1$, senza eccedenza di aria) vengono utilizzati catalizzatori a 3 vie.

Per ridurre le emissioni di scarico o residui parzialmente incombusti, nei motori a combustione magra (esercizio con eccedenza di aria) si utilizzano i catalizzatori di ossidazione.

Per l'ulteriore abbattimento delle emissioni di NOx nei motori a combustione magra è possibile utilizzare catalizzatori SCR (riduzione catalitica selettiva), che, grazie a un agente riducente (soluzione di urea al 32,5 %), riducono le emissioni di ossido di azoto.

Al fine di poter garantire la funzionalità dei catalizzatori nell'arco di un determinato periodo, occorre rispettare tutti i requisiti delle prescrizioni sui materiali di esercizio (in merito a carburanti, aria di aspirazione, lubrificanti).

5.2 Agente riducente di NOx AUS 32 per impianti di trattamento dei gas di scarico SCR

Per garantire l'efficacia dell'impianto di post-trattamento dei gas di scarico è assolutamente necessario che l'agente riducente soddisfi i requisiti di qualità stabiliti dalla norma DIN 70070 / ISO 222 41-1.

In Europa questo agente riducente è spesso identificato con il nome commerciale di "AdBlue".

I metodi di prova per stabilire qualità e caratteristiche dell'agente riducente sono descritti dalle norme DIN 70071 / ISO 222 41-2. La seguente tabella(→ Tabella 49) indica le caratteristiche di qualità e i relativi metodi di prova dell'agente riducente (estratto della norma ISO 222 41-1).

Importante
I sistemi SCR di MTU sono generalmente predisposti per una concentrazione di urea al 32,5 %. L'uso di agenti riducenti di NOx con altre concentrazioni di urea (AUS 40, AUS 48) richiedono un'altra configurazione dei sistemi di dosaggio. I sistemi configurati devono essere utilizzati con la concentrazione prevista. I requisiti di purezza dell'agente riducente sono allora conformi a quelli delle norme per AUS 32
Importante
L'impiego di additivi antigelo per AUS 32, o cosiddette sostanze ureiche invernali fondamentalmente non è consentito.

Caratteristiche di qualità e metodi di prova dell'agente riducente

	Unità	Metodo di prova ISO	Valori limite
Contenuto di urea	% di peso	22241-2 Allegato B	Da 31,8 a 33,2
Densità a 20 °C	kg/m ³	3675 12185	Da 1087,0 a 1092,0
Indice di rifrazione a 20 °C		22241-2 Allegato C	da 1,3817 a 1,3840
Alcalinità come NH ₃	% di peso	22241-2 Allegato D	Max. 0,2
Tenore di biureto	% di peso	22241-2 Allegato E	Max. 0,3
Tenore di aldeidi	mg/kg	22241-2 Allegato F	max. 5
Sostanze insolubili	mg/kg	22241-2 Allegato G	Max. 20
Tenore di fosfato come PO ₄	mg/kg	22241-2 Allegato B	Max. 0,5
Tenore di metalli		22241-2 Allegato I	
Calcio	mg/kg		Max. 0,5
Ferro	mg/kg		Max. 0,5
Rame	mg/kg		Max. 0,2
Zinco	mg/kg		Max. 0,2
Cromo	mg/kg		Max. 0,2
Nichel	mg/kg		Max. 0,2
Alluminio	mg/kg		Max. 0,5
Magnesio	mg/kg		Max. 0,5
Sodio	mg/kg		Max. 0,5
Potassio	mg/kg		Max. 0,5
Identità			Identico alla referenza

Tabella 49: Caratteristiche di qualità e metodi di prova dell'agente riducente

Immagazzinamento dell'agente riducente

Ulteriori avvertenze relative a immagazzinamento/imballaggio/trasporto, nonché a sostanze adatte/non adatte nel circuito del prodotto riducente, sono riportate nella norma ISO 222 41-3. A tale proposito attenersi anche alle istruzioni del fabbricante.

Evitare l'esposizione ai raggi diretti del sole, poiché favorisce l'insorgenza di microorganismi e la decomposizione dell'agente riducente.

Conservare e trasportare l'agente riducente AUS 32 possibilmente a temperature comprese fra -5 e +25 °C, per evitare di comprometterne la qualità. Una conservazione prolungata a temperature superiori a 25 °C può comportare il deterioramento dell'agente riducente.

Temperatura di conservazione costante max. [°C]	Inalterabilità min. [mesi]
≤ 10	36
≤ 25	18
≤ 30	12
≤ 35	6
> 35	Controllare ogni carico prima dell'utilizzo

Tabella 50: Temperatura di conservazione dell'agente riducente

Importante
A una temperatura di -11 °C l'agente riducente cristallizza.

