

Specyfikacja płynów i smarów

Silniki na gaz i agregaty prądotwórcze na gaz

Silnik gazowy BR4000 - zastosowanie na statkach

Silnik gazowy BR4000 - zastosowanie w generatorach i agregatach prądotwórczych

Silnik gazowy BR400 - agregat prądotwórczy

A001072/01Z

© 2018 MTU Onsite Energy GmbH, Augsburg

Oryginalną publikację sporządzono w języku niemieckim.

Niniejsza publikacja oraz wszystkie jej części składowe są chronione prawem autorskim. Jakiegokolwiek korzystanie i używanie wymaga uprzedniego uzyskania pisemnej zgody firmy MTU Onsite Energy GmbH. Dotyczy to zwłaszcza powielania, rozpowszechniania, edytowania, tłumaczenia, mikrofilmowania oraz zapisywania i/albo przetwarzania w systemach elektronicznych włącznie z bazami danych i usługami online.

W momencie ukazywania się niniejszej publikacji wszystkie zawarte w niej informacje są aktualne. Firma MTU Onsite Energy GmbH zastrzega sobie prawo do zmiany, usuwania lub uzupełniania informacji lub danych zawartych w tej publikacji, jeżeli zajdzie taka potrzeba.

Spis treści

| | | | |
|-------|--|----|--|
| 1 | Przedmowa | | |
| 1.1 | Informacje ogólne | 5 | |
| 2 | Smary | | |
| 2.1 | Informacje ogólne | 7 | |
| 2.1.1 | Olej silnikowy | 7 | |
| 2.1.2 | Terminy wymiany oleju silnikowego | 8 | |
| 2.1.3 | Związki krzemu w paliwie gazowym | 10 | |
| 2.1.4 | Substancje fluorescencyjne do rozpoznawania wycieków w obiegu oleju smarowego | 11 | |
| 2.1.5 | Smary | 12 | |
| 2.1.6 | Smary do zastosowań ogólnych | 13 | |
| 2.2 | Silnik gazowy BR4000 - zastosowanie w generatorach i agregatach prądotwórczych - zastosowanie na statkach | 14 | |
| 2.2.1 | Dopuszczone oleje silnikowe | 14 | |
| 2.2.2 | Smary do generatorów | 16 | |
| 2.2.3 | Oleje przekładniowe | 17 | |
| 2.3 | Silnik gazowy BR400 - agregat prądotwórczy | 18 | |
| 2.3.1 | Dopuszczone oleje silnikowe | 18 | |
| 2.3.2 | Terminy wymiany oleju silnikowego | 21 | |
| 2.3.3 | Smary do generatorów | 23 | |
| 3 | Płyny chłodzące | | |
| 3.1 | Informacje ogólne | 24 | |
| 3.1.1 | Definicja płynu chłodzącego | 24 | |
| 3.1.2 | Kontrola podczas eksploatacji / przygotowanie płynu chłodzącego | 26 | |
| 3.1.3 | Stabilność składowania koncentratów płynów chłodzących | 30 | |
| 3.1.4 | Dodatki barwne do rozpoznawania wycieków w obiegu płynu chłodzącego | 31 | |
| 3.1.5 | Zapobieganie uszkodzeniom układu chłodzenia | 32 | |
| 3.1.6 | Substancje nieodpowiednie w obiegu płynu chłodzącego | 33 | |
| 3.1.7 | Wymagania dla świeżej wody BR4000 | 34 | |
| 3.1.8 | Wymagania dla świeżej wody BR400 | 35 | |
| 3.2 | Silnik gazowy BR4000 - zastosowanie na statkach | 36 | |
| 3.2.1 | Płyn chłodzący - informacje ogólne | 36 | |
| 3.2.2 | Płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem - koncentraty do układów chłodzenia niezawierających metali lekkich | 37 | |
| 3.2.3 | Płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem - gotowe mieszanki do układów chłodzenia niezawierających metali lekkich | 39 | |
| 3.2.4 | Środki zapobiegające zamarzaniu - koncentraty do układów chłodzenia bez zawartości metali lekkich | 40 | |
| 3.2.5 | Środki zapobiegające zamarzaniu - koncentraty do zastosowań specjalnych | 42 | |
| 3.2.6 | Środki zapobiegające zamarzaniu - gotowe mieszanki do układów chłodzenia niezawierających metali lekkich | 43 | |
| 3.3 | Silnik gazowy BR4000 - zastosowanie w generatorach i agregatach prądotwórczych | 45 | |
| 3.3.1 | Płyn chłodzący - informacje ogólne | 45 | |
| 3.3.2 | Płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem - koncentraty do układów chłodzenia zawierających metale lekkie | 46 | |
| 3.3.3 | Płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem - gotowe mieszanki do układów chłodzenia zawierających metale lekkie | 47 | |
| 3.3.4 | Środki zapobiegające zamarzaniu - koncentraty do układów chłodzenia zawierających metale lekkie | 48 | |
| 3.3.5 | Środki zapobiegające zamarzaniu - koncentraty do zastosowań specjalnych | 51 | |
| 3.3.6 | Środki zapobiegające zamarzaniu - gotowe mieszanki do układów chłodzenia zawierających metale lekkie | 52 | |
| 3.4 | Silnik gazowy BR400 - agregat prądotwórczy | 54 | |
| 3.4.1 | Dopuszczone płyny chłodzące | 54 | |
| 4 | Paliwa | | |
| 4.1 | Informacje ogólne | 55 | |
| 4.1.1 | Stosowanie paliw | 55 | |
| 4.1.2 | Główne składniki gazu ziemnego i paliw gazowych pochodzenia biogenego | 56 | |
| 4.1.3 | Liquid Natural Gas (LNG) | 58 | |
| 4.1.4 | Związki krzemu i siarki w paliwie gazowym | 59 | |
| 4.2 | Silnik gazowy BR4000 - zastosowanie na statkach | 60 | |
| 4.2.1 | Informacje ogólne | 60 | |
| 4.2.2 | Wymagania dot. paliwa gazowego | 61 | |
| 4.2.3 | Przepis dotyczący medium w przestrzeni otaczającej przewód gazowy w zastosowaniach na statkach | 64 | |
| 4.3 | Silnik gazowy BR4000 - zastosowanie w generatorach i agregatach prądotwórczych | 66 | |
| 4.3.1 | Informacje ogólne | 66 | |
| 4.3.2 | Gaz ziemny - wymagania dot. paliwa gazowego | 67 | |
| 4.3.3 | Biogaz - wymagania dot. paliwa gazowego | 70 | |
| 4.4 | Silnik gazowy BR400 - agregat prądotwórczy | 75 | |

| | | | |
|--|----|--|----|
| 4.4.1 Gaz ziemny - wartości paliwa | 75 | 7 Powietrze zasilające i powietrze spalania | |
| 4.4.2 Biogaz - wartości paliwa | 76 | 7.1 Informacje ogólne | 89 |
| 4.4.3 Zakłócające zanieczyszczenia | 77 | 8 Woda grzewcza | |
| 5 Układ oczyszczania spalin | | 8.1 Informacje ogólne | 90 |
| 5.1 Informacje ogólne | 79 | 8.2 Wymagania dot. wody grzewczej | 91 |
| 5.2 Środek redukujący NOx AUS 32 dla instalacji z systemem oczyszczania spalin SCR | 80 | 9 Potwierdzenie materiały eksploatacyjne | |
| 5.3 Kondensat spalinowy | 82 | 9.1 Potwierdzenie przez użytkownika generatorów prądotwórczych | 93 |
| 6 Przepisy dotyczące płukania i czyszczenia układów płynu chłodzącego silnika | | 10 Załącznik A | |
| 6.1 Informacje ogólne | 83 | 10.1 Wykaz skrótów | 94 |
| 6.2 Dopuszczone środki czyszczące | 84 | 10.2 Tabela konwersji jednostek SI | 95 |
| 6.3 Płukanie układów płynu chłodzącego silnik | 85 | 10.3 MTU Onsite Energy - konsultanci/partnerzy serwisowi | 96 |
| 6.4 Czyszczenie układów płynu chłodzącego silnik | 86 | 11 Załącznik B | |
| 6.5 Czyszczenie podzespołów | 87 | 11.1 Indeks | 97 |
| 6.6 Obieg chłodzenia zaatakowany przez bakterie, drożdże, grzyby | 88 | | |

1 Przedmowa

1.1 Informacje ogólne

Stosowane symbole i sposoby prezentacji

Należy przestrzegać następujących, wyróżnionych w tekście poleceń:

Ważne

W tym polu zamieszczono istotne i przydatne informacje o produkcie przeznaczone dla użytkownika. Wskazuje ono na instrukcje, prace i działania, które są wymagane, aby zapobiec uszkodzeniu lub zniszczeniu materiału.

Wskazówka:

Wskazówka informuje o kwestiach, na które trzeba zwracać szczególną uwagę podczas wykonywania pracy.

Materiały eksploatacyjne

Okres żywotności, bezpieczeństwo eksploatacji oraz działanie urządzeń napędowych zależą w dużej mierze od stosowanych materiałów eksploatacyjnych. Dlatego bardzo ważny jest prawidłowy dobór i sposób obchodzenia się z materiałami eksploatacyjnymi. Kwestie te zostały określone w niniejszych przepisach dot. materiałów eksploatacyjnych.

| Norma kontrolna | Oznaczenie |
|-----------------|---|
| DIN | Deutsches Institut für Normung (Niemiecki Instytut Normalizacji) |
| EN | Normy Europejskie |
| ISO | Norma międzynarodowa |
| ASTM | American Society for Testing and Materials |
| IP | Institute of Petroleum |
| DVGW | Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (Niemieckie Stowarzyszenie Gazu i Wody) |

Tabela 1: Normy kontrolne dla materiałów eksploatacyjnych

Ważne

Mieszanie dopuszczonych materiałów eksploatacyjnych jest zabronione.

Ważne

Klient jest zobowiązany przestrzegać kart charakterystyki danego producenta.

Aktualność niniejszego druku

Przepisy dotyczące materiałów eksploatacyjnych są w razie potrzeby zmieniane lub uzupełniane. Przed użyciem upewnić się, że dysponuje się najbardziej aktualną wersją przepisów. Najnowsza wersja znajduje się również pod adresem:

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

W razie pytań osoba do kontaktu z MTU Onsite Energy chętnie udzieli pomocy.

Rękojmia

Zastosowanie dopuszczonych materiałów eksploatacyjnych, zarówno na podstawie ich nazwy, jak też odpowiednio przytoczonej specyfikacji, należy do warunków gwarancyjnych.

Dostawca materiałów eksploatacyjnych jest odpowiedzialny za zachowanie identycznej na całym świecie jakości wymienionych produktów.

Ważne

Materiały eksploatacyjne do urządzeń napędowych mogą być niebezpieczne. Obchodząc się z tymi materiałami, jak również składując je i utylizując, należy przestrzegać określonych zasad.

Zasady te wynikają z informacji producenta, postanowień prawnych oraz zasad technicznych obowiązujących w danym kraju. W związku z ewentualnymi rozbieżnościami między przepisami obowiązującymi w danych państwach, nie można sprecyzować ogólnych koniecznych do przestrzegania reguł w ramach niniejszych przepisów dotyczących materiałów eksploatacyjnych.

Użytkownik wymienionych w nich produktów jest więc zobowiązany do samodzielnego zasięgnięcia informacji na temat obowiązujących przepisów. Firma MTU Onsite Energy nie przejmuje odpowiedzialności w przypadku zastosowania dopuszczonych przez siebie materiałów eksploatacyjnych niezgodnie z przeznaczeniem lub przepisami.

Podczas obchodzenia się z paliwami przestrzegać „Zasad ochrony środowiska (patrz Instrukcja obsługi, rozdział dotyczący bezpieczeństwa, demontażu i utylizacji), ponieważ są one niebezpieczne dla zdrowia i grożą pożarem.

Nieprawidłowe stosowanie materiałów eksploatacyjnych prowadzi do obciążenia środowiska:

- Materiały eksploatacyjne nie mogą dostać się do gruntu lub kanalizacji.
- Zużyte materiały eksploatacyjne muszą być odprowadzane jako stare oleje lub jako odpady specjalne.
- Zużyte wkłady filtracyjne muszą być poddawane utylizacji jako odpady specjalne.

Ważne

Zamawiający/użytkownik ponosi odpowiedzialność za zachowanie parametrów paliw.

Konserwacja

Wszystkie informacje na temat konserwacji, konserwacji uzupełniającej oraz usuwania materiałów konserwacyjnych wraz z listą dopuszczalnych materiałów konserwacyjnych można znaleźć w przepisach konserwacji i konserwacji uzupełniającej MTU. Najnowsza wersja znajduje się również pod adresem:

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

2 Smary

2.1 Informacje ogólne

2.1.1 Olej silnikowy

W przypadku wyboru oleju silnikowego do silników gazowych decydujące znaczenie ma rodzaj gazu stosowany do napędzania silnika. Silnik gazowy może być eksploatowany wyłącznie na dopuszczonym oleju silnikowym.

Zaaprobowane oleje silnikowe podano w następujących rozdziałach:

- Do BR4000 (→ Strona 14)
- Do BR400 (→ Strona 18)

Istotnym czynnikiem jest ilość niepożądanych zanieczyszczeń w paliwie gazowym. Wymaga to od użytkownika regularnego kontrolowania gazu. Stosowane oleje do silników gazowych wyróżniają się najmniejszą z możliwych zawartością popiołu. Zapobiega to zwiększonemu odkładaniu się popiołu, które może prowadzić do zmniejszenia wydajności katalizatora lub do stukowego spalania.

Praca na biogazie powoduje ewentualne obciążenie oleju silnikowego zanieczyszczeniami korozyjnymi, powstającymi podczas spalania zawartych szkodliwych substancji (związków chloru, fluoru i siarki). Te korozyjne składniki mogą być neutralizowane również poprzez specjalne dodatki uszlachetniające zawarte w oleju silnikowym jedynie w ograniczony sposób.

Jedynym sposobem na uniknięcie szkód korozyjnych na posmarowanych olejem elementach konstrukcyjnych silnika jest częstsza wymiana oleju. W celu lepszego buforowania maksymalnych stężeń przy obciążeniu zanieczyszczeniami korozyjnymi usilnie zalecana jest zwiększona objętość oleju silnikowego.

Ważne

Zużyte materiały eksploatacyjne należy utylizować zgodnie z przepisami obowiązującymi w miejscu zastosowania.

Ważne

Do silników gazowych zalecana jest klasa lepkości SAE 40.
Oleje wielosezonowe nie są dopuszczone.

Ważne

Mieszanie olejów silnikowych jest z zasady niedozwolone.

Ważne

Podczas każdorazowej wymiany oleju silnikowego możliwa jest pod pewnymi warunkami zmiana na inny olej silnikowy. W tym celu należy skontaktować się z serwisem MTU.

Ważne

W przypadku stosowania biogazu, gazu gnilnego lub gazu wysypiskowego ilość oleju w misce olejowej silnika jest niewystarczająca. Wymagana jest większa objętość oleju.

2.1.2 Terminy wymiany oleju silnikowego

Czas eksploatacji oleju dla silników gazowych

Na czas eksploatacji oleju ma wpływ jakość oleju silnikowego, obchodzenie się z nim, jak również warunki eksploatacji oraz stosowane paliwo.

Z tego powodu w zależności od objętości oleju silnikowego, rodzaju gazu i serii należy regularnie pobierać próbkę oleju i porównywać analizę oleju z wartościami granicznymi w tabeli (→ Tabela 2). Próbki oleju muszą być pobierane zawsze w jednakowych warunkach brzegowych (temperatura robocza silnika) w przewidzianym do tego miejscu (króciec do pobierania na obudowie filtra oleju).

Jeśli wartości graniczne według tabeli (→ Tabela 2) zostaną osiągnięte lub przekroczone, należy natychmiast przeprowadzić wymianę oleju.

Przy zastosowaniu zwiększonej objętości oleju konieczne jest zredukowanie wartości granicznych dla pierwiastków ze zużycia odwrotnie proporcjonalne do zwiększenia objętości. Maksymalna dozwolona redukcja wartości granicznych dla pierwiastków ze zużycia wynosi 50% wartości granicznej w tabeli (→ Tabela 2).

Stałe terminy wymiany bez analiz oleju są dopuszczalne po konsultacji z MTU Onsite Energy.

Wartości graniczne dla zużytych olejów do silników gazowych SAE 40

| | Metoda kontroli | Wartości graniczne BR4000 | Wartości graniczne BR400 |
|---|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Lepkość w temp. 100 °C (mm ² /s) | ASTM D445 DIN 51562 | Maks. 17,5 Min. 11,5 | Wartość dla świeżego oleju +30 % ** |
| Całkowita liczba zasadowa TBN (mgKOH/g) | ASTM D2896 ISO 3771 | min. 2,5 i TBN > TAN | Wartość dla świeżego oleju -60 % ** |
| Liczba kwasowa, TAN (mgKOH/g) | ASTM D664 | Wartość świeżego oleju +2,5 | Po zapytaniu w fabryce |
| Wartość pH | ASTM D7946 | min. 4 | min. 4 |
| Woda (% obj.) | ASTM D6304 EN 12937 ISO 6296 | maks. 0,2 | maks. 0,2 |
| Glikol (mg/kg) | ASTM D2982 | maks. 100 | Po zapytaniu w fabryce |
| Utlnianie (A/cm) | DIN 51453 | maks. 20 | maks. 30 |
| Azotowanie (A/cm) | Procedura IR | maks. 20 | maks. 30 |
| Pierwiastki ze zużycia (mg/kg): | DIN 51399-1/-2 | | |
| Żelazo (Fe) | | maks. 30 | maks. 50 |
| Ołów (Pb) | | maks. 20 | maks. 30 |
| Aluminium (Al) | | maks. 10 | maks. 20 |
| Miedź (Cu) | | maks. 20 *** | maks. 50 |
| Cynk (Sn) | | maks. 5 | maks. 15 |
| Krzem (Si) | | Maks. 15* | Maks. 10* |

* Wartość graniczna dla pierwiastka Si pochodzącego z procesów zużycia odnosi się tylko do eksploatacji na gzie ziemnym.

** Wartość dla świeżego oleju po zapytaniu w fabryce

*** Podczas 1. wymiany oleju (maks. 3000 roboczogodzin) wartość graniczna wynosi około 50 ppm.

Tabela 2: Wartości graniczne dla zużytych olejów do silników gazowych SAE 40

Analiza zużytego oleju

Rezultaty analiz oleju muszą być archiwizowane.

Na podstawie podanych metod badań i wartości granicznych (→ Tabela 2) można wywnioskować, kiedy wynik analizy pojedynczej próbki oleju można uznać za odbiegający od normy. Wynik odbiegający od normy (np. zwiększone zużycie oleju) wymaga niezwłocznego badania i usunięcia stwierdzonego nieprawidłowego stanu roboczego (np. kontrola kondycjonowania gazu lub analiza próbek gazu).

Wartości graniczne odnoszą się do poszczególnych próbek oleju. Jeśli wartości graniczne zostaną osiągnięte lub przekroczone, należy natychmiast przeprowadzić wymianę oleju. Wyniki analizy oleju niekoniecznie pozwalają wnioskować o zużyciu określonych elementów konstrukcyjnych i komponentów.

Oprócz analitycznych wartości granicznych o wymianie oleju decyduje również stan, stan roboczy i ewentualne zakłócenia pracy silnika oraz peryferiów instalacji.

2.1.3 Związki krzemu w paliwie gazowym

Związki krzemu w gazie prowadzą do nagarów i zwiększają zużycie. Powoduje to również dezaktywację katalizatorów. Rękojmia nie obejmuje szkód spowodowanych przez związki krzemu.

Wartość eksploatacyjna krzemu Si_B

Podczas pracy z użyciem gazów zawierających krzem bezwzględnie wymagane jest kontrolowanie wzrostu wartości krzemu w oleju. W tym celu należy obliczyć wartość eksploatacyjną krzemu Si_B na podstawie podanego wzoru.

$$Si_B = \text{delta Si analiza oleju B} - A \text{ [ppm]} \times \frac{(\text{ilość wypełnienia olejem} + \text{ilość uzupełnianego oleju}) \text{ [litry]}}{\text{wygenerowana praca elektryczna [kWh]}}$$

Użytkownik jest zobowiązany do potwierdzenia ciągłego przestrzegania parametru Si_B za pomocą analiz oleju.

Eksploatacyjna wartość graniczna krzemu Si_{BG}

W przypadku eksploatacyjnych wartości granicznych krzemu Si_{BG} wyróżnia się pracę z katalitycznym oczyszczaniem spalin oraz bez.

| Eksploatacja | Si_{BG} |
|--|-----------------|
| Z katalitycznym oczyszczaniem spalin | 0 |
| Bez katalitycznego oczyszczania spalin | < 0,01 (BR4000) |
| Bez katalitycznego oczyszczania spalin | < 0,02 (BR400) |

W przypadku wymaganego stosowania katalizatorów utleniających zgodnie z praktyką brak krzemu jest konieczny ($Si_B = 0$).

Mimo to w związku ze znaczną wrażliwością katalizatora może dochodzić do przedwczesnej utraty skuteczności – przede wszystkim w zakresie przetwarzania formaldehydu.

| Ważne |
|--|
| MTU Onsite Energy wyklucza z gwarancji uszkodzenia silników i katalizatorów spowodowane obecnością krzemu. |

Przykład obliczeniowy wartości roboczej krzemu Si_B

| Przykładowe dane do obliczenia wartości eksploatacyjnej krzemu Si_B | | |
|---|---------|-----------------|
| Delta Si pomiędzy analizą oleju A i B | 20 | ppm (mg/kg) |
| Ilość oleju w obiegu | 800 | dm ³ |
| Uzupełniona ilość oleju | 200 | dm ³ |
| Wygenerowana praca elektryczna pomiędzy analizą oleju A i B | 2000000 | kWh |

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

2.1.4 Substancje fluorescencyjne do rozpoznawania wycieków w obiegu oleju smarowego

Wymienione poniżej substancje fluorescencyjne są dopuszczone do rozpoznawania wycieków w obiegu oleju smarowego.

| Producent | Nazwa produktu | Stosowane stężenie | Numer materiału | Wielkość pojemnika | Stabilność przechowywania ¹⁾ |
|------------------------|--|--------------------|-----------------|---|---|
| Chromatech Europe B.V. | D51000A Chromatint Fluorescent Yellow 175 | 0,04 % - 0,07 % | X00067084 | 16 kg | 2 lata |
| Cimcool, Cincinnati | Producto YFD-100 | 0,5% - 1,0 % | | 5 galonów (kanister): 55 galonów (beczka): | 6 miesięcy |

Tabela 3:

¹⁾ = od dostarczenia z fabryki, dotyczy oryginalnie i szczelnie zamkniętego pojemnika w przypadku przechowywania bez narażenia na mróz (> 5°C).

Fluorescencja (jasnożółty odcień) obu barwników jest widoczna w świetle lampy UV (365 nm).

2.1.5 Smary

Warunki MTU dla aprobaty smarów zostały określone w normie MTU MTL 5050 i są dostępne pod tym numerem.

Akceptacja smaru potwierdzana jest producentowi na piśmie.

Smary do zastosowań ogólnych

Do wszystkich punktów wymagających smarowania stosować smar litowy.

Wyjątkami są:

- Obejście sprężarki, wbudowane pomiędzy turbosprężarką a chłodnicą powietrza doładowującego,
- centrowania na powierzchni środkowej sprzęgieł.

Smary do zastosowania w wyższych temperaturach

Do obejścia sprężarki, zamontowanego pomiędzy turbosprężarką a chłodnicą powietrza doładowującego, należy zastosować smar odporny na wysoką temperaturę (do 250 °C):

- Aero Shell Grease 15
- Optimol Inertox Medium

Do obejścia sprężarki, umieszczonego przed turbosprężarką lub za chłodnicą powietrza doładowującego, wystarczą smary ogólnego przeznaczenia.

Smary do centrowań na powierzchni środkowej sprzęgieł

Smary do centrowań na powierzchni środkowej

- Esso Unirex N 3 (odporny na temperatury do 160 °C)

Smary do zastosowań specjalnych (tylko BR4000)

Oleje do turbosprężarki

Zazwyczaj turbosprężarki podłączone są do wewnętrznego zasilania olejem z obiegu smarowania silnika.

W przypadku turbosprężarek ABB, które nie są podłączone do obiegu smarowania silnika, należy zastosować oleje do turbin na bazie oleju mineralnego o klasie lepkości ISO VG 68.

Smary do sprzęgieł o zębach łukowych

Do sprzęgieł o zębach łukowych należy zastosować, w zależności od danego przypadku eksploatacji, następujące smary:

- Firma Klüber: Structovis BHD MF (olej smarujący o lepkości strukturalnej)
- Firma Klüber: Klüberplex GE 1 1–680 (olej przekładniowy o wysokiej przyczepności)

Zastosowanie danego smaru wzgl. odpowiednich dla niego czasów eksploatacji określone jest w odpowiednich instrukcjach obsługi lub planach konserwacji.

2.1.6 Smary do zastosowań ogólnych

Informacje szczegółowe i specjalne zawiera rozdział „Środki smarowe”(→ Strona 7)

| Producent | Nazwa marki | Uwagi |
|--------------------------------|---------------------------|-------|
| 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 | |

Tabela 4:

2.2 Silnik gazowy BR4000 - zastosowanie w generatorach i agregatach prądowórczych - zastosowanie na statkach

2.2.1 Dopuszczone oleje silnikowe

Informacje szczegółowe i specjalne zawiera rozdział „Informacje ogólne” (→ Strona 7).

Oleje silnikowe MTU do silników gazowych BR4000

| Producent | Nazwa marki | Klasa lepkości SAE | Wzór konstrukcyjny | | | | | | Uwagi / numer materiału |
|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|--|
| | | | 4000L61 / L62 / L63 | 4000L64 / L64FNER | 4000L32 / L33 | 4000L32FB | 4000L62FB | 4000Mx5xN | |
| MTU Friedrichshafen GmbH | GEO BG Power B2L | 40 | | | | X | X | | Beczka 20 l: X00072870 Beczka 205 l: X00072871 IBC: X00072872 |
| | GEO NG Power X2L | 40 | X | | | | | | Beczka 20 l: X00072874 Beczka 205 l: X00072875 IBC: X00072876 |
| | GEO NG Power X3L | 40 | X | X | X | | | X | Beczka 20 l: X00072877 Beczka 205 l: X00072878 IBC: X00072879 |

X = dopuszczenie dla wzoru konstrukcyjnego

Tabela 5: Oleje silnikowe MTU do silników gazowych BR4000

Ważne

W celu ustalenia terminu wymiany oleju silnikowego należy pobierać i analizować próbki oleju co 250 roboczogodzin. Należy przestrzegać wartości granicznych (→ Strona 8).

Alternatywne oleje silnikowe do silników gazowych BR4000

| Producent | Nazwa marki | Klasa lepkości SAE | Wzór konstrukcyjny | | | | | |
|---------------------------------------|--|--------------------|---------------------|-------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | | | 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 galonów: 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 = dopuszczenie dla wzoru konstrukcyjnego

* W przypadku zastosowania tych olejów silnikowych skróceniu ulega okres trwałości.

Tabela 6: Alternatywne oleje silnikowe do silników gazowych BR4000

Ważne

W celu ustalenia terminu wymiany oleju silnikowego należy pobierać i analizować próbki oleju co 250 roboczogodzin. Należy przestrzegać wartości granicznych (→ Strona 8).

2.2.2 Smary do generatorów

Łożyska są wstępnie napełniane smarem fabrycznie u producenta generatora.

Przy uruchomieniu należy uzupełnić smar.

Ważne

Miarodajna jest zawsze informacja podana bezpośrednio na generatorze.
Przestrzegać zaleceń producenta podanych na tabliczce znamionowej generatora

Następujące informacje umieszczane są przez producenta na generatorach:

- Smar jaki należy zastosować
- Ilość smaru
- Termin smarowania

Należy przestrzegać aktualnego planu konserwacji.

Dalsze informacje należy odszukać w dokumentacji producenta.

Ważne

W pierwszych godzinach pracy generatora należy monitorować temperaturę łożysk.

Ważne

Niedostateczne smarowanie może spowodować nadmierną temperaturę i uszkodzenie łożysk.

Smary do generatorów BR4000 na gaz

| Producent generatora | Smar (numer katalogowy MTU) |
|----------------------|---|
| Leroy-Somer | Shell Gadus S3 V220C2 (X00067217) * |
| | Mobil Polyrex™ EM: grade NLGI 2 (X00071899) * |
| Cummins | KLUEBER ASONIC GHY72 (09110145007) |
| Hitzinger | LUKOIL SIGNUM EPX2 (X00071900) |

* Eksploatacja mieszana obu rodzajów smaru jest według producenta niemożliwa, a więc również niedozwolona. Przestrzegać zaleceń producenta podanych na tabliczce znamionowej generatora.

2.2.3 Oleje przekładniowe

Dopuszczone oleje smarowe

Dotyczy tylko zastosowań 60 Hz.

| Producent / dostawca | Oznaczenie | SAE klasy lepkości | Uwaga |
|----------------------|----------------------|--------------------|-------|
| Mobil | Mobilgear SHC XMP320 | 40 | S |
| Mobil | SHC 632 | 40 | S |
| Klüber | GEM4-320N | 40 | S |
| Total | Carter SH320 | 40 | S |

S = syntetyczny olej smarowy

Tabela 7: Dopuszczone oleje smarowe

| Ważne |
|--|
| Dopuszczalne jest stosowanie wyłącznie syntetycznych rodzajów oleju przekładniowego. |

Ilości

| Typ przekładni | Silnik | litry |
|----------------|------------------------|-------|
| GU 320 | 8V4000Lx 12V4000Lx | 65 |
| GU 395 | 16V4000Lx 20V4000Lx | 92 |

Tabela 8: Ilości

Praca próbna w MTU-Onsite Energy odbywa się z użyciem oleju Mobil SHC 632.

Numer katalogowy MTU:

- 09110149525 – olej przekładniowy MOBIL SHC 632 (beczka)
- 09110149555 – olej przekładniowy MOBIL SHC 632(kanister)

Terminy wymiany oleju:

- Patrz również plan konserwacji MTU-Onsite Energy i instrukcja obsługi producenta przekładni
- Pierwsza wymiana oleju: 300 ... 5000 roboczogodzin
- Następną wymianę oleju po 4000 roboczogodzin lub po 24 miesiącach
- Analiza oleju (próbka oleju > 1 litr) co 2000 roboczogodzin

Wlać olej przekładniowy w stanie zimnym dokładnie do połowy wziernika. Podczas eksploatacji poziom oleju we wzierniku początkowo spada, może jednak następnie wzrosnąć ze względu na rozszerzalność temperaturową. Odpowietrzanie odbywa się za pomocą uszczelki labiryntowej na wałach.

2.3 Silnik gazowy BR400 - agregat prądotwórczy

2.3.1 Dopuszczone oleje silnikowe

Oleje silnikowe MTU do silników wolnossących BR400

| Producent / dostawca | Nazwa marki | Klasa lepkości SAE | Uwaga | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------|-------|------|
| | | | M | E, P |
| MTU Friedrichshafen GmbH | GEO NG POWER X2L ²⁾ | 40 ¹⁾ | M | E, P |

Tabela 9: Oleje silnikowe MTU do silników wolnossących BR400

- 1) Dopuszczenie ograniczone do temperatury otoczenia silnika > +10° C
 2) Beczka 20 l: X00072874 / beczka 205 l: X00072875 / IBC: X00072876
 M Mineralny olej silnikowy
 E Gaz ziemny
 P Propan

Alternatywne oleje silnikowe do silników wolnossących BR400

| Producent / dostawca | Nazwa marki | Klasa lepkości SAE | Uwaga | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------|------|
| | | | M | E, P |
| 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 |

Tabela 10: Alternatywne oleje silnikowe do silników wolnossących BR400

- 1) Dopuszczenie ograniczone do temperatury otoczenia silnika > +10° C
 S Syntetyczny olej silnikowy
 M Mineralny olej silnikowy
 E Gaz ziemny
 P Propan

Oleje silnikowe MTU do silników z doładowaniem BR400

| Producent / dostawca | Nazwa marki | Klasa lepkości SAE | Uwaga | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------|-------|------|---|
| MTU Friedrichshafen GmbH | GEO NG POWER X2L ²⁾ | 40 ¹⁾ | M | E, P | K |
| | GEO BG POWER B2L ³⁾ | 40 ¹⁾ | M | B | K |

Tabela 11: Oleje silnikowe MTU do silników z doładowaniem BR400

- 1) Dopuszczenie ograniczone do temperatury otoczenia silnika > +10° C
 2) Beczka 20 l: X00072874 / beczka 205 l: X00072876 / IBC: X00072875
 3) Beczka 20 l: X00072870 / beczka 205 l: X00072872 / IBC: X00072871
 M Mineralny olej silnikowy
 E Gaz ziemny
 P Propan
 B Biogaz
 K Nadaje się do silników z katalizatorem

Alternatywne oleje silnikowe do silników z doładowaniem BR400

| Producent / dostawca | Nazwa marki | Klasa lepkości SAE | Uwaga | | |
|-----------------------|-------------------------------|--------------------|-------|------|-----|
| 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 |

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

Tabela 12: Alternatywne oleje silnikowe do silników z doładowaniem BR400

- 1) Dopuszczenie ograniczone do temperatury otoczenia silnika > +10° C
S Syntetyczny olej silnikowy
M Mineralny olej silnikowy
E Gaz ziemny
P Propan
B Biogaz
K Nadaje się do silników z katalizatorem
SRK Katalizator odporny na siarkę

2.3.2 Terminy wymiany oleju silnikowego

Olej mineralny - układ smarowania silnika ze smarowaniem rozpryskowym oraz objętość dodatkowa

W przypadku zwiększenia o objętość dodatkową, np. 800 l dla E3066Dx, okres wymiany oleju wydłuża się 4-krotnie w odniesieniu do informacji podanej dla objętości dodatkowej 200 l.