5.3 Condensato di scarico

Importante

Assicurarsi che i materiali di esercizio vengano scaricati in serbatoi di raccolta sufficientemente grandi. Smaltire i materiali di esercizio conformemente alle norme vigenti a livello nazionale. Non smaltire né bruciare l'olio usato nel serbatoio del carburante.

Nella combustione del carburante nel motore, oltre al diossido di carbonio e al vapore acqueo vengono prodotti anche ossidi di azoto NOx. In presenza dell'acqua di condensa, nei componenti a valle essi si trasformano in acido nitrico. A seconda della composizione del carburante, possono essere prodotti anche altri acidi organici e inorganici, ad esempio acido solforico o solforoso. I campioni di condensato presentano un odore leggermente pungente e ferro disciolto come prodotto corrosivo. La concentrazione degli ioni di idrogeno, cioè il pH di tali campioni di condensato, è di solito nel campo acido forte-medio con $\text{pH} =$ da ca. 0,5 a 4.

Il punto di rugiada del gas di scarico dipende dalla composizione del gas combustibile utilizzato, come pure dal rapporto della miscela di aria con cui il motore viene alimentato. Il punto di rugiada varia da circa 50 °C (motori a combustione magra) fino a 80 °C ($\lambda = 1$). A seconda del componente che causa l'acidificazione, la formazione di condensato inizia comunque a temperature di gas di scarico inferiori a ca. 170 °C (punto di rugiada acido).

Teoricamente, da 1 m³ in condizioni normali di gas naturale possono formarsi 1,5 kg di condensato. In caso di raffreddamento del gas di scarico a temperature di circa ca. 100 °C, solo nei processi di avviamento si verificano quantità significative di condensato. Con l'ulteriore abbassamento delle temperature dei gas di scarico (al di sotto di $T =$ ca. 80 °C) si inizia a notare un costante aumento del condensato.

Per mantenere il più possibile limitata la formazione di condensato (nello scambiatore di calore a gas di scarico o nel silenziatore di scarico a valle), nei gruppi con raffreddamento dei gas di scarico bisognerebbe garantire quanto segue:

- Nello scambiatore di calore a gas di scarico le temperature dei gas non dovrebbero essere raffreddate al di sotto di 110 °C
- Le tubazioni dei gas di scarico devono essere isolate a regola d'arte
- Il rapporto tra il numero di avviamenti del motore rispetto alle ore di esercizio deve essere più basso possibile (si consigliano valori mediamente inferiori a "un avviamento" ogni quattro ore di esercizio).

Se possibile non unire insieme le tubazioni del condensato dei vari componenti a monte del sifone (o "vaschetta dell'acqua"), in quanto altrimenti nell'esercizio a seguito della circolazione del liquido nel condotto si forma costantemente altro condensato.

Per il condensato occorre prevedere uno scarico libero tramite il sifone (o "vaschetta dell'acqua") con un'altezza minima di 400 mm. In ogni caso lo scarico deve trovarsi a più 100 mm colonna d'acqua al di sopra della massima contropressione del gas di scarico ammessa del macchinario. In questo modo si evita che il gas di scarico possa uscire dalla tubazione del condensato. Il condensato dei gas di scarico va neutralizzato in un apposito impianto prima di convogliarlo nella rete fognaria. È inoltre necessario un separatore d'olio.

Lo scarico del condensato deve essere controllato regolarmente durante l'esercizio e protetto dal congelamento in inverno.

Senza consultazione dell'ufficio competente per le acque di scarico, il condensato dei gas di scarico non trattato non va convogliato nella canalizzazione, e in nessun caso all'aperto. I comuni tedeschi e gli uffici da essi incaricati sono obbligati all'omologazione delle acque reflue delle quali fa parte anche il condensato. È possibile una classificazione del condensato nella categoria "Rifiuti speciali".

6 Norma di lavaggio e di pulizia per circuiti del liquido di raffreddamento del motore

6.1 Informazioni generali

A causa dell'invecchiamento dell'additivo del liquido di raffreddamento, con il tempo nei circuiti di raffreddamento possono verificarsi depositi di morchia. Le conseguenze possono essere una minore capacità refrigerante, ostruzioni delle tubazioni di sfiato e dei punti di scarico dell'acqua, nonché l'imbrattamento delle spie di controllo del livello dell'acqua.

Anche una scarsa qualità dell'acqua o una preparazione inadeguata del liquido possono provocare uno stato di forte imbrattamento del circuito di raffreddamento.

Se si verificano tali inconvenienti, sciacquare il circuito del liquido di raffreddamento con acqua dolce, se necessario più volte.

Se questi cicli di lavaggio non hanno l'effetto desiderato oppure se il circuito di raffreddamento è troppo sporco, pulire il circuito di raffreddamento e i gruppi costruttivi connessi.

Per il risciacquo utilizzare esclusivamente acqua dolce (non acqua di fiume o marina).