Także i w tych przypadkach niezbędne są regularne analizy oleju.

| Oznaczenie | Układ smarowania silnika ze smarowaniem rozpryskowym oraz objętość dodatkowa | |
|-----------------------------------|--|------------------------------------|
| Moduły / agregaty z typem silnika | Wymiana oleju po ilości roboczogodzin | Min. wielkość objętości dodatkowej |
| 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 (lub analiza oleju) | 1000 l |
| B3066Lx/Zx | 1000 | 200 l |
| B3042Lx/Zx | 1000 | 300 l |

Tabela 13: Olej mineralny - układ smarowania silnika ze smarowaniem rozpryskowym oraz objętość dodatkowa

Olej mineralny - układ smarowania silnika tylko z uzupełnianiem świeżego oleju (bez smarowania rozpryskowego)

| Oznaczenie | Układ smarowania silnika tylko z uzupełnianiem świeżego oleju (bez smarowania rozpryskowego) | |
|-----------------------------------|--|--|
| Moduły / agregaty z typem silnika | Wymiana oleju po ilości roboczogodzin | Zalecana wielkość zbiornika świeżego oleju |
| E3066D1-D3 | 600 | 60 l |
| E3066Lx/Zx | 300 | 60 l |
| E3042D1-D3 | 600 | 60 l |
| E3042Lx/Zx | 300 | 60 l |

Tabela 14: Olej mineralny - układ smarowania silnika tylko z uzupełnianiem świeżego oleju (bez smarowania rozpryskowego)

Olej syntetyczny - układ smarowania silnika ze smarowaniem rozpryskowym oraz objętość dodatkowa

W przypadku zwiększenia o objętość dodatkową, np. 800 l dla E3066Dx, okres wymiany oleju wydłuża się 4-krotnie w odniesieniu do informacji podanej dla objętości dodatkowej 200 l.

Także i w tych przypadkach niezbędne są regularne analizy oleju.

| Oznaczenie | Układ smarowania silnika ze smarowaniem rozpryskowym oraz objętość dodatkowa | |
|-----------------------------------|--|------------------------------------|
| Moduły / agregaty z typem silnika | Wymiana oleju po ilości roboczogodzin | Min. wielkość objętości dodatkowej |
| E3066Lx/Zx | 2000 | 200 l |
| E3042Lx/Zx | 1000 | 160 l |
| E3042Lx/Zx | 8000 (lub analiza oleju) | 1000 l |

Tabela 15: Olej syntetyczny - układ smarowania silnika ze smarowaniem rozpryskowym oraz objętość dodatkowa

Olej syntetyczny - układ smarowania silnika tylko z uzupełnianiem świeżego oleju (bez smarowania rozpryskowego)

| Oznaczenie | Układ smarowania silnika tylko z uzupełnianiem świeżego oleju (bez smarowania rozpryskowego) | |
|-----------------------------------|--|--|
| Moduły / agregaty z typem silnika | Wymiana oleju po ilości roboczogodzin | Zalecana wielkość zbiornika świeżego oleju |
| 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 |

Tabela 16: Olej syntetyczny - układ smarowania silnika tylko z uzupełnianiem świeżego oleju (bez smarowania rozpryskowego)

2.3.3 Smary do generatorów

Smary do generatorów BR400

| Producent generatora | Smar |
|----------------------|-----------------------|
| Leroy-Somer | Smarowanie dożywotnie |

Ważne

Przestrzegać zaleceń producenta podanych na tabliczce znamionowej generatora.

3 Płyny chłodzące

3.1 Informacje ogólne

3.1.1 Definicja płynu chłodzącego

Ważne

Upewnić się, iż płyny eksploatacyjne można będzie spuścić do pojemników wychwytowych o odpowiedniej wielkości. Przestrzegać kart charakterystyk i utylizować płyny eksploatacyjne zgodnie z krajowymi przepisami.

Płyn chłodzący =

dodatek do płynu chłodzącego (koncentrat) + świeża woda w określonych proporcjach,

- gotowy do zastosowania w silniku

Środek zapobiegający zamarzaniu =

inhibitor korozji + glikol + dodatki + woda

- W poprzednich wersjach przepisów MTU dotyczących środków eksploatacyjnych stosowane było określenie „środek chroniący przed korozją i zamarzaniem”. Dla lepszego zrozumienia używane będzie określenie „środek zapobiegający zamarzaniu”.

Ochrona przed zamarzaniem jest niezbędna w przypadku silników na obszarach zastosowania, w których mogą występować temperatury poniżej punktu zamarzania.

Zakres stężeń odpowiedni dla danego zastosowania został wskazany w ust. dot. nadzorowania eksploatacji.

Płyn chłodzący bez ochrony przed zamarzaniem =

Inhibitor korozji + dodatki + woda

- W poprzednich wersjach przepisów MTU dotyczących środków eksploatacyjnych stosowane było określenie „rozpuszczalny w wodzie środek chroniący przed korozją”. Określenie to jest od teraz zastępowane przez określenie „płyn chłodzący bez ochrony przed zamarzaniem”.

Zaaprobowane przez MTU płyny chłodzące mają dobre właściwości ochrony przed korozją pod warunkiem, że są stosowane w odpowiednim stężeniu. Zakres stężeń odpowiedni dla danego zastosowania został wskazany w ust. dot. nadzorowania eksploatacji.

Zaaprobowane dodatki do płynów chłodzących podano w następujących rozdziałach:

- Dla silnika gazowego BR4000 - zastosowanie na statkach (→ Strona 37)
- Dla silnika gazowego BR4000 - zastosowanie w generatorach i agregatach prądotwórczych (→ Strona 46)
- Dla silnika gazowego BR400 - agregat prądotwórczy (→ Strona 54)

Aktualne uzgodnienia specjalne obowiązują w dalszym ciągu.

Ważne

W połączeniu z chłodnicami zawierającymi mosiądz nie wolno stosować dodatków do płynu chłodzącego, zawierających azotany.

Ważne

W przypadku każdej wymiany płynu chłodzącego na inny produkt należy wykonać płukanie z użyciem wody. Przepisy dotyczące płukania i czyszczenia układów płynu chłodzącego silnik, patrz (→ Strona 83).

Ważne

W przypadku niektórych obszarów zastosowania zalecane jest użycie środków zapobiegających zamarzaniu na bazie glikolu propylenowego. Produkty te mają niższą przewodność cieplną niż stosowane zazwyczaj produkty na bazie glikolu etylenowego. Z tego względu może nastąpić podwyższenie temperatury silnika. Do stosowania w bardzo niskich temperaturach (< -40°C) dostępny jest produkt BASF G206.

Zapobiegające korozji działanie płynów chłodzących można zapewnić tylko w przypadku całkowitego napełnienia obiegu chłodzenia.

Tylko dopuszczone środki antykorozyjne do konserwacji wewnętrznej obiegu chłodzenia zapewniają wystarczającą ochronę antykorozyjną również po spuszczeniu płynu. Oznacza to, że po spuszczeniu płynu musi nastąpić konserwacja obiegu chłodzenia, jeżeli nie następuje ponowne uzupełnienie płynu chłodzącego. Sposób postępowania został opisany w Przepisach firmy MTU dotyczących konserwacji A001070/...

Mieszkankę płynu chłodzącego należy przygotować z odpowiedniej świeżej wody i zaaprobowanego przez MTU dodatku płynu chłodzącego. Przygotowywanie płynu chłodzącego powinno odbywać się poza silnikiem.

Ważne

Niedozwolone są mieszanki różnych dodatków płynów chłodzących, jak też dodatków uszlachetniających (również w filtrach płynu chłodzącego oraz filtrach za podzespołami urządzenia).

Ważne

W przypadku gotowych mieszanej udział dodatku do płynu chłodzącego (koncentrat) wymieniany jest zawsze na pierwszym miejscu.

Przykład: Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix = 40% obj. dodatku do płynu chłodzącego / 60% obj. świeżej wody

3.1.2 Kontrola podczas eksploatacji / przygotowanie płynu chłodzącego

Dla bezawaryjnej pracy silnika bardzo ważne są wstępna kontrola świeżej wody oraz monitorowanie płynu chłodzącego. Kontrolę płynu chłodzącego należy przeprowadzić przynajmniej raz w roku wzgl. podczas każdego napełniania. Można użyć do tego walizki kontrolnej MTU. Zawiera ona wszystkie niezbędne do tego urządzenia, chemikalia oraz instrukcję obsługi.

Przy użyciu walizki kontrolnej MTU można wykonać następujące badania:

- określenie twardości całkowitej (°d)
- określenie wartości pH
- określenie zawartości chlorków w świeżej wodzie
- określenie stężenia środka zapobiegającego zamarzaniu
- określenie stężenia płynu chłodzącego bez ochrony przed zamarzaniem

Badanie świeżej wody oraz płynu chłodzącego można również zlecić firmie MTU. Należy dostarczyć próbkę min. 0,25 l.

Dopuszczalne stężenia środków zapobiegających zamarzaniu

| | Minimum | | | Maksimum |
|---|---|----------|----------|----------|
| Środek zapobiegający zamarzaniu na bazie glikolu etylenowego | 35% obj. | 40% obj. | 45% obj. | 50% obj. |
| Z ochroną przed zamarzaniem do* | -20° C | -25° C | -31° C | -37° C |
| BASF G206 | 65% obj. do stosowania w temperaturach zewnętrznych do -65° C w regionach arktycznych | | | |
| * = dane na temat ochrony przed zamarzaniem ustalone wg ASTM D 1177 | | | | |

Tabela 17: Dopuszczalne stężenia środków zapobiegających zamarzaniu

| Ważne |
|--|
| Po przepłukaniu obiegu płynu chłodzącego silnik stężenie środka zapobiegającego zamarzaniu nie może spaść poniżej 35% obj. |

Środki zapobiegające zamarzaniu należy mieszać ze świeżą wodą w stężeniu wynoszącym co najmniej 35% objętości, jeśli wystarczająca jest ochrona przed mrozem do minus - 20°C. Jeśli oczekiwane są niższe temperatury otoczenia, należy odpowiednio zwiększyć stężenie. Nie wolno przekraczać stężenia powyżej 50% obj.

Mieszanki, w których udział środka zapobiegającego zamarzaniu wynosi mniej niż 35% objętości, nie gwarantują dostatecznej ochrony przed korozją.

Uzdatnioną wodę stosować w warunkach letnich i zimowych. Straty środka chłodzącego wyrównywać w taki sposób, aby stężenie środka zapobiegającego zamarzaniu zostało zachowane.

Dozwolone stężenia - płyn chłodzący bez środka zapobiegającego zamarzaniu do wszystkich zastosowań

| Dopuszczalny zakres stężeń | Producent | Nazwa marki | Wartość odczytu na refraktometrze ręcznym ¹⁾ w temp. 20°C (= stopień Brix) % obj. | | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 9 do 11 % obj. | 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 | Należy zastosować zestaw testowy producenta | | | | | |
| | BASF SE | Glyscorr 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 | Należy zastosować zestaw testowy producenta | | | | | |
| | 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⁾ = ustalanie stężenia za pomocą odpowiedniego refraktometru ręcznego

Tabela 18: Dozwolone stężenia - płyn chłodzący bez środka zapobiegającego zamarzaniu do wszystkich zastosowań

Refraktometr ręczny należy skalibrować przy użyciu czystej wody o temperaturze płynu chłodzącego. Temperatura płynu chłodzącego powinna wynosić 20°C. Należy stosować się do zaleceń producenta.

Ważne

Po przepłukaniu obiegu płynu chłodzącego silnik stężenie środka przeciwkorozyjnego nie może spaść poniżej 9% obj.

Dozwolone stężenie - dodatkowe płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem wyłącznie do zastosowań na statkach (bez metali lekkich)

| Dopuszczalny zakres stężeń | Producent | Nazwa marki | Wartość odczytu na refraktometrze ręcznym ¹⁾ w temp. 20°C (= stopień Brix) % obj. | | | | | |
|---|-----------------------------|---|--|-----|------|-----|------|-----|
| | | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 7 do 11 % obj. | Arteco | Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor XLI [EU 32765] | 2,6 | 3,0 | 3,4 | 3,7 | 4,1 | 4,4 |
| | Nalco | Alfloc (Maxitreat) 3443 | 1,75 | 2,0 | 2,25 | 2,5 | 2,75 | 3,0 |
| | | Alfloc (Maxitreat) 3477 | 1,75 | 2,0 | 2,25 | 2,5 | 2,75 | 3,0 |
| | PrixMax Australia Pty. Ltd. | PrixMax RCP | 2,6 | 3,0 | 3,4 | 3,7 | 4,1 | 4,4 |
| | Total | WT Supra | 2,6 | 3,0 | 3,4 | 3,7 | 4,1 | 4,4 |
| 5 do 6% obj. | Fleetguard | DCA-4L | Należy zastosować zestaw testowy producenta | | | | | |
| 3 do 4% obj. | Detroit Diesel Corporation | Power Cool 2000 | Należy zastosować zestaw testowy producenta | | | | | |
| | Nalco | Alfloc 2000 | | | | | | |
| | | Nalco 2000 | | | | | | |
| | | Nalcool 2000 | | | | | | |
| | | Trac 102 | | | | | | |
| Penray | Pencool 2000 | | | | | | | |
| ¹⁾ = ustalanie stężenia za pomocą odpowiedniego refraktometru ręcznego | | | | | | | | |

Tabela 19: Dozwolone stężenie - dodatkowe płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem wyłącznie do zastosowań na statkach (bez metali lekkich)

Refraktometr ręczny należy skalibrować przy użyciu czystej wody o temperaturze płynu chłodzącego. Temperatura płynu chłodzącego powinna wynosić 20°C. Należy stosować się do zaleceń producenta.

Dopuszczalne stężenia - środki zapobiegające zamarzaniu na bazie glikolu etylenowego

Ustalanie stężenia odbywa się za pomocą odpowiedniego refraktometru do glikolu i bezpośredniego odczytu wartości skali w % obj.

Tablica wzorcowa dla środków zapobiegających zamarzaniu do zastosowań specjalnych

| Wartość odczytu na refraktometrze ręcznym w temp. 20°C (= stopień Brix) | | |
|---|---------------|--------------------|
| I. Środek zapobiegający zamarzaniu na bazie glikolu propylenowego | II. BASF G206 | Odpowiada stężeniu |
| 26,3 | 24,8 | 35% obj. |
| 26,9 | 25,5 | 36% obj. |
| 27,5 | 26,1 | 37% obj. |
| 28,2 | 26,7 | 38% obj. |
| 28,8 | 27,4 | 39% obj. |
| 29,5 | 28,0 | 40% obj. |
| 30,1 | 28,6 | 41% obj. |

| Wartość odczytu na refraktometrze ręcznym w temp. 20°C (= stopień Brix) | | |
|---|---------------|--------------------|
| I. Środek zapobiegający zamarzaniu na bazie glikolu propylenowego | II. BASF G206 | Odpowiada stężeniu |
| 30,8 | 29,2 | 42% obj. |
| 31,3 | 29,8 | 43% obj. |
| 31,9 | 30,4 | 44% obj. |
| 32,5 | 30,9 | 45% obj. |
| 33,1 | 31,5 | 46% obj. |
| 33,7 | 32,1 | 47% obj. |
| 34,2 | 32,6 | 48% obj. |
| 34,8 | 33,2 | 49% obj. |
| 35,3 | 33,8 | 50% obj. |
| | 34,4 | 51% obj. |
| | 34,9 | 52% obj. |
| | 35,5 | 53% obj. |
| | 36,1 | 54% obj. |
| | 36,7 | 55% obj. |
| | 37,2 | 56% obj. |
| | 37,8 | 57% obj. |
| | 38,3 | 58% obj. |
| | 38,9 | 59% obj. |
| | 39,4 | 60% obj. |
| | 39,9 | 61% obj. |
| | 40,5 | 62% obj. |
| | 41,0 | 63% obj. |
| | 41,5 | 64% obj. |
| | 42,0 | 65% obj. |

Tabela 20: Tablica wzorcowa dla środków zapobiegających zamarzaniu do zastosowań specjalnych

Wartości graniczne dla płynów chłodzących

| Wartość pH w przypadku zastosowania | | |
|---|--------------|------------|
| - środa zapobiegającego zamarzaniu | min. 7,5 | maks. 9,0 |
| - płynu chłodzącego bez ochrony przed zamarzaniem do silników zawierających metale lekkie | min. 7,5 | maks. 9,0 |
| - płynu chłodzącego bez ochrony przed zamarzaniem do silników bez zawartości metali lekkich | min. 7,5 | maks. 11,0 |
| - krzemu (dotyczy płynów chłodzących z zawartością krzemu) | min. 25 mg/l | |

Ważne

W celu całościowej oceny przydatności płynu chłodzącego oprócz wymienionych wyżej wartości granicznych należy również uwzględnić parametry specyficzne dla płynu chłodzącego, jak również jakość użytej świeżej wody.

3.1.3 Stabilność składowania koncentratów płynów chłodzących

Dane dotyczące stabilności przechowywania dotyczą zamkniętych oryginalnie i szczelnych pojemników w temperaturze składowania do maks. 30°C.

Przestrzegać zaleceń producenta.

| Koncentrat płynu chłodzącego | Wartość graniczna | Nazwa marki / Uwagi |
|--|-------------------|---|
| Środek zapobiegający zamarzaniu | ok. 3 lata | Przestrzegać zaleceń producenta |
| Produkty zawierające glikol propylenowy | 3 lata | BASF G206 |
| Płyn chłodzący bez ochrony przed zamarzaniem | 6 miesięcy | Nalco Trac 102 |
| | 2 lata | 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 lata | 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 lat | 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 |

Tabela 21: Stabilność składowania koncentratów płynów chłodzących

| Ważne |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Ze względu na ochronę przed korozją niedozwolone jest przechowywanie w ocynkowanych pojemnikach. Należy to uwzględnić w przypadku konieczności przelania. Pojemniki należy przechowywać szczelnie zamknięte w chłodnym, suchym miejscu. W okresie zimowym należy zwracać uwagę na ochronę przed mrozem. Dalsze informacje można znaleźć w kartach charakterystyki produktu oraz bezpieczeństwa poszczególnych płynów chłodzących. |

3.1.4 Dodatki barwne do rozpoznawania wycieków w obiegu płynu chłodzącego

Wymieniony poniżej fluorescencyjny środek barwny jest dopuszczony jako dodatek do płynów chłodzących bez ochrony przed zamarzaniem oraz do środków zapobiegających zamarzaniu do wykrywania wycieków.

| Producent | Nazwa produktu | Numer materiału | Wielkość pojemnika | Stabilność przechowywania ¹⁾ |
|--|-----------------------------------|-----------------|--------------------|---|
| Chromatech Inc. Chromatech Europe B.V. | D11014 Chromatint Uranine Conc | X00066947 | 20 kg | 2 lata |

Tabela 22: Dopuszczone dodatki barwne

¹⁾ = dotyczy oryginalnie i szczelnie zamkniętego pojemnika w przypadku przechowywania bez narażenia na mróz (> 5°C)

Zastosowanie:

Należy dodać ok. 40 g środka barwnego na 180 l płynu chłodzącego.

Taka ilość środka barwnego jest wystarczająca i nie należy jej przekraczać.

Fluorescencja (żółty odcień) jest dobrze rozpoznawalna w świetle dziennym. W ciemnych pomieszczeniach można zastosować lampę UV o długości fali 365 nm.

3.1.5 Zapobieganie uszkodzeniom układu chłodzenia

- Podczas dolewania (w razie ubytku płynu chłodzącego) należy zwracać uwagę na to, aby dolewać nie tylko wodę, lecz także koncentrat. Konieczne jest osiągnięcie zalecanej ochrony przed mrozem lub przed korozją.
- Nie stosować więcej niż 50% objętości Stosować środek zapobiegający zamarzaniu. W przeciwnym razie zmniejszy się ochrona przed zamarzaniem i ulegnie pogorszeniu odprowadzanie ciepła. Jedyny wyjątek: BASF G206 (zastosowanie specjalne)
- Płyn chłodzący nie może wykazywać pozostałości oleju lub miedzi (w postaci stałej lub rozpuszczonej).
- Wszystkie dopuszczone aktualnie środki chroniące przed korozją do konserwacji wewnętrznej obiegu chłodzenia są przeważnie na bazie wody i nie zapewniają ochrony przed zamarzaniem. Ponieważ po spuszczeniu medium pozostaje w silniku jeszcze ilość resztkowa, należy zwracać uwagę na to, by zakonserwowane silniki były przechowywane w sposób zabezpieczony przed mrozem.
- Obiegu płynu chłodzącego nie da się z reguły całkowicie opróżnić, tzn. resztki zużytego płynu chłodzącego wzgl. świeżej wody po procesie płukania pozostają w silniku. Te pozostałości mogą w przypadku napełnianego płynu chłodzącego (zmieszanego z koncentratu wzgl. w przypadku zastosowania gotowej mieszanki) wywołać efekt rozcieńczenia. Ten efekt rozcieńczenia jest tym większy, im więcej elementów dołączanych znajduje się w silniku. Należy zwracać uwagę na sprawdzenie wzgl. dostosowanie stężenia płynu chłodzącego w obiegu płynu chłodzącego.

Ważne

Wszystkie płyny chłodzące, dopuszczone w niniejszych Przepisach dotyczących materiałów eksploatacyjnych, odnoszą się zasadniczo tylko do obiegów płynu chłodzącego w silnikach/układach MTU. W przypadku kompletnych układów napędowych należy ponadto przestrzegać dopuszczenia materiałów eksploatacyjnych przez producentów podzespołów.

Ważne

Ze względów ochrony antykorozyjnej nie jest dozwolone uruchamianie silnika z czystą wodą, bez dodatku zaakceptowanego środka antykorozyjnego.

3.1.6 Substancje nieodpowiednie w obiegu płynu chłodzącego

Podzespoły z miedzi, cynku i mosiądzu

Podzespoły z miedzi, cynku i mosiądzu lub z cynkowanymi powierzchniami w obiegu płynu chłodzącego (włącznie z przewodami dopływowymi i powrotnymi) mogą wywoływać w połączeniu z metalami nieszlachetnymi (np. aluminium), reakcję elektrochemiczną, jeśli nie zostaną spełnione różne warunki. W następstwie tego podzespoły z metali nieszlachetnych mogą być zagrożone korozją, a nawet wżerami. Obieg płynu chłodzącego staje się w tych miejscach nieuszczelny.

Materiały niemetaliczne

- Nie stosować elastomerów EPDM oraz silikonowych w przypadku używania emulgowalnych olejów chroniących przed korozją wzgl. innych dodatków do oleju w obiegu płynu chłodzącego.

Filtry płynu chłodzącego / filtry za elementami urządzenia

- W przypadku zastosowania tego typu filtrów można używać tylko produktów, które nie zawierają dodatków.
Dodatki takie jak krzemiany, azotyny itp. mogą obniżyć działanie ochronne wzgl. okres trwałości płynu chłodzącego i ew. do niszczenia materiałów zastosowanych w obiegu płynu chłodzącego.

Informacja:

W przypadku niejasności co do zastosowania materiałów w silniku oraz elementach dołączanych / podzespołach w obiegu płynu chłodzącego należy skontaktować się z odpowiednim działem specjalistycznym MTU.

3.1.7 Wymagania dla świeżej wody BR4000

Do przygotowania płynu chłodzącego z i bez środka zapobiegającego zamarzaniu można używać tylko czystej wody o wartościach podanych w poniższych tabelach. Jeśli wartości graniczne dla płynu chłodzącego zostaną przekroczone, można dodać wody odsolonej, aby obniżyć twardość wzgl. zawartość soli.

| Parametr | Minimum | Maksimum |
|---------------------------------------|--------------------|---|
| Suma berylowców *) (twardość wody) | 0 mmol/l 0°d | 2,7 mmol/l 15°d |
| Wartość pH w temp. 20°C | 5,5 | 8,0 |
| Jony chlorków | | 100 mg/l |
| Jony siarczanów | | 100 mg/l |
| Suma anionów | | 200 mg/l |
| Bakterie | | 10 ³ KBE (jednostki tworzące kolonie)/ml |
| Grzyby, drożdże | są niedopuszczalne | |

Tabela 23: Wymagania dla świeżej wody BR4000

*) Typowe oznaczenia twardości wody w różnych krajach:

1 mmol/l = 5,6°d = 100 mg/kg CaCO₃

- 1°d = 17,9 mg/kg CaCO₃, twardość USA
- 1°d = 1,79° twardość (Francja)
- 1°d = 1,25° twardość (Anglia)

3.1.8 Wymagania dla świeżej wody BR400

Do przygotowania płynu chłodzącego można używać tylko czystej wody w wartościach podanych w poniższych tabelach. Jeśli wartości graniczne dla płynu chłodzącego zostaną przekroczone, można dodać wody odsolonej, aby obniżyć twardość wzgl. zawartość soli.

| Wymagania ogólne | Czysta, bezbarwna i wolna od substancji nierozpuszczonych | |
|---------------------------------|---|-------------------------------------|
| Wartość pH (25 °C) | 7,4 do 8,5 | |
| Przewodność elektryczna (25 °C) | < 300 | µS/cm |
| Suma metali ziem alkalicznych | 0,9 do 1,3 5 do 7 | mmol/l °dH |
| Chlorki | < 80 | mg/l |
| Siarczany | < 70 | mg/l |
| Żelazo | < 0,2 | mg/l |
| Bakterie | < 10 ³ | KBE (jednostki tworzące kolonie)/ml |
| Grzyby, drożdże | są niedopuszczalne | |

Tabela 24: Wymagania dla świeżej wody BR400

3.2 Silnik gazowy BR4000 - zastosowanie na statkach

3.2.1 Płyn chłodzący - informacje ogólne

Ważne

Wymiana płynu chłodzącego zależy od czasu eksploatacji silnika (godziny/rok), w zależności od tego, który z tych terminów nastąpi pierwszy.

Roboczo: $\text{godziny} = \text{czas rozgrzewania} + \text{czas pracy silnika}$

Ważne

Wszystkie dane odnoszą się do obiegu płynu chłodzącego po stronie silnika, zewnętrzne elementy dołączone nie zostały uwzględnione.

Ważne

W przypadku układu chłodzenia, niezawierającego metali lekkich, lecz z elementami zewnętrznymi zawierającymi metale lekkie (np. zewnętrzny układ chłodzenia), zaleca się stosowanie płynów chłodzących dla układów chłodzenia z zawartością metali lekkich. W razie niejasności co do zastosowania płynu chłodzącego należy skontaktować się z konsultantem firmy MTU.

Ważne

Stosowanie niewłaściwych produktów powoduje utratę gwarancji.

Informacje szczegółowe i specjalne, patrz rozdział „Informacje ogólne” (→ Strona 24) oraz „Substancje nieodpowiednie w obiegu płynu chłodzącego” (→ Strona 33).

Ewentualne inne uzgodnienia specjalne pomiędzy Klientem oraz MTU-Friedrichshafen GmbH zachowują nadal ważność.

3.2.2 Płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem – koncentraty do układów chłodzenia niezawierających metali lekkich

Informacje szczegółowe i specjalne zawiera rozdział „Płyny chłodzące” (→ Strona 24)

Płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem – koncentraty

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|----------------------------------|---|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|---|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| MTU Friedrichshafen GmbH | Coolant CS100 Corrosion Inhibitor Concentrate | | X | | | | 6000 / 2 | X00057233 (20 l) X00057232 (210 l) X00070455 (1000 l) Dostępny również za pośrednictwem MTU Asia |
| MTU America Inc. | Power Cool®Plus 6000 Concentrate | | X | | | | 6000 / 2 | W kolorze zielonym 23533526 (1 galon) 23533527 (5 galonów) Dostępny za pośrednictwem MTU America |
| Arteco NV | Freecor NBI | | X | | | | 6000 / 2 | |
| | Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor [kod UE 32765] (XLI) | X | | | | | 6000 / 2 | |
| BASF SE | Glyscorr G93 green | | X | | | | 6000 / 2 | X00054105 (beczka) X00058062 (kanister) |
| 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 | W kolorze czerwonym |
| 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 | |

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|--------------------------------|----------------|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|----------------------------|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| 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 | |

Tabela 25:

3.2.3 Płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem – gotowe mieszanki do układów chłodzenia niezawierających metali lekkich

Informacje szczegółowe i specjalne zawiera rozdział „Płyny chłodzące” (→ Strona 24)

Płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem – gotowe mieszanki

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|--------------------------|---|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|---|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| MTU Friedrichshafen GmbH | Coolant CS 10/90 Corrosion Inhibitor Premix | | X | | | | 6000 / 2 | X00069385 (20 l) X00069386 (210 l) X00069387 (1000 l) (Obszar dystrybucji: Włochy) |
| Nalco | Alfloc (Maxitreat) 3443 (7%) | X | | | | | 6000 / 2 | |

Tabela 26:

3.2.4 Środki zapobiegające zamarzaniu – koncentraty do układów chłodzenia bez zawartości metali lekkich

Informacje szczegółowe i specjalne zawiera rozdział „Płyny chłodzące”(→ Strona 24)

| Ważne |
|---|
| W przypadku silników do statków dozwolone jest zastosowanie środków zapobiegających zamarzaniu tylko w przypadku temperatury wody morskiej maks. do 25°C. Dotyczy to wszystkich silników, które chłodzone są wodą morską. |

Środki zapobiegające zamarzaniu – koncentraty

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|------------------------------------|--|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|---|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| MTU Friedrichshafen GmbH | Coolant AH100 Antifreeze Concentrate | X | X | | | | 9000 / 5 | X00057231 (20 l) X00057230 (210 l) X00068202 (1000 l) Dostępny również za pośrednictwem MTU Asia |
| Avia Mineralöl AG | Antifreeze APN | X | X | | | | 9000 / 5 | |
| | Antifreeze APN-S | X | | | | | 9000 / 3 | |
| BASF SE | Glysantin G48 blue green | X | X | | | | 9000 / 5 | X00058054 (25 l) X00058053 (210 l) |
| | Glysantin G30 pink | X | | | | | 9000 / 3 | X00058072 (kanister) X00058071 (beczka) |
| 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

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|------------------------------|--|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|--|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| 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 (kanister) X00058073 (beczka) |
| Gaszpromneft Lubricants Ltd. | BELAZ G-Profi Antifreeze Red | X | | | | | 9000 / 3 | X00058075 (beczka) |
| 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 | |

Tabela 27:

3.2.5 Środki zapobiegające zamarzaniu – koncentraty do zastosowań specjalnych

Informacje szczegółowe i specjalne zawiera rozdział „Płyny chłodzące” (→ Strona 24)

Koncentraty do zastosowań specjalnych

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|-----------|-------------|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|--|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| BASF SE | G206 | X | X | | | | 9000 / 3 | Do zastosowań w regionach arktycznych (< -40°C) |

Tabela 28:

3.2.6 Środki zapobiegające zamarzaniu – gotowe mieszanki do układów chłodzenia niezawierających metali lekkich

Środki zapobiegające zamarzaniu – gotowe mieszanki

Informacje szczegółowe i specjalne zawiera rozdział „Płyny chłodzące”(→ Strona 24)

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|----------------------------------|---|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|--|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| MTU Friedrichshafen GmbH | Coolant AH 35/65 Antifreeze Premix | X | X | | | | 9000 / 5 | X00069382 (20 l) X00069383 (210 l) X00069384 (1000 l) (Obszar dystrybucji: Włochy) |
| | Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix | X | X | | | | 9000 / 5 | X00070533 (20 l) X00070531 (210 l) X00070532 (1000 l) (Obszar dystrybucji: Anglia, Hiszpania) |
| | Coolant AH 50/50 Antifreeze Premix | X | X | | | | 9000 / 5 | X00070528 (20 l) X00070530 (210 l) X00070527 (1000 l) (Obszar dystrybucji: Anglia) |
| | 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 galonów) 800086 (55 galonów) |
| | Power Cool® Universal 50/50 mix | X | X | | | | 9000 / 5 | 800071 (5 galonów) 800084 (55 galonów) |
| Bantleon | Avilub Antifreeze Mix (50 %) | X | X | | | | 9000 / 5 | X00049213 (210 l) |
| BayWa AG | Tectrol Coolprotect Mix 3000 | X | | | | | 9000 / 3 | Ochrona przed zamarzaniem do -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 | |

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|--------------------------------|--|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|----------------------------|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| 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 Exten- ded Life Predilluted Coo- lant / 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 | Glysantin Alu Protect/G30 Ready Mix | X | | | | | 9000 / 3 | |
| | Glysantin 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 | |

Tabela 29:

3.3 Silnik gazowy BR4000 - zastosowanie w generatorach i agregatach prądotwórczych

3.3.1 Płyn chłodzący - informacje ogólne

Ważne

Wymiana płynu chłodzącego zależy od czasu eksploatacji silnika (godziny/rok), w zależności od tego, który z tych terminów nastąpi pierwszy.

Roboczo: $\text{godziny} = \text{czas rozgrzewania} + \text{czas pracy silnika}$

Ważne

Wszystkie dane odnoszą się do obiegu płynu chłodzącego po stronie silnika, zewnętrzne elementy dołączone nie zostały uwzględnione.

Ważne

W przypadku układu chłodzenia, niezawierającego metali lekkich, lecz z elementami zewnętrznymi zawierającymi metale lekkie (np. zewnętrzny układ chłodzenia), zaleca się stosowanie płynów chłodzących dla układów chłodzenia z zawartością metali lekkich. W razie niejasności co do zastosowania płynu chłodzącego należy skontaktować się z konsultantem firmy MTU.

Ważne

Stosowanie niewłaściwych produktów powoduje utratę gwarancji.

Informacje szczegółowe i specjalne, patrz rozdział „Informacje ogólne” (→ Strona 24) oraz „Substancje nieodpowiednie w obiegu płynu chłodzącego”(→ Strona 33).

Ewentualne inne uzgodnienia specjalne pomiędzy Klientem oraz MTU-Friedrichshafen GmbH zachowują nadal ważność.