Per la pulizia si devono utilizzare solo i prodotti approvati da o prodotti equivalenti nella concentrazione specificata, vedere (→ Pagina 84). attenendosi alla procedura indicata.

I circuiti di raffreddamento devono essere sempre riforniti immediatamente dopo il lavaggio o la pulizia con liquido di raffreddamento trattato in base alle norme aggiornate MTU sui materiali di esercizio. Altrimenti esiste il pericolo di corrosione!

Importante

I materiali di consumo (liquido di raffreddamento del motore trattato), l'acqua di risciacquo, i detergenti e le soluzioni di pulizia possono essere nocivi. Nel maneggiare tali sostanze, e anche nel loro immagazzinamento e smaltimento, si devono osservare determinate regole.

Queste regole derivano dalle indicazioni del produttore, dalle norme di legge e dalle regolamentazioni tecniche in vigore nel rispettivo Paese. Poiché tra Paese e Paese possono sussistere forti differenze, nel quadro di questa norma sul lavaggio e sulla pulizia non è possibile fornire indicazioni di validità generale sulle regole da osservare.

L'utilizzatore dei prodotti indicati ha il dovere di informarsi sulle normative vigenti. MTU non si assume alcuna responsabilità per l'impiego non corretto o illecito dei materiali d'esercizio e dei detergenti approvati.

Importante

Gli scambiatori di calore olio di motori con grippaggio dei cuscinetti o grippaggio dei pistoni devono essere rottamati.

Apparecchi di controllo, mezzi ausiliari e materiali d'esercizio

Kit di prova MTU o tester elettrico del pH

Mezzi ausiliari necessari:

- Aria compressa
- Vapore bollente

Materiali di esercizio necessari:

- Acqua dolce
- Liquido di raffreddamento motore trattato

6.2 Detergenti approvati

Produttore	Denominazione prodotto	Concentrazione di impiego		Numero di ordinazione
Per circuiti del liquido di raffreddamento:				
Kluthe	Hakutex 111 ^{1, 5)}	2 % di vol.	Liquido	X00065751
	Hakupur 50-706-3 ¹⁰⁾	2 % di vol.	Liquido	X00055629
Per gruppi costruttivi:				
Henkel	Bonderite C-AK FD ²⁾	da 1 a 10 % di peso	Polvere	⁷⁾
	Bonderite C-MC 11120 ³⁾	da 2 a 10 % di peso	Polvere	⁷⁾
Kluthe	Hakutex 60 MTU	100 % di vol.	Liquido	X00070585 (25 kg)
Per circuiti del liquido di raffreddamento con contaminazione da funghi, lieviti, batteri (cosiddetti detergenti di sistemi):				
Schülke & Mayr GmbH	Grotan WS Plus ⁵⁾	0,15 % di vol.	Liquido	X00065326 (10 kg)
	Grotanol SR2 ⁶⁾	0,5 di vol. -%	Liquido	X00069827 (10 kg)
Per il lato aria di radiatori esterni:				
Kluthe	Hakupur 50 K ⁹⁾	da 0,5 a 5 % di vol.	Liquido	X000709407 ¹⁾
Per superfici verniciate, sporche:				
Kluthe	Hakupur 449 ⁹⁾	1 % di vol.	Liquido	X000711797 ¹⁾

Tabella 51:

¹⁾ Con leggera patina calcarea, leggera corrosione

²⁾ Con strato calcareo grasso

³⁾ Con strato calcareo di forte spessore, preferibilmente

⁴⁾ Con strato calcareo di forte spessore

⁵⁾ Contaminazione da batteri fino a 10^4

⁶⁾ Contaminazione da batteri $> 10^4$, contaminazione da funghi e lieviti

⁷⁾ Non disponibile a magazzino MTU

⁸⁾ Con forte corrosione; non consentito per materiali di alluminio

⁹⁾ Detergente per la pulizia con getto a pressione (parametro: pressione: 15 bar, getto morbido, temperatura detergente: 80 °C)

¹⁰⁾ Non adatto per superfici zincate

Importante

Osservare i dati tecnici e le schede di sicurezza dei prodotti!

6.3 Risciacquo dei circuiti del liquido di raffreddamento del motore

1. Scaricare il liquido di raffreddamento motore.
2. Misurare il pH dell'acqua pulita con il kit di prova MTU o tester elettrico del pH.
3. Versare l'acqua pulita nel circuito del liquido di raffreddamento.

Importante

Non versare mai acqua fredda in un motore caldo!