3.3.2 Płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem – koncentraty do układów chłodzenia zawierających metale lekkie

Informacje szczegółowe i specjalne zawiera rozdział „Płyny chłodzące”(→ Strona 24)

Płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem – koncentraty

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|----------------------------------|--|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|---|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| MTU Friedrichshafen GmbH | Coolant CS100 Corrosion Inhibitor Concentrate | | X | | | | 6000 / 2 | X00057233 (20 l) X00057232 (210 l) X00070455 (1000 l) Dostępny również za pośrednictwem MTU Asia |
| MTU America Inc. | Power Cool® Plus 6000 Concentrate | | X | | | | 6000 / 2 | W kolorze zielonym 23533526 (1 galon) 23533527 (5 galonów) Dostępny za pośrednictwem MTU America |
| Arteco NV | Freecor NBI | | X | | | | 6000 / 2 | |
| BASF SE | Glyscorr G93 green | | X | | | | 6000 / 2 | X00054105 (beczka) X00058062 (kanister) |
| 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 | W kolorze czerwonym |
| 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 | |

Tabela 30:

3.3.3 Płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem – gotowe mieszanki do układów chłodzenia zawierających metale lekkie

Informacje szczegółowe i specjalne zawiera rozdział „Płyny chłodzące”(→ Strona 24)

Płyny chłodzące bez ochrony przed zamarzaniem – gotowe mieszanki

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|--------------------------|--|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|---|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| MTU Friedrichshafen GmbH | Coolant CS10/90 Corrosion Inhibitor Premix | X | | | | | 6000 / 2 | X00069385 (20 l) X00069386 (210 l) X00069387 (1000 l) (Obszar dystrybucji: Włochy) |

Tabela 31:

3.3.4 Środki zapobiegające zamarzaniu – koncentraty do układów chłodzenia zawierających metale lekkie

Informacje szczegółowe i specjalne zawiera rozdział „Płyny chłodzące”(→ Strona 24)

Środki zapobiegające zamarzaniu – koncentraty

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|------------------------------------|--|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|---|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| MTU Friedrichshafen GmbH | Coolant AH100 Antifreeze Concentrate | X | X | | | | 9000 / 5 | X00057231 (20 l) X00057230 (210 l) X00068202 (1000 l) Dostępny również za pośrednictwem 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 blue green | X | X | | | | 9000 / 5 | X00058054 (25 l) X00058053 (210 l) |
| | Glysantin G30 pink | X | | | | | 9000 / 3 | X00058072 (kanister) X00058071 (beczka) |
| | Glysantin G40 pink (Koncentrat) | X | X | | | | 9000 / 3 | X00066724 (20 l) X00066725 (210 l) Stężenie użytkowe 40 do 50 % obj. |
| 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 | Stężenie użytkowe 40 do 50 % obj. |
| 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

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|-----------------------------|--|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|--|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| 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 (kanister) X00058073 (beczka) |
| Gazpromneft Lubricants Ltd. | Belaz G-Profi Antifreeze Red | X | | | | | 9000 / 3 | |
| Krafft S.L.U | Refrigerante ACU 2300 | | X | X | | | 9000 / 3 | X00058075 (beczka) |
| 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: 000.0080987 - 001

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|-----------------------------|---|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|--|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| 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 | Stężenie użytkowe 40 do 50 % obj. Numer katalogowy: 800 180 |
| YORK SAS | York 716 | X | X | | | | 9000 / 5 | |
| ZAO Obninskorgsintez | Lukoil Antifreeze HD G12 K | X | | | | | 9000 / 3 | |

Tabela 32:

3.3.5 Środki zapobiegające zamarzaniu – koncentraty do zastosowań specjalnych

Informacje szczegółowe i specjalne zawiera rozdział „Płyny chłodzące” (→ Strona 24)

Koncentraty do zastosowań specjalnych

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|-----------|-------------|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|--|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| BASF SE | G206 | X | X | | | | 9000 / 3 | Do zastosowań w regionach arktycznych (< -40°C) |

Tabela 33:

3.3.6 Środki zapobiegające zamarzaniu – gotowe mieszanki do układów chłodzenia zawierających metale lekkie

Informacje szczegółowe i specjalne zawiera rozdział „Płyny chłodzące”(→ Strona 24).

Środki zapobiegające zamarzaniu – gotowe mieszanki

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|----------------------------------|---|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|--|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| MTU Friedrichshafen GmbH | Coolant AH 35/65 Antifreeze Premix | X | X | | | | 9000 / 5 | X00069382 (20 l) X00069383 (210 l) X00069384 (1000 l) (Obszar dystrybucji: Włochy) |
| | Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix | X | X | | | | 9000 / 5 | X00070533 (20 l) X00070531 (210 l) X00070532 (1000 l) (Obszar dystrybucji: Anglia, Hiszpania) |
| | Coolant AH 50/50 Antifreeze Premix | X | X | | | | 9000 / 5 | X00070528 (20 l) X00070530 (210 l) X00070527 (1000 l) (Obszar dystrybucji: Anglia) |
| | 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 galonów) 800086 (55 galonów) |
| | Power Cool® Universal 50/50 mix | X | X | | | | 9000 / 5 | 800071 (5 galonów) 800084 (55 galonów) |
| | Power Cool® Off-Highway Coolant 50/50 Premix | | X | X | | | 9000 / 5 | 23533531 (5 galonów) 23533532 (55 galonów) |
| Bantleon | Avilub Antifreeze Mix (50 %) | X | X | | | | 9000 / 5 | X00049213 (210 l) |
| BayWa AG | Tectrol Coolprotect Mix 3000 | X | | | | | 9000 / 3 | Ochrona przed zamarzaniem do -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 | Ochrona przed zamarzaniem do -38°C |
| Castrol | Castrol Radicool NF Premix (45 %) | X | X | | | | 9000 / 5 | |
| CCI Corporation | L 415 (50 %) | X | | | | X | 9000 / 3 | |
| CCI Manufacturing IL Corporation | C 521 (50 %) | X | | | | X | 9000 / 3 | |

TIM-ID: 0000078607 - 002

| Producent | Nazwa marki | Inhibitory | | | | | Czas eksploatacji godzina / rok | Uwagi / Numer materiału |
|---------------------------------|---|------------|-------|--------|----------|-------------|------------------------------------|----------------------------|
| | | Organiczne | Krzem | Azotan | Fosforan | Molibdenian | | |
| Cespa Comercial Petróleo S.A.U. | Xtar Super Coolant Hybrid NF 50% | X | X | | | | 9000 / 5 | |
| Detroit Diesel Corp. | Power Cool Plus Prediluted Coolant (50/50) | X | | | | X | 9000 / 3 | |
| | Power Cool Prediluted (50/50) Diesel Engine Coolant | | X | X | | | 9000 / 3 | |
| ExxonMobil | Mobil Delvac Extended Life Prediluted Coolant (50/50) | X | | | | X | 9000 / 3 | |
| Finke Mineralölwerk GmbH | AVIATICON Finkofreeze F30 RM 40:60 + | X | | | | | 9000 / 3 | |
| | AVIATICON Finkofreeze F48 RM 50:50 | X | X | | | | 9000 / 5 | |
| Old World Industries Inc. | Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50) | X | | | | X | 9000 / 3 | |
| | Final Charge Global Extended Life Prediluted Coolant / Antifreeze (50/50) | X | | | | X | 9000 / 3 | |
| | Fleet Charge SCA Precharged 50/50 Prediluted Coolant | | X | X | | | 9000 / 3 | |
| Penske Power Systems | Power Cool - HB500 Premix 50/50 | X | X | | | | 9000 / 3 | |
| Raloy Lubricantes | Antifreeze Long Life NF-300 Ready-to-Use (50/50) | X | X | | | | 9000 / 5 | |
| SMB - Sotragal / Mont Blanc | L.R.-30 Power Cooling (44 %) | X | X | | | | 9000 / 5 | |
| | L.R.-38 Power Cooling (52 %) | X | X | | | | 9000 / 5 | |
| Tosol-Sintez | Glysantin Alu Protect/G30 Ready Mix | X | | | | | 9000 / 3 | |
| | Glysantin Protect Plus/G48 Ready Mix | X | X | | | | 9000 / 5 | |
| Total | Coolelf MDX (-26° C) | X | X | | | | 9000 / 5 | |
| Valentin Energie GmbH | Valentin Coolant Plus -25 °C Ready | X | | | | | 9000 / 3 | |
| Valvoline | Zerex G-05 50/50 Mix | | X | X | | | 9000 / 5 | |
| ZAO Obninskorgsintez | Lukoil Antifreeze HD G12 (50 %) | X | | | | | 9000 / 3 | |

Tabela 34:

3.4 Silnik gazowy BR400 - agregat prądotwórczy

3.4.1 Dopuszczone płyny chłodzące

| Ważne |
|---|
| Stosowanie niewłaściwych produktów powoduje utratę gwarancji. |

Środki zapobiegające zamarzaniu – gotowe mieszanki (niezawierające krzemianów)

| Producent / dostawca | Oznaczenie |
|--------------------------|------------------------------|
| MTU Friedrichshafen GmbH | Coolant RM 30* |
| BayWa AG | Tectrol Coolprotect MIX3000* |
| Montana | Kühlerfrostschutz BHKW -25°* |
| Valentin Energie GmbH | Coolant Plus -25° Ready* |

* Możliwy wydłużony okres trwałości

Tabela 35:

Środki zapobiegające zamarzaniu – koncentraty

| Producent / dostawca | Oznaczenie |
|----------------------|------------------------|
| BASF | Glysantin G30 |
| Aral | Antifreeze Silikatfrei |

Tabela 36:

Wskazówki dotycząca rękojmi

Zaleca się pilnie zastosowanie gotowych mieszanek środków zapobiegających zamarzaniu do obiegu chłodzenia silnika.

W przypadku stosowania gotowych mieszanek tego typu zapewnione są poniższe właściwości:

- Prawidłowo ustawiona jest proporcja wody do środka zapobiegającego zamarzaniu.
- Zastosowana świeża woda zawiera się w zakresie specyfikacji „Wymagania dot. płynu chłodzącego silnik”.

Tylko jeśli woda spełnia wymogi specyfikacji, możliwe jest zachowanie okresów trwałości podzespołów. W przeciwnym razie w przypadku wielu podzespołów istnieje zagrożenie powstawania osadów, które mogą prowadzić do zredukowanego przewodnictwa cieplnego, a tym samym do obniżenia funkcjonalności (wymiennika ciepła) względnie do przegrzania podzespołów.

Przestrzegać przy samodzielnym sporządzaniu mieszanki płynu chłodzącego:

- Stosować tylko dopuszczone, niezawierające krzemianów środki zapobiegające zamarzaniu w podanej proporcji z wodą,
- Należy podpisać formularz potwierdzenia, że zastosowana woda spełnia wymagania zgodne z przepisami dotyczącymi eksploatacji.

Stężenie sprawdzać regularnie, zgodnie z planem konserwacji. Kontrolę płynu chłodzącego przeprowadzać przynajmniej raz w roku, wzgl. przy każdym napełnianiu. Płyn chłodzący należy wymienić najpóźniej po 25 000 roboczogodzin lub 3 latach ze względu na jego starzenie się.

4 Paliwa

4.1 Informacje ogólne

4.1.1 Stosowanie paliw

Ważne

Podane wartości dotyczące zawartości wody w paliwie muszą być przestrzegane, gdyż w przeciwnym razie wygasa gwarancja.

Ważne

W paliwie nie mogą być zawarte żadne związki wywołujące korozję (np. siloksany, związki fosforu, arsenu, metali ciężkich, siarki, amoniaku, chloru, fluoru, bromu i jodu).

Podane wartości muszą być przestrzegane, gdyż w przeciwnym razie wygasa gwarancja.

Silniki gazowe mogą być eksploatowane wyłącznie z użyciem gazów dopuszczonych dla danego typu silnika.

W przypadku eksploatacji z użyciem gazu ziemnego z publicznej sieci należy najpóźniej przed uruchomieniem silnika uzyskać następujące potwierdzenie od odpowiedniego zakładu gazownictwa:

- Czy zachowana jest minimalna liczba metanowa i zakres wartości opałowej według odpowiedniego arkusza danych
- Czy okresowo dodawana jest mieszanka powietrza i butanu lub propanu
- Czy możliwe jest również zasilanie biogazem przez sieć gazu ziemnego (uzgodnienie za pośrednictwem zaopiniowania w fabryce). Obecna musi być analiza gazu.

Możliwość stosowania dopuszczonych rodzajów gazu musi być kontrolowana co najmniej co pół roku poprzez analizę gazu. Dzięki temu można stwierdzić następujące zmiany i wdrożyć odpowiednie środki:

- Skład gazu
- Szkodliwe składniki gazu

Zastosowanie paliw w całym obszarze zastosowania i eksploatacji silnika ogranicza się do paliw czysto gazowych. Paliwa płynne nie są dozwolone.

Paliwo musi być technicznie wolne od mgły, pyłów i cieczy. Nie dopuścić do kondensacji w systemie gazowym przez zastosowanie odpowiednich środków (osuszanie, ochrona przed schłodzeniem, ogrzewanie itp.). Dopuszcza się wyłącznie podane poniżej stężenia składników korozyjnych (→ Strona 56).

W przypadku gazu surowego w jakości powyżej podanej granicznej zawartości siarki zainstalować odsiarczanie gazu dostosowane do jakości gazu w instalacji.

4.1.2 Główne składniki gazu ziemnego i paliw gazowych pochodzenia biogenego

Ogólnie obowiązujące granice dla głównych składników gazu ziemnego i paliw gazowych pochodzenia biogenego

Składniki mogące występować w paliwach do silników gazowych zostały zamieszczone w poniższych tabelach:

- Ogólnie obowiązujące granice dla głównych składników gazu ziemnego (→ Tabela 37)
- Ogólnie obowiązujące granice dla głównych składników paliw gazowych pochodzenia biogenego (→ Tabela 38)

Główne składniki gazu ziemnego

| Składnik | Jednostka | Zakres wartości (wartość maksymalna) |
|--|-----------|--------------------------------------|
| CH ₄ | % obj. | od 80 do 100 |
| C ₂ H ₆ (lub suma C ₂ H _x) | % obj. | <12 |
| C ₃ H ₈ (lub suma C ₃ H _x) | % obj. | <9 |
| C ₄ H ₁₀ (lub suma C ₄ H _x) | % obj. | <2 |
| C ₅ H ₁₂ | % obj. | < 0,3 |
| Węglowodory C5+ | % obj. | < 0,1 |
| CO ₂ | % obj. | <10 |
| N ₂ | % obj. | < 15 |
| Suma CO ₂ + N ₂ | % obj. | < 15 |
| O ₂ | % obj. | <3 |
| H ₂ | % obj. | <2 |
| CO | % obj. | < 0,2 |

Tabela 37:

Wymienione powyżej składniki obowiązują dla składu gazu ziemnego. Inne składniki niż wymienione powyżej są (oprócz substancji śladowych) nietypowe dla składu gazu ziemnego.

Jeśli składniki gazu ziemnego przekroczą wymienione wartości maksymalne, należy przed zastosowaniem takiego gazu ziemnego przesłać zapytanie do MTU Onsite Energy.

Główne składniki biogenych paliw gazowych, w szczególności z procesów fermentacyjnych (wartości podano bez zawartości powietrza)

| Składnik | Jednostka | Zakres wartości (wartość maksymalna) |
|-----------------|-----------|--------------------------------------|
| CH ₄ | % obj. | od 40 do 85 |
| CO ₂ | % obj. | od 20 do 55 |
| N ₂ | % obj. | <10 |
| O ₂ | % obj. | <3 |
| H ₂ | % obj. | <2 |
| CO | % obj. | < 0,2 |

Tabela 38:

Wymienione powyżej składniki obowiązują dla składu paliw gazowych pochodzenia biogenego. Inne składniki niż wymienione powyżej są (oprócz substancji śladowych) nietypowe dla składu tego typu paliw gazowych.

Jeśli składniki tych paliw gazowych przekroczą wymienione wartości maksymalne, należy przed zastosowaniem takiego gazu ziemnego przestać zapytanie do MTU Onsite Energy.

4.1.3 Liquid Natural Gas (LNG)

Uwagi dotyczące Liquid Natural Gas (LNG)

Należy pamiętać, iż LNG-Bunker-Delivery-Note w kodzie IGF podaje ilości składników w procentach masowych. Ten sposób prezentacji znacznie różni się od tradycyjnego przedstawienia w molach lub w procentach objętości.

Zbiorniki LNG mogą być napełniane LNG tylko do 90% pojemności zbiornika. Każdy dopływ ciepła do zbiornika powoduje parowanie niewielkich ilości płynnego LNG, który gromadzi się następnie jako gaz w formie oparów skroplonego gazu. Skład oparów skroplonego gazu zależy od składu stanu ciekłego. Udział N_2 w oparach skroplonego gazu może być 20-krotnie większy niż zawartość azotu w stanie ciekłym. Ogólnie opary skroplonego gazu mogą zawierać 20 % obj. azotu i 80 % obj. metanu oraz śladowe ilości etanu.

W LNG wg EN1160 dolny limit zawartości metanu ograniczony jest do 75% udziału masowego a górny limit zawartości azotu do 5% udziału masowego.

W celu uniknięcia efektu rollover zaleca się stosowanie LNG o zawartości azotu <1 % masowego.

Mianem rollover określa się wytwarzanie pary i powstający na skutek tego wzrost ciśnienia ze względu na szybkie mieszanie się warstw cieczy, jeśli ciecz dolnych warstw w zbiorniku w odniesieniu do ciśnienia w górnej przestrzeni gazowej zbiornika jest przegrzana.

W LNG nie są obecne lub są obecne tylko śladowe ilości CO_2 , ponieważ CO_2 przy temperaturach poniżej $-56\text{ }^\circ\text{C}$ i przy panujących zazwyczaj w zbiorniku ciśnieniach 5,2 bar występuje w stanie stałym. W warunkach ciśnienia normalnego CO_2 sublimuje przy $-78,5\text{ }^\circ\text{C}$.

4.1.4 Związki krzemu i siarki w paliwie gazowym

Związki krzemu w gazie prowadzą do nagarów i zwiększają zużycie. Powoduje to również dezaktywację katalizatorów. Gwarancja nie obejmuje szkód spowodowanych przez związki krzemu i siarki.

W celu określenia stężenia Si w oleju smarującym i jego wartości granicznej patrz rozdział środki smarne (→ Strona 10).

Ustalenie zawartości krzemu i siarki w paliwie gazowym z analizy gazu

Zmierzone stężenia lub zawartość siarki w poszczególnych związkach mnoży się przez udział masowymi krzemu i siarki i ustala zawartość krzemu i siarki.

Wynik zostaje przełożony na wartość opałową paliwa gazowego oraz znormalizowany względem 10 kWh wartości energetycznej (odpowiednio do 1 m³ w n.t.p. CH₄).

Zmierzony udział krzemu z analizy gazowej (lub stężenie siarki)

| | | |
|---|-------------------|---------------------------------|
| Stężenie krzemu w gazie gnilnym | K Si | 5,1 mg/m ³ w n.t.p. |
| CH ₄ zawartość gazu gnilnego | K CH ₄ | 65% obj. |
| Wartość opałowa gazu gnilnego | Hi _n | 6,5 kWh/m ³ w n.t.p. |

Przykład: Obliczone stężenie krzemu ograniczone do Hi_n = 10 kWh/m³ w n.t.p.

$$K_{Si} \text{ 10 (kW/m}^3\text{ w n.t.p.)} = K_{Si \text{ zmierz.}} \times \frac{H_{i_n \text{ zmierz.}}}{10 \text{ (kWh/m}^3\text{ w n.t.p.)}} =$$

$$5,1 \text{ (mg Si/m}^3\text{ i.N.)} \times \frac{6,5}{10} = 3,3 \text{ (mg Si/m}^3\text{ w n.t.p.)}$$

4.2 Silnik gazowy BR4000 - zastosowanie na statkach

4.2.1 Informacje ogólne

Ważne

Rękojmia nie obejmuje działań i/lub szkód (korozja, zanieczyszczenia, itp.), które powstają wskutek stosowania gazów lub materiałów, których obecność podczas zawierania umowy nie była znana i uzgodniona.

4.2.2 Wymagania dot. paliwa gazowego

Wymagania i warunki brzegowe dla silników gazowych MTU do zastosowań na statkach

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|--|--------------------------------------|---------------------------|---|
| Rodzaj gazu | | Gaz naturalny | Dotyczy gazu ziemnego H, inne gazy nie zostały aktualnie zaakceptowane. |
| Zawartość metanu MZ | – | ≥ 70 | W zależności od wzorca konstrukcyjnego, mocy i zużycia paliwa konieczne może być dostosowanie. Przestrzegać instrukcji obsługi (dane techniczne). W przypadku niższych wartości konieczna jest konsultacja z producentem oraz analiza gazu. Redukcja mocy silnika poprzez nadzorowanie spalania stukowego. Liczba metanowa obliczona według DIN EN 16726. |
| Wartość opałowa $H_{i,n}$ | kWh/m ³ n | $9,2 < H_{i,n} < 11,5$ | W przypadku niższych i wyższych wartości granicznych konieczna jest konsultacja z producentem. |
| Liczba Wobbego $W_{i,n}^{1), 2)}$ | kWh/m ³ n | $11,77 < W_{i,n} < 14,18$ | Liczba Wobbego związana jest z wartością opałową. Liczba Wobbego nie może być przekroczona w górę ani w dół. |
| Dopuszczalna prędkość zmiany wartości opałowej ¹⁾ | kWh/m ³ _n /min | 0,067 | Wymagana ciągła zmiana liniowa, z częstością zmian rzędu 1/h |
| Gęstość gazu ²⁾ | kg/m ³ n | 0,73 do 0,84 | Gęstość gazu może się różnić w zależności od jego składu, dla określonego rodzaju gazu jest stała. W przypadku zastosowania gazów z różnych obszarów zaopatrzenia w gaz mogą występować zmiany gęstości. |
| Wartość minimalna ciśnienia gazu przed odcinkiem regulacji gazu | bar(g) | 0,5 | Istotne dla pracy jałowej i niskiego obciążenia. Przestrzegać specyfikacji odcinka regulacji gazu dla danego projektu / typu silnika. |
| Dopuszczalna wartość ciśnienia gazu przed odcinkiem regulacji gazu dla pełnej mocy i właściwości przyspieszenia silnika. | bar(g) | 6,0...10,0 | Przestrzegać specyfikacji odcinka regulacji gazu dla danego projektu / typu silnika. |
| Odchylenie ciśnienia gazu od wartości nastawczej | bar | $\pm 0,5$ | Wartość nastawcza ciśnienia gazu przed odcinkiem regulacji gazu nie może spaść poniżej wyznaczonej wartości. |

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|--|--|-------------------|---|
| Dopuszczalna prędkość zmiany ciśnienia gazu przed odcinkiem regulacji gazu | bar/s | 0,3 | Wymagana ciągła zmiana, dotyczy dynamicznego i stacjonarnego stanu silnika. |
| Temperatura gazu | °C | 10...40 | Kondensacja pary wodnej w temp. < 10° C, termiczne starzenie materiałów NBR (uszczeltek, membran) oraz wpływ na elastyczność w przypadku wyższej temperatury. Dla procesu rozruchu obowiązują również minimalne temperatury. Przestrzegać specyfikacji odcinka regulacji gazu dla danego projektu / typu silnika. W przypadku niższych i wyższych temperatur konieczna jest konsultacja z producentem. |
| Dopuszczalna prędkość zmiany temperatury gazu | K/min | 10 | |
| Woda: temperatura punktu rosy | °C | 0 | Przy ciśnieniu roboczym. Brak kondensacji pary wodnej w zakresie ciśnienia i temperatury. W przypadku wyższych wartości należy zapewnić osuszanie gazu. Dotyczy całego zakresu temperatur gazu. |
| Opary oleju (HC o liczbie węglowej >5) | mg/m ³ _n | <10 | Brak kondensacji w przewodach paliwa gazowego oraz mieszanki paliwa gazowego i powietrza. Brak wytwarzania kondensującej mgiełki olejowej. |
| Opary środka rozpuszczającego HC | mg/m ³ _n | 0 | Konieczna konsultacja z producentem i analiza |
| Krzem związany organicznie (np. silany, siloksany, silikony) | mg/m ³ _n CH ₄ | < 1,0 | Konieczna konsultacja z producentem i analiza |
| Krzem związany nieorganicznie | mg/m ³ _n | <5 | W przypadku Si > 5 mg/m ³ N w odniesieniu do zawartości 100% CH ₄ w paliwie gazowym należy zwracać uwagę na pierwiastki ze zużycia podczas analizy oleju. |
| Pył 3 – 10 μm | mg/m ³ _n | <5 | Arkusze robocze DVGW G260 |
| Pył <3 μm | mg/m ³ _n | Analiza | Konieczna analiza |
| Siarkowodór | mg/kg | 7 | DIN 51624 |
| Całkowita zawartość siarki | mg/kg | 10 | DIN 51624 |
| Chlor | mg/m ³ _n | 10 ³) | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z producentem i analiza |

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|-----------------|--------------------------------|-------------------|---|
| Fluor | mg/m ³ _n | 5 ³⁾ | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z producentem i analiza |
| Chlor + fluor | mg/m ³ _n | 10 ³⁾ | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z producentem i analiza |
| NH ₃ | ppm | 70 ³⁾ | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z producentem i analiza |

Tabela 39:

- 1) = Wartość opałowa
Ilość ciepła, która przy całkowitym spalaniu danej ilości gazu uwolniona zostałaby w powietrze, przy czym ciśnienie p, przy którym przebiega reakcja, pozostaje stałe a wszystkie produkty spalania sprowadzane są do tej samej temperatury t, co temperatura reagentów. Wszystkie te produkty spalania występują przy tym w stanie gazowym.
Standardowa entalpia wartości opałowej i liczby Wobbego odnoszą się do temperatury 25 °C. Należy pamiętać, iż w literaturze amerykańskiej istnieje odniesienie do temperatury 15 °C.
Przeliczanie na inne temperatury odniesienia można przeprowadzić na podstawie EN ISO 6976 lub EN ISO 14912.
- 2) = Wielkości objętościowe odnoszą się do stanu normalnego według DIN 1343. Stan normalny to taki stan odniesienia, który określany jest przez temperaturę normalną T_n = 273,15 K lub t_n = 0 °C i ciśnienie normalne p_n = 101325 lub Pa = 1,01325 bar.
Należy pamiętać, iż w literaturze amerykańskiej i nowszych standardach jak DIN EN16726 odniesienie standardowej entalpii dla wartości opałowych i liczby Wobbego odnoszą się do 15 °C a wartości objętościowe określone są przez temperaturę normalną T₀ = 288,15 K lub t₀ = 15 °C i ciśnienie normalne p_n = 101325 lub Pa = 1,01325 bar.
- 3) = Niewiążącą wartość orientacyjną przy stosowaniu katalizatorów utleniających. Konieczna analiza i konsultacja z producentem.
Wartości graniczne odnoszą się do wartości opałowej rzędu 10 kWh/m³_n. Odpowiada to odniesieniu do paliwa ze 100% obj. metanu lub – w przypadku obecności innych palnych składników w paliwie – równowartościowemu ekwiwalentowi energetycznemu, a tym samym jednakowemu wprowadzeniu szkodliwych substancji.

4.2.3 Przepis dotyczący medium w przestrzeni otaczającej przewód gazowy w zastosowaniach na statkach

Informacje podstawowe

Zgodnie z IGF 5.5.2 przewody przewodzące paliwo gazowe prowadzone w maszynowni zgodnej z "safe machinery concept" powinny być wykonane jako przewody dwuścienne. Przestrzeń otaczająca przewód z paliwem gazowym powinna za pomocą odpowiedniego medium i odpowiedniej technologii pomiarowej umożliwiać detekcję wycieku paliwa gazowego. Kod IGF przewiduje tu zasadniczo dwie możliwości:

1. Przepłukiwanie/wentylację przestrzeni otaczającej za pomocą powietrza
2. Wytworzenie w przestrzeni wokół przewodu gazowego, wypełnionej gazem obojętnym, wyższego poziomu ciśnienia niż w paliwie gazowym.

System gazowy silników MTU do zastosowań na statkach skonstruowany został tak, aby mógł być eksploatowany w obu wariantach. Odcinek regulacji gazu może być wykorzystywany tylko w koncepcji przepłukiwania powietrzem. Środki w przestrzeni otaczającej przewód gazowy wyspecyfikowane są przy tym w następujący sposób:

1. Koncepcja przepłukiwania powietrzem

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|---|--|-------------------|--|
| Typ medium | | Powietrze | Zasysanie przez osobny układ dopływu powietrza z zewnątrz statku |
| Temperatura medium przy wylocie silnika | °C | 0-50 | |
| Wilgotność powietrza (bezwzgl.) | g _{wody} /kg _{suchego powietrza} | 37,7 | |
| Zawartość soli w zasysanym powietrzu | ppm | 50 | |
| strumień przepływu | m ³ /h | 11,5 - 30 | Dolna wartość graniczna zależna jest od maks. objętości łącznie z odcinkiem regulacji gazu i przewodami doprowadzającymi. Dolna wartość graniczna zapewnia minimalną wymianę powietrza na godzinę. Górna wartość graniczna nie powinna być przekraczana, aby uniknąć wysokich strat ciśnienia. |

Tabela 40:

2. Koncepcja gazu obojętnego o wyższym ciśnieniu

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|---|----------------|-------------------|-------------------------------|
| Typ medium | | azotu | Azot z generatora lub z butli |
| Temperatura medium przy wylocie silnika | °C | 0-80 | |
| zawartości wody | % obj. | ≤ 50 | Wartość dla azotu 2,8 |
| Czystość azotu | % obj. | ≥99,8 | Wartość dla azotu 2,8 |
| Zawartość tlenu | % obj. | ≤ 100 | Wartość dla azotu 2,8 |
| Zakres ciśnienia medium | bar (bezwzgl.) | < 11 | |

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|--|-----------------------------|-------------------|---|
| Objętość przestrzeni otaczającej przy silniku (bez odcinka regulacji gazu) (dwuścienneość) | m ³ _N | 0,079 - 0,095 | |
| Przecieki | g _{gazotu} /h | 1 - 1,5 | Służy do planowania ilości do uzupełnienia/terminów |

Tabela 41:

Szczegóły dotyczące podłączenia do systemu gazu i propozycji wykonania do kontroli i rozmieszczenia poszczególnych elementów udokumentowane są w koncepcji bezpieczeństwa, rysunkach schematycznych i przepisach montażowych.

4.3 Silnik gazowy BR4000 - zastosowanie w generatorach i agregatach prądotwórczych

4.3.1 Informacje ogólne

Ważne

Rękojmia nie obejmuje działań i/lub szkód (korozja, zanieczyszczenia, itp.), które powstają wskutek stosowania gazów lub materiałów, których obecność podczas zawierania umowy nie była znana i uzgodniona.

4.3.2 Gaz ziemny - wymagania dot. paliwa gazowego

Wymagania dot. paliwa gazowego

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|---|-----------------------------|------------------------|---|
| Rodzaj gazu | | Gaz ziemny | Dotyczy gazu ziemnego H i L oraz metanu kopalnianego ze złóż niekopalnych (pre mining Coal Bed Methane) Inne rodzaje gazu nie są aktualnie akceptowane. |
| Zmiana liczby metanowej | -/min. | 5 | Liniowa zmiana ciągła z częstością maks. 1/h |
| Wartość opałowa $H_{i,n}$ | kWh/m ³ w n.t.p. | $8,0 < H_{i,n} < 11,0$ | W przypadku niższych i wyższych wartości konieczny kontakt z fabryką |
| Wahanie wartości opałowej w stos. do wartości nastawy | % | ± 5 | W przypadku wyższych wartości konieczny kontakt z fabryką |
| Dopuszczalna prędkość zmiany wartości opałowej w stosunku do wartości nastawy | %/min | 1,0 | Wymagana ciągła zmiana liniowa, z maks. częstością rzędu 1/h |
| Gęstość gazu | kg/m ³ w n.t.p. | 0,73 do 0,84 | Gęstość gazu może wahać się odpowiednio do składu, w przypadku gazu określonego rodzaju jest ona stała. W przypadku zastosowania gazów z różnych obszarów zaopatrzenia w gaz mogą występować zmiany gęstości. Przy zmianie dostawcy gazu konieczna jest analiza gazu, w razie potrzeby dopasowanie regulacji mieszanki gazowej. |
| Wahania ciśnienia gazu w stos. do wartości nastawy | % | ± 5 | |
| Dopuszczalna prędkość zmiany ciśnienia gazu | mbar/min | 1 | Wymagana ciągła zmiana |
| * = W odniesieniu do silników z uzdatnianiem spalin oraz/lub wykorzystaniem ciepła spalin mogą obowiązywać niższe wartości graniczne. W przypadku użycia katalizatorów utleniających, wymagana analiza i uzgodnienie z MTU. | | | |

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|---|----------------------------|-------------------|---|
| Temperatura gazu Gaz ziemny z sieci publicznej | °C | 5 < T < 45 | W przypadku niebezpieczeństwa spadku temperatury poniżej temperatury punktu rosy konieczne jest zwiększenie temperatury gazu. W przypadku odbiegających temperatur istnieje zagrożenie termicznego starzenia materiałów NBR (uszczeltek, membran) jak również wpływu na elastyczność. |
| Gaz ziemny z lokalnych instalacji parownikowych LNG | | 15 < T < 45 | Podane kombinacje ciśnienia i wartości opałowej mogą ograniczać zakres temperatur. Zjawisko to można jednak skompensować regulacją ciśnienia, co umożliwi pracę przy obciążeniu znamionowym w pełnym zakresie temperatur. W przypadku instalacji z trybem LNG należy uzgodnić dozwolony zakres temperatur odpowiednio do specyfikacji projektu. Konieczna jest w tym celu ocena układu parownika gazu przez MTU. |
| Wahanie temperatury gazu w stos. do wartości nastawy | °C | ± 9 | |
| Dopuszczalna prędkość zmiany temperatury gazu | K/min | 0,3 | |
| Względna wilgotność gazu w dopuszczalnym przedziale temperatur i ciśnień | % | < 80 | Niedopuszczalne obroszenie w całym systemie gazu i mieszanki. Brak kondensacji pary wodnej w zakresie ciśnienia i temperatury. Brak kondensacji w przewodach paliwa gazowego, mieszanki paliwa gazowego i powietrza oraz w zbiornikach. |
| Maks. wilgotność gazu, bezwzględna | g/kg | < 20 | |
| Oleje / opary olejów (HC z zawartością węgla > 8) | mg/m ³ w n.t.p. | < 0,4 | Brak kondensacji w przewodach paliwa gazowego oraz mieszanki paliwa gazowego i powietrza, jak też tworzenia się mgiełki olejowej podatnej na kondensację |
| Węglowodory o długich łańcuchach (C ₆ - C _n) | mol % | B.d. | Wymagana konsultacja z MTU |
| Opary środka rozpuszczającego HC | mg/m ³ w n.t.p. | 0 | Konieczna konsultacja z fabryką i analiza |
| Organiczne związki krzemu | mg/m ³ w n.t.p. | < 1,0 | |
| * = W odniesieniu do silników z uzdatnianiem spalin oraz/lub wykorzystaniem ciepła spalin mogą obowiązywać niższe wartości graniczne. W przypadku użycia katalizatorów utleniających, wymagana analiza i uzgodnienie z MTU. | | | |

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|------------------------------|----------------------------|---------------------|---|
| Nieorganiczne związki krzemu | mg/m ³ w n.t.p. | < 6 | Przy Si > 5 mg/m ³ w n.t.p. w odniesieniu do 100% CH ₄ zawartości paliwa gazowego uwzględniać w analizie oleju produkty ze zużycia. |
| Pył 3 do 10 µm | mg/m ³ w n.t.p. | 5 | Arkusze robocze DVGW G260 Pył usuwać w taki sposób, aby zapewnić bezawaryjną pracę urządzeń gazowych i gazowych urządzeń technicznych o konstrukcji znormalizowanej i innej. |
| Pył < 3 µm | mg/m ³ w n.t.p. | Technicznie dowolne | Pył < 3 µm trzeba poddać analizie technicznej, w razie potrzeby stosować odpowiednie filtry specjalne. |
| Całkowita zawartość siarki | mg/m ³ w n.t.p. | 30 | Arkusze robocze DVGW G260 |
| Siarka merkaptanowa | mg/m ³ w n.t.p. | 6 | Arkusze robocze DVGW G260 |
| Siarkowodór H ₂ S | mg/m ³ w n.t.p. | 5 | Arkusze robocze DVGW G260 |
| Chlor | mg/m ³ w n.t.p. | 10* | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z zakładem oraz analiza |
| Fluor | mg/m ³ w n.t.p. | 5* | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z zakładem oraz analiza |
| Chlor + fluor | mg/m ³ w n.t.p. | 10* | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z zakładem oraz analiza |
| NH ₃ | ppm | 70* | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z zakładem oraz analiza |

* = W odniesieniu do silników z uzdatnianiem spalin oraz/lub wykorzystaniem ciepła spalin mogą obowiązywać niższe wartości graniczne. W przypadku użycia katalizatorów utleniających, wymagana analiza i uzgodnienie z MTU.