4. Preriscaldare il motore, avviarlo e portarlo a temperatura di esercizio.
5. Far girare il motore per circa 30 min. a regime elevato.
6. Prelevare un campione di acqua di lavaggio dal punto di prelievo per campioni del liquido di raffreddamento.
7. Spegnerne il motore.
8. Scaricare l'acqua di lavaggio.
9. Misurare il valore pH del campione di acqua di lavaggio con il kit di prova MTU o con un tester elettrico del pH MTU e confrontare il valore pH con quello dell'acqua pulita.
 - a) Differenza tra valori pH < 1: riempire con liquido di raffreddamento motore trattato e mettere in funzione il motore.
 - b) Differenza tra valori pH > 1: riempire con acqua pulita e ripetere il lavaggio.
 - c) Se anche dopo 4 o 5 lavaggi il valore pH continua a essere > 1: si deve pulire il circuito del liquido di raffreddamento, vedere (→ Pagina 86). Eventualmente si devono pulire anche i gruppi costruttivi, vedere (→ Pagina 87).

Importante

Per ulteriori indicazioni vedere le Istruzioni d'uso del motore.

6.4 Pulizia dei circuiti di raffreddamento del motore

1. I detergenti per il circuito del liquido di raffreddamento vengono preparati come soluzione preliminare concentrata in acqua pulita calda, vedere (→ Pagina 84).
2. Mescolare i prodotti in polvere fino a che il detergente si è completamente sciolto e non vi sono più depositi sul fondo.
3. Versare la soluzione preliminare insieme all'acqua pulita nel circuito del liquido di raffreddamento.
4. Avviare il motore e portarlo a temperatura di esercizio.
5. Stabilire la temperatura e la durata dell'applicazione secondo quanto prescritto nei dati tecnici del prodotto.
6. Spegnerne il motore.
7. Scaricare il detergente e sciacquare il circuito di raffreddamento del motore con acqua pulita.
8. Prelevare un campione di acqua di lavaggio dal punto di prelievo per campioni del liquido di raffreddamento.
9. Misurare il valore pH del campione di acqua di lavaggio con il kit di prova MTU o con un tester elettrico del pH MTU e confrontare il valore pH con quello dell'acqua pulita.
 - a) Differenza tra valori pH < 1: riempire con liquido di raffreddamento motore trattato e mettere in funzione il motore.
 - b) Differenza tra valori pH > 1: per la pulizia dei gruppi costruttivi vedere (→ Pagina 87).

Importante

Per ulteriori indicazioni vedere le Istruzioni d'uso del motore.

6.5 Pulizia dei gruppi costruttivi

1. Smontare, scomporre e pulire i gruppi costruttivi che sono esposti a forti depositi di morchia, ad es. il serbatoio di compensazione, i gruppi di preriscaldamento, gli scambiatori di calore (radiatore di ritorno dell'acqua, scambiatore di calore olio, intercooler, preriscaldatore aria di alimentazione, preriscaldatore carburante, ecc.) e le tubazioni disposte in basso.
2. Prima della pulizia esaminare lo stato di imbrattamento del lato acqua.
3. In caso di incrostazioni calcaree grasse, sgrassare innanzitutto il lato acqua.
4. Precipitazioni molto aderenti, provocate dalla nebbia di olio negli intercooler possono essere rimosse con Kluthe Hakutex 60.
5. Rimuovere le incrostazioni calcaree dure con un solvente per calcare. Per le incrostazioni calcaree ostinate utilizzare una soluzione di acido cloridrico al 10%.
6. Sciogliere le incrostazioni sugli e negli inserti degli scambiatori di calore in un bagno caldo. Rispettare le indicazioni del produttore e utilizzare solo detergenti approvati nella concentrazione ammessa , vedere (→ Pagina 84)

Importante

Le incrostazioni sul lato olio possono essere disciolte anche in un bagno di petrolio.
La permanenza nel bagno dipende dal tipo e dal grado di imbrattamento, nonché dalla temperatura e attività del bagno.

7. Pulire i singoli componenti, come ad esempio scatole, coperchi, tubazioni, vetrini spia e inserti dello scambiatore di calore con vapore bollente, spazzola di nylon (spazzola morbida) e un forte getto d'acqua.

Importante

Per evitare danni:
Non utilizzare utensili duri con spigoli taglienti (spazzole di acciaio, raschietti e simili) (strato protettivo di ossido).
Non regolare troppo alta la pressione del getto d'acqua (rischio di danneggiare ad es. le lamelle del radiatore).

8. Dopo la pulizia trattare gli inserti degli scambiatori di calore con vapore a bassa pressione in senso contrario al flusso, sciacquare con acqua pulita (fino a una differenza del pH < 1) e asciugare con aria compressa o aria calda.
9. Controllare che tutti i componenti siano in perfette condizioni, se necessario ripararli o sostituirli.
10. Sciacquare gli scambiatori di calore sul lato olio e sul lato del liquido di raffreddamento motore con olio anti-corrosione. Questa operazione può essere eliminata se lo scambiatore di calore viene installato e messo in funzione immediatamente dopo la pulizia.
11. Dopo il montaggio di tutti i gruppi costruttivi lavare una volta il circuito di raffreddamento del motore, vedere (→ Pagina 85).
12. Alla messa in funzione del motore, controllare la tenuta del circuito del liquido di raffreddamento.