Tabela 42: Wymogi i warunki graniczne dot. gazu ziemnego jako paliwa oraz odpowiedniego zasilania paliwem

Wszystkie wymienione wartości graniczne substancji szkodliwych (w ppm i mg/m³) odnoszą się do wartości opałowej 10 kWh/m³ w n.t.p. Odpowiada to odniesieniu do paliwa ze 100% obj. metanu lub – w przypadku obecności innych palnych składników w paliwie – równoważnościowemu ekwiwalentowi energetycznemu, a tym samym jednakowemu wprowadzeniu szkodliwych substancji.

Przykład:

- Stosowany jest rosyjski gaz ziemny o wartości opałowej 10 kWh/m³ w n.t.p. Tym samym dopuszczalna wartość całkowitej zawartości siarki w gazie odpowiada dokładnie podanej w tabeli wartości granicznej.
- W przypadku stosowania gazu (na przykład Hannover wsch.) o Hi = 8,15 kWh/m³ w n.t.p. dopuszczalną wartość maksymalną całkowitej zawartości siarki oblicza się następująco:
Dopuszczalna całkowita zawartość siarki = 30 mg/m³ w n.t.p. · (8,15 kWh/m³:10,0 kWh/m³ w n.t.p.) = 24,5 mg/m³ w n.t.p.

4.3.3 Biogaz - wymagania dot. paliwa gazowego

Wymagania dla paliwa biogaz

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|---|-----------------------------|---|--|
| Rodzaj gazu | | Gazy biogeniczne z procesów fermentacji | |
| Zawartość metanu MZ | – | ≥ 115 | W przypadku spadku poniżej podanej wartości niebezpieczeństwo spalania stukowego. Wymagana analiza gazu i zapytanie w fabryce |
| Wartość opałowa $H_{i,n}$ | kWh/m ³ w n.t.p. | 4,5 < $H_{i,n}$ < 8,0 | W przypadku niższych i wyższych wartości konieczny kontakt z fabryką |
| Wahanie wartości opałowej w stos. do wartości nastawy | % | ± 20 | W przypadku wyższych wartości konieczny kontakt z fabryką |
| maksymalna prędkość zmiany wartości opałowej względem wartości nastawy podczas pracy | %/min | 1 | dop. < 1/ h w normalnym trybie pracy |
| szybka zmiana wartości opałowej np. przy starcie i rozruchu | %/min | < 10,0 | Dop. przy częstotliwości < 1/ h |
| Gęstość gazu | kg/m ³ w n.t.p. | 0,93 do 1,40 | Gęstość gazu może wahać się odpowiednio do składu. W przypadku zmian w głównym substracie i/lub wyraźnych zmian w składzie mieszanki substratów konieczna jest analiza gazu, w razie potrzeby dopasowanie regulacji gazu. |
| Wahania ciśnienia gazu w stos. do wartości nastawy | % | ± 10 | Obowiązuje w odniesieniu do wlotu gazu na zaworze dozowania gazu po stronie silnika |
| Dopuszczalna prędkość zmiany ciśnienia gazu | mbar/min | 1 | Obowiązuje w odniesieniu do wlotu gazu na zaworze dozowania gazu po stronie silnika |
| <p>* = przy tej wartości chodzi o niewiążące wytyczne dla silników serii 4000, w przypadku agregatów z uzdatnianiem spalin zastosowanie mogą mieć niższe wartości graniczne. ** = w przypadku silnika 20V4000L32FB obowiązują niższe wartości. Konieczne jest zapytanie w fabryce.</p> | | | |

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|--|----------------------------|-------------------|--|
| Temperatura gazu | °C | $5 < t < 45$ | Podczas pracy silnika niedopuszczalne są przejścia fazowe w mieszance powietrza i paliwa gazowego. W przypadku niebezpieczeństwa spadku temperatury poniżej temperatury punktu rosy konieczne jest zwiększenie temperatury gazu. W przypadku odchyłek temperatur występuje niebezpieczeństwo termicznego starzenia się materiałów NBR (uszczelki, membrany) i wpływu na sprężystość w przypadku wyższych temperatur. Wartości graniczne obowiązują w odniesieniu do wlotu gazu na zaworze dozowania gazu po stronie silnika |
| Wahanie temperatury gazu w stos. do wartości nastawy | °C | ± 15 | Obowiązuje w odniesieniu do wlotu gazu na zaworze dozowania gazu po stronie silnika |
| Dopuszczalna prędkość zmiany temperatury gazu | K/min | 0,3 | Obowiązuje w odniesieniu do wlotu gazu na zaworze dozowania gazu po stronie silnika |
| Względna wilgotność gazu w dopuszczalnym przedziale temperatur i ciśnień | % | < 80 | Niedopuszczalne obroszenie w całym systemie gazu i mieszanki Brak kondensacji pary wodnej w zakresie ciśnienia i temperatury. |
| Maks. wilgotność gazu, bezwzględna | g/kg | < 28 | Brak kondensacji w przewodach paliwa gazowego, mieszanki paliwa gazowego i powietrza oraz w zbiornikach. W przypadku wyższych wartości lub niebezpieczeństwa kondensacji w zakresie roboczym ciśnienia i temperatury należy zapewnić osuszanie gazu. Brak przejść fazowych w mieszance powietrza i paliwa gazowego podczas pracy silnika w zakresie ciśnienia i temperatury, w przypadku wyższych wartości należy zapewnić osuszanie gazu. |
| Oleje / opary olejów | mg/m ³ w n.t.p. | $< 0,4$ | Brak kondensacji w przewodach paliwa gazowego i mieszanki powietrznej paliwa gazowego, jak też tworzenia się skraplających się mgieł olejowych. |
| Opary środka rozpuszczającego HC | mg/m ³ w n.t.p. | 0 | |
| Krzem ze związków organicznych | mg/m ³ w n.t.p. | $< 4^*$ | Przy Si > 2 mg/m ³ w n.t.p. w odniesieniu do 100 % CH ₄ zawartości paliwa gazowego w analizie oleju należy uwzględnić produkty ze zużycia. |
| Nieorganiczne związki krzemu | mg/m ³ w n.t.p. | $< 2^*$ | |

* = przy tej wartości chodzi o niewiążące wytyczne dla silników serii 4000, w przypadku agregatów z uzdatnianiem spalin zastosowanie mogą mieć niższe wartości graniczne.

** = w przypadku silnika 20V4000L32FB obowiązują niższe wartości. Konieczne jest zapytanie w fabryce.

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|--|----------------------------|---------------------|---|
| Pył 3 do 10 µm | mg/m ³ w n.t.p. | 5 | Arkusze robocze DVGW G260 Pył usuwać w taki sposób, aby zapewnić bezawaryjną pracę urządzeń gazowych i gazowych urządzeń technicznych o konstrukcji znormalizowanej i innej. Pył < 3 µm trzeba poddać analizie technicznej, w razie potrzeby stosować odpowiednie filtry specjalne. |
| Pył < 3 µm | mg/m ³ w n.t.p. | Technicznie dowolne | |
| Krzem ze związków organicznych i nieorganicznych | mg/m ³ w n.t.p. | 6* | |
| Całkowita zawartość siarki | mg/m ³ w n.t.p. | 800* / ** | |
| Siarka merkaptanowa | mg/m ³ w n.t.p. | 4* | |
| Siarkowodór H ₂ S | mg/m ³ w n.t.p. | 850* | |
| Suma wszystkich związków chloru i fluoru | mg/m ³ w n.t.p. | ≤ 40* | |
| Chlor | mg/m ³ w n.t.p. | ≤ 40* | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z zakładem oraz analiza |
| Fluor | | ≤ 20* | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z zakładem oraz analiza |
| NH ₃ | ppm | 70* | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z zakładem oraz analiza |

* = przy tej wartości chodzi o niewiążące wytyczne dla silników serii 4000, w przypadku agregatów z uzdatnianiem spalin zastosowanie mogą mieć niższe wartości graniczne.
** = w przypadku silnika 20V4000L32FB obowiązują niższe wartości. Konieczne jest zapytanie w fabryce.

Tabela 43: Wymogi i warunki graniczne dot. biogazu jako paliwa oraz odpowiedniego zasilania paliwem

W przypadku stosowania serii 4000 w agregatach z oraz bez sprzężenia ciepła gazów odlotowych i/lub wyposażonych w systemy uzdatniania spalin przestrzegać odpowiednich danych producenta agregatu.

Wymagania dla paliwa "biogaz o niskim obciążeniu"

Poniższe wartości graniczne określają "biogaz o niskim obciążeniu". Wszystkie pozostałe wartości graniczne dla biogazu o niskim obciążeniu odpowiadają ogólnym wartościom granicznym dla biogazu (→ Tabela 43).

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|--|----------------------------|-------------------|--|
| Krzem ze związków organicznych | mg/m ³ w n.t.p. | < 1* | Przy Si > 2 mg/m ³ w n.t.p. w odniesieniu do 100 % CH ₄ zawartości paliwa gazowego w analizie oleju należy uwzględnić produkty ze zużycia. |
| Nieorganiczne związki krzemu | mg/m ³ w n.t.p. | < 0,5* | |
| Krzem ze związków organicznych i nieorganicznych | mg/m ³ w n.t.p. | 1,5* | |
| Całkowita zawartość siarki | mg/m ³ w n.t.p. | 140* | |

* = przy tej wartości chodzi o niewiążące wytyczne dla silników serii 4000, w przypadku agregatów z oczyszczaniem spalin zastosowanie mogą mieć niższe wartości graniczne (→ Tabela 45).

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna | Uwaga |
|--|----------------------------|-------------------|---|
| Siarka merkaptanowa | mg/m ³ w n.t.p. | 1* | |
| Siarkowodór H ₂ S | mg/m ³ w n.t.p. | 150* | |
| Suma wszystkich związków chloru i fluoru | mg/m ³ w n.t.p. | ≤ 8* | |
| Chlor | mg/m ³ w n.t.p. | ≤ 8* | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z zakładem oraz analiza |
| Fluor | | ≤ 4* | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z zakładem oraz analiza |
| NH ₃ | ppm | 14* | W przypadku wyższych wartości konieczna konsultacja z zakładem oraz analiza |

* = przy tej wartości chodzi o niewiążące wytyczne dla silników serii 4000, w przypadku agregatów z oczyszczaniem spalin zastosowanie mogą mieć niższe wartości graniczne(→ Tabela 45).

Tabela 44: Wymogi i warunki graniczne dot. "biogazu o niskim obciążeniu" jako paliwa oraz odpowiedniego zasilania paliwem

Wszystkie wymienione wartości graniczne substancji szkodliwych (w ppm i mg/m³) odnoszą się do wartości opałowej 10 kWh/m³ w n.t.p. Odpowiada to odniesieniu do paliwa ze 100% obj. metanu lub – w przypadku obecności innych palnych składników w paliwie – równoważącemu ekwiwalentowi energetycznemu, a tym samym jednakowemu wprowadzeniu szkodliwych substancji.

Przykład:

- Stosowany jest rosyjski gaz ziemny o wartości opałowej 10 kWh/m³ w n.t.p. Tym samym dopuszczalna wartość całkowitej zawartości siarki w gazie odpowiada dokładnie podanej w tabeli wartości granicznej.
- W przypadku stosowania gazu (na przykład Hannover wsch.) o Hi = 8,15 kWh/m³ w n.t.p. dopuszczalną wartość maksymalną całkowitej zawartości siarki oblicza się następująco:
Dopuszczalna całkowita zawartość siarki = 30 mg/m³ w n.t.p. · (8,15 kWh/m³·N. : 10,0 kWh/m³ w n.t.p.) = 24,5 mg/m³ w n.t.p.

Stężenie szkodliwych substancji w paliwie (w przypadku oczyszczania spalin / wykorzystania ciepła spalin)

W zależności od zastosowania dopuszczalne są następujące maksymalne stężenia substancji szkodliwych w paliwie:

| Oznaczenie | Jednostka | Katalizator utleniający / wykorzystanie ciepła spalin | | |
|---|-----------------------------|---|---------------------|---------|
| | | Bez* / 180 °C / bez | Z / 120 °C / 180 °C | Z / bez |
| Suma wszystkich związków siarki (liczona jako S) | mg/m ³ w n.t.p. | 800 | 20 | 200 |
| Siarkowodór (H ₂ S) | ppm | 550 | 7 | 70 |
| Suma wszystkich związków chloru (obliczona jako Cl) | mg /m ³ w n.t.p. | 40 | 0,5 | 0,5 |
| Suma wszystkich związków fluoru (liczona jako F) | mg /m ³ w n.t.p. | 40 | 0,5 | 0,5 |
| Suma wszystkich związków krzemu (obliczona jako Si) | mg /m ³ w n.t.p. | 5 | 0 | 0 |

*= dla "biogazu o niskim obciążeniu" obowiązują odpowiednio niższe wartości (→ Tabela 44).

| Oznaczenie | Jednostka | Katalizator utleniający / wykorzystanie ciepła spalin | | |
|-------------------------------------|----------------------------|---|---------------------|---------|
| | | Bez* / 180 °C / bez | Z / 120 °C / 180 °C | Z / bez |
| Amoniak (NH ₃) | ppm | 30 | 30 | 30 |
| Metale ciężkie (Pb, Hg, As, Sb, Cd) | µg/m ³ w n.t.p. | Po uzgodnieniu | 10 | 10 |

* = dla "biogazu o niskim obciążeniu" obowiązują odpowiednio niższe wartości (→ Tabela 44).

Tabela 45: Stężenie szkodliwych substancji w paliwie

4.4 Silnik gazowy BR400 - agregat prądowórczy

4.4.1 Gaz ziemny - wartości paliwa

Wymagane wartości paliwa

Na wejściu do układu regulacji gazu muszą być spełnione następujące parametry paliwa (Zakres dostawy MTU Onsite Energy):

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna |
|---|----------------------------|-------------------|
| Minimalna liczba metanowa | | |
| Minimalna wartość opałowa | Patrz Opis techniczny | |
| Prędkość zmiany wartości opałowej | % na min | <1 |
| Prędkość zmiany liczby metanowej | LM na min | <5 |
| Min. ciśnienie przepływu gazu (nadciśnienie) | mbar | <20 |
| Maks. ciśnienie przepływu gazu (nadciśnienie) | mbar | < 50 |
| Maks. wahania ciśnienia gazu (krótkotrwałe wahania regulacyjne) | mbar | ±5 |
| Maks. prędkość zmiany ciśnienia gazu | mbar/s | <1 |
| Temperatura gazu | °C | 5 do 45 |
| Maks. zawartość pary wodnej | % obj. | < 0,5 |
| Cząsteczki pyłu > 3 µm | mg/m ³ w n.t.p. | <5 |
| Składniki oleiste | mg/m ³ w n.t.p. | <0,4 |

Tabela 46: Wymagane wartości paliwa

Niedozwolona jest zawartość składników korozyjnych, za wyjątkiem maks. łącznej zawartości siarki 30 mg/m³ w n.t.p., przez krótki czas 150 mg/m³ w n.t.p., (analogicznie do DVGW ark. G 260).

Uwaga: Dostarczony filtr gazu (50 µm) na wejściu do układu regulacji gazu nie zapewnia powyższej wartości granicznej pyłu i służy jedynie do ochrony armatury gazowej.

4.4.2 Biogaz – wartości paliwa

Wahania jakości gazu w przypadku biogazu, gazu gnilnego i gazu wysypiskowego są nie do uniknięcia, podobnie jak obecność zakłócających zanieczyszczeń.

Aby umożliwić bezawaryjną eksploatację oraz uniknąć uszkodzeń, należy spełnić jednakże określone wartości graniczne.

Jeśli podczas uruchamiania okaże się że nie jest zapewniona wymagana jakość paliwa, MTU Onsite Energy GmbH zachowuje sobie prawo do naliczenia kosztów przerwanej eksploatacji.

Spełnienie wymienionych w arkuszu danych wartości dotyczących emisji oraz zużycia odnosi się tylko do podanych składników gazów referencyjnych w odniesieniu do biogazu, gazu gnilnego i gazu wysypiskowego. Znaczenie ma przy tym proporcja objętości CO₂ / CH₄.