Importante

Per ulteriori indicazioni vedere il Manuale di manutenzione e riparazione del relativo motore.

6.6 Circuiti di raffreddamento con contaminazione da batteri, lieviti e funghi

Pulizia del sistema

Pulizia e disinfezione dell'impianto del liquido di raffreddamento sono efficaci solo se il detergente di sistema scorre in tutto l'impianto per un periodo sufficientemente lungo.

Prima di scaricarlo, aggiungere al liquido di raffreddamento contaminato la quantità prescritta del detergente di sistema approvato, vedere (→ Pagina 84). Si deve assicurare che la miscela circoli minimo 24 ore, massimo 48 ore.

Risciacquo

Una volta svuotati il liquido di raffreddamento e il detergente di sistema, lavare il circuito di raffreddamento con acqua pulita. Si deve effettuare il lavaggio fino a quando non sono più presenti impurità visibili e l'acqua di lavaggio corrisponde al valore pH dell'acqua pulita utilizzata (max. differenza di valore pH < 1).

Nuovo rifornimento

Prima del nuovo rifornimento, assicurarsi che l'impianto di raffreddamento sia privo di impurità.

Il nuovo rifornimento deve avvenire subito dopo il risciacquo, per evitare il pericolo di corrosione!

7 Aria di rifornimento e aria comburente

7.1 Informazioni generali

Importante

Nell'aria di aspirazione non devono penetrare composti corrosivi
I valori limite indicati devono essere rispettati, altrimenti la garanzia perde validità.

Nel servizio in piscine o nelle vicinanze di macchine frigorifere, va considerato che anche minime tracce di composti alogeni nell'aria di rifornimento (aria aspirata) possono causare la corrosione dei seguenti componenti:

- Nel motore
- Su componenti periferici, come ad es. nei motori elettrici

Anche i detersivi possono contenere sostanze aggressive che favoriscono la corrosione.

In caso di dubbio si prega di contattare MTU Onsite Energy.

Nell'aria di aspirazione non è consentito immettere aria di desorbimento o gas esausti da processi termochimici senza previa consultazione con MTU Onsite Energy.

L'intervallo di temperatura ammesso con indicazione della temperatura minima e massima è riportato nella scheda tecnica del motore/gruppo.

Tutti i motori a gas di MTU Onsite Energy possono essere alimentati con un'aria di aspirazione al di sotto di un punto di rugiada di 20 °C. Pertanto l'alimentazione mediante un'aria di aspirazione con un punto di rugiada superiore a 17,5 °C deve essere limitata a < 200 ore di esercizio all'anno. La temperatura del punto di rugiada non deve superare la soglia di 21 °C. In caso di scostamento dai valori prescritti o temperature del punto di rugiada dell'aria di aspirazione è necessario consultarsi con lo stabilimento di produzione presso MTU Onsite Energy.

Valori limiti nella miscela di gas

La miscela di gas è composta da aria e carburante. I valori limite indicati per il carburante non devono essere superati all'interno della miscela di gas (→ Pagina 55).

I valori limite nella miscela di gas (in ppm) sono decisamente inferiori rispetto ai valori indicati per il carburante (di norma più bassi circa del fattore 20).

8 Acqua di riscaldamento

8.1 Informazioni generali

Importante

È obbligatorio attenersi alle disposizioni di MTU Onsite Energy circa il trattamento / sfiato dei circuiti dell'acqua.
I valori limite indicati devono essere rispettati, altrimenti la garanzia perde validità.

Importante

I requisiti delle caratteristiche dell'acqua di riscaldamento con temperature superiori a 100 °C valgono se nel circuito di raffreddamento del motore o nel circuito di riscaldamento sono integrati scambiatori di calore gas di scarico.

Importante

L'additivazione di solfiti non è consentita.
In alternativa si consiglia WBcon 2347 per il circuito dell'acqua di riscaldamento.
Si prega di osservare che il prodotto contiene borati e idrossido di sodio, che corrodono materiali come l'alluminio o l'ottone.

Avvertenze integrative

Si avverte precauzionalmente che in generale neanche le assicurazioni contro i guasti alle macchine coprono i costi per i danni prevedibili come ad esempio quelli causati da caratteristiche insufficienti dell'acqua.

Con "somma alcali terrosi" si intende il contenuto dei sali di calcio e magnesio responsabili della durezza. Per la conversione nell'unità di misura prima usata "Durezza totale" vale quanto segue.

- $1 \text{ mol/m}^3 = 5,6 \text{ dH}$
- Il pH misura il grado di acidità o alcalinità di una soluzione.
- $\text{pH} = 7$ neutro, < 7 acido, > 7 alcalino.

Importante

Variazione max. ammissibile della temperatura d'ingresso dell'acqua di riscaldamento: max. 3 K / min.

8.2 Requisiti dell'acqua di riscaldamento

Importante

L'aggiunta di solfito di sodio come legante dell'ossigeno non è ammessa.

Importante

L'alcalizzazione base deve avvenire con fosfato trisodico.

Requisiti dell'acqua di riscaldamento fino a 100 °C

È vincolante la direttiva VDI 2035 foglio 1 (dicembre 2005) e foglio 2 (settembre 1998). "Prevenzione dei danni causati da corrosione e dalla formazione di calcare negli impianti di riscaldamento ad acqua calda" con i seguenti valori indicativi (consultare anche le corrispondenti spiegazioni del documento originale):

Requisiti generali	Chiara, trasparente ed esente da sostanze non disciolte	
pH (25 °C)	da 8,0 a 9,0	
Conducibilità elettrica (a 25 °C)	< 250	µS/cm
Alcali terrosi totali	Fino a 1,5 Fino a 8,4	mmol/l °dH
Cloruri	< 50	mg/l
Solfati	< 50	mg/l
Fosfati	< 10	
Contenuto di ossigeno nell'impiego di leganti di ossigeno	< 0,1	mg/l
Ferro	< 0,2	mg/l

Tabella 52: Requisiti dell'acqua di riscaldamento fino a 100 °C

In caso di mancato rispetto dei suddetti valori limite è necessario adottare le misure riportate qui di seguito.

- Contro la formazione di calcare: trattamento dell'acqua (addolcimento, demineralizzazione, osmosi inversa) o stabilizzazione della durezza (prodotti ST-DOS-H)
- Contro i processi di corrosione: tramite inibizione o legando l'ossigeno (prodotti ST-DOS-H)

Requisiti dell'acqua di riscaldamento con temperature superiori a 100 °C

La direttiva VdTÜV TCh 1466 è decisiva per le caratteristiche dell'acqua negli impianti di riscaldamento usati ad una temperatura di mandata di oltre 100 °C. Secondo tale direttiva per un esercizio a contenuto ridotto di sali valgono i seguenti valori orientativi:

Requisiti generali	Chiara, trasparente ed esente da sostanze non disciolte	
pH (25 °C)	da 8,0 a 9,0 *	
Conducibilità elettrica (a 25 °C)	da 10 a < 250	µS/cm
Alcali terrosi totali	< 0,02 < 0,10	mmol/l °dH
Cloruri	< 20	mg/l
Solfati	da < 5 a 10	mg/l
Contenuto in ossigeno	< 0,05	mg/l
* Scostamento rispetto a TCh 1466 (TÜV)		

Requisiti generali	Chiara, trasparente ed esente da sostanze non disciolte	
Fosfato	da 5 a 10	mg/l
Ferro	< 0,2	mg/l
* Scostamento rispetto a TCh 1466 (TÜV)		

Tabella 53: Requisiti dell'acqua di riscaldamento con temperature superiori a 100 °C

Provvedimenti contro la formazione di calcare e la corrosione

- Contro la formazione di calcare: trattamento dell'acqua (addolcimento, demineralizzazione, osmosi inversa) o stabilizzazione della durezza (prodotti ST-DOS-H)
- Contro i processi di corrosione: tramite inibizione o legando l'ossigeno (prodotti ST-DOS-H)

9 Conferma materiali di esercizio

9.1 Conferma del gestore dei gruppi elettrogeni

Importante
Senza questa conferma non è possibile mettere in servizio l'impianto.

Descrizione dell'impianto:

L'impianto comprende:

Stabilimento / n. SAP:

Committente:

Gestore:

Responsabile progetto MTU:

Con la presente si certifica che le caratteristiche dei materiali di esercizio (acqua di raffreddamento, gas, olio lubrificante, acqua di riscaldamento, ecc., se pertinenti) sono conformi alle specifiche di MTU Onsite Energy.

Per i danni causati da una qualità diversa del materiale di esercizio, la MTU Onsite Energy non si assume alcuna garanzia.

Luogo, data

Firma impegnativa (committente)

10 Appendice A

10.1 Indice delle abbreviazioni

Abbreviazione	Significato	Spiegazione
ASTM	American Society for Testing and Materials	
Ore di esercizio	Ore di esercizio	
BR	Serie	
BV	Betriebsstoffvorschrift	
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.	Anche denominazione di norme (Standard per l'industria tedesca)
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.	
EN	Europäische Norm	Europäische Norm
IP	Institute of Petroleum	
ISO	International Organization for Standardization	Coordinamento internazionale di tutti gli istituti normativi
MN	Numero di metano	
OEG	Onsite Energy	MTU Onsite Energy
SAE	Society of Automotive Engineers	US-amerikanisches Normungsgremium
ST-DOS-H		Prodotti
VDI	Direttiva	
VdTÜV	Direttiva	
Vol.	Volume	

10.2 Tabella di conversione di unità SI

Unità SI	Unità US	Conversione
°C	°F	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \cdot 1,8 + 32$
kWh	BTU	1 BTU = 0,0002930711 kWh
kWh/m ³ in condizioni normali	BTU/ft ³	1 BTU/ft ³ = 00,010349707 kWh/m ³
kW	kBTU/hr	1 kBTU/hr = 0,2928104 kW
kW	bhp	1 bhp = 0,7457 kW
l	gal	1 gal = 3,785412 litri
mm	inch	1 inch = 25,4 mm
m	ft	1 ft = 0,3048 m
m/s	ft/s	1 ft/s = 0,3048 m/s
m ³ i.N	ft ³ i.N	ft ³ = 0,02831685 m ³ in condizioni normali
bar	psi	1 psi = 0,06894757 bar
kg	lb	1 lb = 0,4535924 kg

Tabella 54: Tabella di conversione

10.3 MTU Onsite Energy - Interlocutore/Partner Servizio Assistenza

Assistenza

La rete internazionale dell'organizzazione di vendita con società affiliate, uffici di vendita, rappresentanti e punti di riferimento del servizio assistenza assicura una veloce e diretta assistenza sul posto e l'elevata disponibilità dei nostri prodotti.

Assistenza sul posto

Specialisti esperti competenti sono a Vostra disposizione con la loro esperienza e conoscenza.

La nostra assistenza sul posto è riassunta sul sito Internet MTU:

- <http://www.mtuonsiteenergy.com/haendlersuche/index.de.htm>

Numero verde 24 h

Con il nostro servizio di assistenza telefonica 24 ore su 24 e la nostra flessibilità siamo a vostra disposizione a ogni ora del giorno, nel corso delle diverse fasi operative, durante la manutenzione preventiva, gli interventi correttivi in caso di guasto, al variare delle condizioni di utilizzo e per la fornitura di pezzi di ricambio.

La nostra assistenza sul posto è riassunta sul sito Internet MTU:

- <http://www.mtuonsiteenergy.com/haendlersuche/index.de.htm>

Il vostro riferimento in centrale:

- info@cac-mtuonsiteenergy.com

Servizio pezzi di ricambio

Identificare il pezzo di ricambio per il vostro gruppo propulsore in modo rapido, semplice e corretto. Il pezzo di ricambio giusto al posto giusto e al momento giusto.

Per raggiungere questo obiettivo offriamo una rete logistica per i pezzi di ricambio diffusa in tutto il mondo.

Il vostro riferimento in centrale:

Germania:

- Tel.: +49 821 74800
- Fax: +49 821 74802289
- E-Mail: spareparts-oeg@mtu-online.com

Nel mondo:

- Tel.: +49 7541 908555
- Fax: +49 7541 908121
- E-Mail: spare.parts@mtu-online.com

11 Appendice B

11.1 Indice alfabetico

A

- Acqua di riscaldamento
 - Informazioni generali 90
 - Requisiti 91
- Acqua dolce
 - Valori limite
 - Serie 400 35
 - Serie 4000 34
- Additivo colorato
 - Circuito del liquido di raffreddamento 31
 - Circuito di lubrificazione 11
- Agente riducente di NOx
 - Informazioni generali 80
- Aggiornamento dello stampato 5
- Analisi dell'olio usato 8
- Antigelo
 - Per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri
 - Concentrati 48
 - Miscele pronte 52
 - Per sistemi di raffreddamento privi di metalli leggeri
 - Concentrati 40
 - Miscele pronte 43
 - Serie 400 54
- Aria comburente 89
- Aria di ingresso 89
- Avvertenze per l'utilizzo 5

B

- Biogas
 - Principali componenti 56
 - Requisiti
 - Serie 400 76
 - Serie 4000 70

C

- Carburante
 - Contenuto di silicio 10
 - Utilizzo 55
- Carburanti 60, 66
 - Biogas
 - Serie 400 76
 - Serie 4000 70
 - Gas naturale
 - Applicazione in marina 61
 - Serie 400 75
 - Serie 400
 - Impurità 77

Circuito del liquido di raffreddamento

- Detergente 84
- Impurità 83
- Lavaggio 85
- Materiali 33
- Perdita 31
- Pulizia 86
- Pulizia dei gruppi costruttivi 87

Circuito di lubrificazione

- Perdita 11

Circuito di raffreddamento del motore

- Detergente 84
- Impurità 83
- Lavaggio 85
- Pulizia 86
- Pulizia dei gruppi costruttivi 87

Combustibile

- Utilizzo 55

Combustibili 60, 66

- Biogas
 - Serie 400 76
 - Serie 4000 70
- Gas naturale
 - Applicazione in marina 61
 - Serie 400 75
 - Serie 4000 67

Composti di silicio

- Gas combustibile 59

Condensato di scarico 82

Conferma

- Gestore 93

Contenuto di silicio

- Carburante 10
- Gas combustibile 10

D

Detergenti 84

- Detergenti di sistema 88

G

Gas combustibile

- Applicazione in marina 61
- Composti di silicio 59
- Contenuto di silicio 10
- Utilizzo del generatore e gruppo elettrogeno
 - Serie 400 76
 - Serie 4000 67, 70

- Gas naturale
 - Principali componenti 56
 - Requisiti
 - Applicazione in marina 61
 - Serie 400 75
 - Serie 4000 67
- Gas naturale
 - Utilizzo del generatore e gruppo elettrogeno
 - Serie 400 75
- Gestore
 - Conferma 93
- Grasso lubrificante 12
 - Applicazione generale 13
 - Gruppo elettrogeno Serie 400 23
 - Gruppo elettrogeno Serie 4000 16
 - Per generatori 16, 23
- I**
- Immaganizzazione
 - Liquidi di raffreddamento 30
- Impianto di raffreddamento
 - Per evitare danni 32
- Impurità
 - Carburanti
 - Serie 400 77
- Indice delle abbreviazioni 94
- Interlocutore
 - MTU Onsite Energy 96
- Intervalli di cambio olio
 - Gruppo elettrogeno Serie 400 21
 - Lubrificazione a spruzzo d'olio 21
 - Valori limite 8
- K**
- Kit di prova
 - Liquidi di raffreddamento 83
- L**
- Liquid Natural Gas (LNG) 58
- Liquidi di raffreddamento
 - Kit di prova 83
 - Kit di prova 26
 - Liquidi di raffreddamento senza antigelo
 - Concentrati per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri 37
 - Miscele pronte per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri 39
 - Monitoraggio durante l'esercizio 26
 - Prodotti antigelo
 - Concentrati per applicazioni speciali 42, 51
 - Stabilità di stoccaggio 30
 - Valori limite 26
- Liquido di raffreddamento
 - Concentrazioni ammesse 26
 - Definizione 24
 - Gruppo elettrogeno
 - Serie 400 54
 - Serie 4000 36, 45
 - Requisiti per acqua dolce
 - Serie 400 35
 - Serie 4000 34
 - Serie 400 54
 - Serie 4000
 - Antigelo per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri 48, 52
 - Antigelo per sistemi di raffreddamento privi di metalli leggeri 40, 43
 - Liquido di raffreddamento senza antigelo per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri 46, 47
 - Trattamento
 - Serie 400 35
 - Serie 4000 34
 - Utilizzo del generatore 36, 45
- Liquido di raffreddamento senza antigelo
 - Per sistemi di raffreddamento contenenti metalli leggeri
 - Concentrati 46
 - Miscele pronte 47
- Lubrificante
 - Applicazione speciale 12
- Lubrificazione a spruzzo d'olio 21
- M**
- Materiali
 - Circuito del liquido di raffreddamento 33
- Materiali di consumo approvati
 - Oli motore per Serie 400 18
- Materiali di esercizio approvati
 - Oli motore per Serie 400 14
- Mezzo nell'intercapedine della tubazione a gas per l'utilizzo in marina
 - Combustibili per motori a gas 64
- Miscela di gas
 - Valori limite 89
- Monitoraggio durante l'esercizio
 - Liquidi di raffreddamento 26
- Motore
 - Trattamento di conservazione 5
- MTU Onsite Energy
 - Interlocutore 96
 - Partner Servizio Assistenza 96
- O**
- Olio lubrificante
 - Serie 4000 14
- Olio motore 7
 - Serie 400 18
 - Serie 4000 14
- Olio per ingranaggi 17

P

Partner Servizio Assistenza

- MTU Onsite Energy 96

Perdita

- Circuito del liquido di raffreddamento 31
- Circuito di lubrificazione 11

Prescrizione del lavaggio

- Circuiti di raffreddamento con contaminazione da batterini, lieviti e funghi 88

Prescrizione di lavaggio

- Circuito di raffreddamento del motore 83, 85
- Gruppi costruttivi 87

Prescrizione di pulizia

- Circuito di raffreddamento del motore 83, 86
- Detergenti di sistema 88
- Gruppi costruttivi 87

R

Requisiti

- Acqua di riscaldamento 91

Requisito

- Circuito del liquido di raffreddamento 33

S

Sistema di post-trattamento dei gas di scarico

- Agente riducente di NOx 80
- Condensato di scarico 82
- Informazioni generali 79

T

Trattamento di conservazione

- Motore 5

V

Valore di esercizio del silicio 10

Valore limite di esercizio del silicio 10

Valori limite

- Oli usati per motori a gas 8