Ważne

Wymienione komponenty / wartości graniczne odnoszą się do silników na biogaz. Inne komponenty / wartości graniczne są niedozwolone.

Wymagane wartości paliwa

Na wejściu do układu regulacji gazu muszą być spełnione następujące parametry paliwa (Zakres dostawy MTU Onsite Energy):

| Oznaczenie | Jednostka | Wartość graniczna |
|---|----------------------------|-----------------------|
| Minimalna liczba metanowa | | |
| Minimalna wartość opałowa | Patrz Opis techniczny | |
| Prędkość zmiany wartości opałowej | % na min | 1 |
| Prędkość zmiany liczby metanowej | LM na min | 5 |
| Proporcja objętości CO ₂ / CH ₄ | - | ≤ 0,65 |
| Zawartość metanu, wilgotnego | % obj. | Patrz dane techniczne |
| Min. ciśnienie przepływu gazu (nadciśnienie) | mbar | 30 |
| Maks. ciśnienie przepływu gazu (nadciśnienie) | mbar | 50 |
| Maks. wahania ciśnienia gazu (krótkotrwałe wahania regulacyjne) | mbar | ±5 |
| Maks. prędkość zmiany ciśnienia gazu | mbar/s | 1 |
| Maks. temperatura gazu (bez deratingu) | °C | 35 |
| Maks. zawartość tlenu | % obj. | 2 |
| Maks. zawartość pary wodnej | % obj. | 3,1 |
| Schłodzenie gazu do co najmniej | °C | < 25 |
| Cząsteczki pyłu > 3 µm | mg/m ³ w n.t.p. | 5 |
| Składniki oleiste | mg/m ³ w n.t.p. | 0,4 |

Tabela 47: Wymagane wartości paliwa

UWAGA: Dostarczony filtr gazu (50 µm) na wejściu do układu regulacji gazu nie zapewnia powyższej wartości granicznej pyłu i służy jedynie do ochrony armatury gazowej.

4.4.3 Zakłócające zanieczyszczenia

W zależności od zastosowania dopuszczalne są następujące maksymalne zanieczyszczenia w paliwie:

| Oznaczenie | Jednostka | Katalizator utleniający / wykorzystanie ciepła spalin | | | | | |
|---|----------------------------|---|----------------------------|------------------------------------|--------------|------------------------------------|---------------|
| | | Bez / 180 °C / bez | | Z EMK* / 120 °C / 180 °C | Z EMK* / bez | Z SRK** / 180 °C | Z SRK** / bez |
| | | Biogaz | biogaz o niskim obciążeniu | 20 mg/m ³ w n.t.p. HCHO | | 30 mg/m ³ w n.t.p. HCHO | |
| Suma wszystkich związków siarki (S) | mg/m ³ w n.t.p. | 1200 | 140 | 20 | 200 | 70 | 140 |
| odpowiada siarkowodorowi (H ₂ S) | ppm | 840 | 50 | 14 | 140 | 50 | 100 |
| Suma wszystkich związków chloru (Cl) | mg/m ³ w n.t.p. | 100 | 8 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Suma wszystkich związków fluoru (F) | mg/m ³ w n.t.p. | 50 | 8 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Suma wszystkich związków krzemu (Si) | mg/m ³ w n.t.p. | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Amoniak (NH ₃) | ppm | 60 | 14 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Metale ciężkie (Pb, Hg, As, Sb, Cd) | µg/m ³ w n.t.p. | Po uzgodnieniu | Po uzgodnieniu | 10 | 10 | 10 | 10 |

* EMK = katalizator z metalem szlachetnym
 ** SRK = katalizator odporny na siarkę

Tabela 48: Stężenie szkodliwych substancji w paliwie

Wszystkie wymienione wartości graniczne substancji szkodliwych (w ppm i mg/m³) odnoszą się do wartości opałowej 10 kWh/m³ w n.t.p. Odpowiada to odniesieniu do paliwa ze 100% obj. metanu lub – w przypadku obecności innych palnych składników w paliwie – równoważnościowemu ekwiwalentowi energetycznemu, a tym samym jednakowemu wprowadzeniu szkodliwych substancji.

Przykład:

- Stosowany jest rosyjski gaz ziemny o wartości opałowej 10 kWh/m³ w n.t.p. Tym samym dopuszczalna wartość całkowitej zawartości siarki w gazie odpowiada dokładnie podanej w tabeli wartości granicznej.
- W przypadku stosowania gazu (na przykład Hannover wsch.) o Hi = 8,15 kWh/m³ w n.t.p. dopuszczalną wartość maksymalną całkowitej zawartości siarki oblicza się następująco:
 Dopuszczalna całkowita zawartość siarki = 30 mg/m³ w n.t.p. · (8,15 kWh/m³i.N. : 10,0 kWh/m³ w n.t.p.) = 24,5 mg/m³ w n.t.p.

W przypadku gazu surowego w jakości powyżej granicznej zawartości siarki zainstalować odsiarczanie gazu dostosowane do jakości gazu w instalacji.

Z zastosowaniem odpornych na działanie siarki katalizatorów utleniających MTU i przy zachowaniu podanych wartości granicznych zawartości siarki w paliwie dopuszczalna jest eksploatacja bez odsiarczania dokładnego.

W przypadku wykorzystania ciepła spalin przekroczenie tych wartości podczas pracy powoduje wzmożone wytwarzanie złogów korozyjnych. Na skutek tych osadów mogą powstać uszkodzenia, które spowodują całkowitą awarię podzespołów. Dlatego konieczne jest wcześniejsze czyszczenie wymiennika ciepła spalin.

Z powodu możliwego zakresu wahań zawartości siarki w praktyce MTU nie może dać gwarancji odnośnie interwałów czyszczenia.

W pracy z katalizatorem utleniającym bez odzysku ciepła ze spalin temperatura spalin przy wylocie z komina musi wynosić powyżej 300 °C. W razie potrzeby należy zaizolować przewód wydechowy.

5 Układ oczyszczania spalin

5.1 Informacje ogólne

W celu zmniejszenia emisji spalin w przypadku silników eksploatowanych na mieszance stechiometrycznej ($\lambda = 1$, bez nadmiaru powietrza) stosowane są katalizatory trójdrożne.

W celu zmniejszenia emisji spalin lub niecałkowicie spalonych produktów spalania w przypadku silników eksploatowanych na mieszance ubogiej (eksploatacja z nadmiarem powietrza) stosowane są katalizatory utleniające.

W celu dodatkowej redukcji emisji NO_x w przypadku silników eksploatowanych na mieszance ubogiej można stosować katalizatory SCR (Selective Catalytic Reduction). Zmniejszają one emisję tlenku azotu za pomocą środka redukcyjnego (roztwór mocznika o zawartości 32,5% mocznika).

Aby móc zagwarantować funkcjonalność katalizatorów przez określony czas, należy przestrzegać wszelkich zaleceń dotyczących płynów eksploatacyjnych (odnośnie paliw, powietrza dolotowego, olejów smarujących).

5.2 Środek redukujący NO_x AUS 32 dla instalacji z systemem oczyszczania spalin SCR

Dla zapewnienia skuteczności działania instalacji oczyszczania spalin niezbędne jest, aby środek redukujący odpowiadał wymogom jakościowym normy DIN 70070 / ISO 222 41-1.

W Europie środek ten znany jest pod nazwą handlową „AdBlue”.

Procedury kontrolne, zapewniające jakość oraz charakterystykę środka redukcyjnego, są opisane w normach DIN 70071 / ISO 222 41-2. Poniższa tabela (→ Tabela 49) przedstawia cechy jakościowe oraz związane z nimi procedury kontrolne dla środka redukującego (wyciąg z normy ISO 222 41-1).

| Ważne |
|---|
| Układy SCR firmy MTU są z reguły projektowane odpowiednio do stężenia mocznika na poziomie 32,5%. Zastosowanie środków redukujących NO _x o innych stężeniach mocznika (AUS 40, AUS 48) wymaga innego zaprojektowania systemów dozujących. Systemy zaprojektowane w odpowiedni sposób muszą być użytkowane z odpowiednio dostosowanym stężeniem. Wymogi dotyczące czystości środka redukującego odpowiadają wtedy normom dla AUS 32 |
| Ważne |
| Stosowanie dodatków zabezpieczających przed zamrożeniem dla AUS 32 lub tzw. mocznika zimowego jest zasadniczo niedozwolone. |

Cechy jakościowe oraz procedury kontrolne dla środka redukującego

| | Jednostka | Procedura kontrolna ISO | Wartości graniczne |
|---|-------------------|-------------------------|--------------------|
| Zawartość mocznika | % masy | 22241-2 Aneks B | 31,8 do 33,2 |
| Gęstość w temp. 20°C | kg/m ³ | 3675 12185 | 1087,0 do 1092,0 |
| Współczynnik załamania w temp. 20°C | | 22241-2 Aneks C | 1,3817 do 1,3840 |
| Zasadowość jako NH ₃ | % masy | 22241-2 Aneks D | maks. 0,2 |
| Zawartość biuretu | % masy | 22241-2 Aneks E | maks. 0,3 |
| Zawartość aldehydu | mg/kg | 22241-2 Aneks F | maks. 5 |
| Składniki nierozpuszczalne | mg/kg | 22241-2 Aneks G | maks. 20 |
| Zawartość fosforanów jako PO ₄ | mg/kg | 22241-2 Aneks B | maks. 0,5 |
| Zawartość metali | | 22241-2 Aneks I | |
| Wapń | mg/kg | | maks. 0,5 |
| Żelazo | mg/kg | | maks. 0,5 |
| Miedź | mg/kg | | maks. 0,2 |
| Cynk | mg/kg | | maks. 0,2 |
| Chrom | mg/kg | | maks. 0,2 |
| Nikiel | mg/kg | | maks. 0,2 |
| aluminium | mg/kg | | maks. 0,5 |
| Magnez | mg/kg | | maks. 0,5 |
| Sód | mg/kg | | maks. 0,5 |

| | Jednostka | Procedura kontrolna ISO | Wartości graniczne |
|--------------|-----------|-------------------------|-----------------------------------|
| Potas | mg/kg | | maks. 0,5 |
| Identyczność | | | Identyczne z wzorcem porównawczym |

Tabela 49: Cechy jakościowe oraz procedury kontrolne dla środka redukującego

Przechowywanie środka redukującego

Wskazówki dotyczące przechowywania/opakowania/transportu oraz odpowiednich/nieodpowiednich materiałów w obiegu środka redukcyjnego zawarte są w normie ISO 222 41-3. Należy przestrzegać również danych producenta.

Unikać bezpośredniego oddziaływania promieni słonecznych, ponieważ sprzyjają one rozmnażaniu mikroorganizmów i rozkładowi środka redukcyjnego.

Środek redukcyjny AUS 32 przechowywać i transportować w miarę możliwości w temperaturze pomiędzy -5 a +25 °C, aby uniknąć strat jakości. Dłuższe przechowywanie w temperaturach powyżej 25 °C może spowodować rozpad środka redukcyjnego.

| Maks. stała temperatura przechowywania [°C] | Min. trwałość [miesiąc] |
|---|---|
| ≤ 10 | 36 |
| ≤ 25 | 18 |
| ≤ 30 | 12 |
| ≤ 35 | 6 |
| > 35 | Każdą partię należy kontrolować przed użyciem |

Tabela 50: Temperatura przechowywania środka redukcyjnego

| Ważne |
|--|
| W temp. -11°C środek redukcyjny ulega krystalizacji. |

5.3 Kondensat spalinowy

Ważne

Upewnić się, iż płyny eksploatacyjne można będzie spuścić do pojemników wychwytowych o odpowiedniej wielkości. Płyny eksploatacyjne utylizować zgodnie z krajowymi przepisami. Nigdy spalać zużytego oleju ani nie wlewać do zbiornika paliwa.

Podczas spalania paliwa w silniku obok dwutlenku węgla i pary wodnej powstają również tlenki azotu NOx. W kolejnych podzespołach w obecności skondensowanej wody przechodzą one w kwas azotawy. W zależności od składu paliwa mogą również powstawać inne kwasy nieorganiczne i organiczne, np. kwas siarkowy lub siarkawy. Próbkę kondensatu wykazują więc lekko ostry zapach i rozpuszczone żelazo jako produkt korozji. Stężenie jonów wodoru, tzn. wartość pH takich próbek kondensatu z reguły ma charakter mocno kwasowy do lekko kwasowego przy $\text{pH} = \text{ok. } 0,5 \text{ do } 4$.

Punkt rosy dla spalin zależy od składu zastosowanego paliwa gazowego oraz proporcji powietrza, przy której eksploatowany jest silnik. Punkt rosy wynosi od około $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (silniki eksploatowane na mieszance ubogiej) do $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\lambda = 1$). W zależności od składnika kwasotwórczego powstawanie kondensatu odbywa się w temperaturze spalin wynoszącej poniżej ok. $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ (kwasowy punkt rosy).

W teorii z 1 m^3 w n.t.p. gazu ziemnego może powstać $1,5\text{ kg}$ kondensatu. Przy schłodzeniu spalin do temperatury ok. $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ godne wzmianki ilości kondensatu powstają tylko przy rozruchu silnika. Przy dalszym schładzaniu spalin do temperatur poniżej $T = \text{ok. } 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ rozpoczyna się ciągłe wytrącanie kondensatu.

Aby ograniczyć powstawanie kondensatu (w wymienniku ciepła spalin lub podłączonym za nim tłumiku spalin) do jak najmniejszych ilości, należy w przypadku agregatów z chłodzeniem spalin zapewnić następujące warunki:

- W wymienniku ciepła spalin nie schładzać spalin do temperatur poniżej $110\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Przewody spalin powinny być prawidłowo izolowane termicznie
- Stosunek liczby rozruchów maszyny do roboczogodzin powinien być możliwie niski (zalecane są wartości średnie poniżej jednego uruchomienia na cztery roboczogodziny).

W miarę możliwości nie łączyć przewodów kondensatu z różnych podzespołów przed syfonem (lub "zabezpieczeniem wodnym"), ponieważ w przeciwnym razie podczas eksploatacji na skutek cyrkulacji w przewodzie kondensatu ciągle wytrąca się kondensat.

Dla kondensatu przewidziany powinien być swobodny odpływ przez syfon (lub "zabezpieczenie wodne") o wysokości co najmniej 400 mm . W każdym razie odpływ musi znajdować się jednak więcej niż 100 mm słupa wody powyżej odpowiedniego maksymalnego dozwolonego ciśnienia spalin maszyny. W ten sposób zapobiega się uchodzeniu spalin przez przewód kondensatu. Przed wprowadzeniem kondensatu ze spalin do sieci ścieków konieczna jest jego neutralizacja w instalacji neutralizacyjnej. Dodatkowo wymagany jest oddzielnik oleju.

Odpływ kondensatu musi być regularnie sprawdzany podczas eksploatacji a w zimie zabezpieczony przed zamrażaniem.

Kondensat ze spalin może być odprowadzany do kanalizacji bez uzdatnienia tylko w porozumieniu z lokalnym organem zarządzania gospodarką ściekową, pod żadnym pozorem jednak nie wolno odprowadzać go do środowiska. Gminy w Niemczech wzgl. uprawnione przez nie instytucje są zobowiązane do odbioru wytworzonych ścieków, do których należy również kondensat. Możliwe jest przyporządkowanie kondensatu do kategorii „Odpady specjalne”.

6 Przepisy dotyczące płukania i czyszczenia układów płynu chłodzącego silnika

6.1 Informacje ogólne

W obiegu płynu chłodzącego mogą z biegiem czasu powstawać osady szlamu powstające w wyniku starzenia dodatku do płynu chłodzącego. Skutkiem może być zmniejszenie wydajności chłodzenia, zatkane przewody odpowietrzające oraz miejsca spustu wody, jak również zabrudzone wzierniki poziomu wody.

W przypadku nieodpowiedniej jakości wody lub też niewłaściwego przygotowania układ chłodzenia może również ulec silnemu zanieczyszczeniu.

W razie wystąpienia takich usterek, obieg płynu chłodzącego należy w razie potrzeby przepłukać kilka razy świeżą wodą.

Jeśli płukanie nie przyniesie oczekiwanego skutku lub jeśli obieg płynu chłodzącego jest zbyt silnie zanieczyszczony, należy oczyścić obieg płynu chłodzącego danych podzespołów.

Do płukania należy stosować wyłącznie czystą, świeżą wodę (nie wodę rzeczną ani morską).

Do czyszczenia można stosować wyłącznie produkty dopuszczone przez MTU lub produkty równoważne z zachowaniem zalecanego stężenia, patrz (→ Strona 84). Należy przestrzegać zalecanego sposobu postępowania.

Bezpośrednio po przepłukaniu lub wyczyszczeniu układy chłodzenia należy odpowiednio napełnić przygotowanym płynem do chłodzenia silnika zgodnie z aktualnymi przepisami MTU dot. materiałów eksploatacyjnych. W przeciwnym razie istnieje zagrożenie korozją!

Ważne

Płyny robocze (przygotowany płyn do chłodzenia silnika), zużyta woda do płukania, środek czyszczący oraz roztwory czyszczące mogą być substancjami szkodliwymi. Obchodząc się z tymi materiałami, jak również składując je i utylizując, należy przestrzegać określonych zasad.

Zasady te wynikają z informacji producenta, postanowień prawnych oraz zasad technicznych, obowiązujących w danym kraju. Ponieważ w różnych krajach mogą występować duże różnice, nie jest możliwe w ramach niniejszych przepisów dotyczących płukania i czyszczenia ogólnie obowiązujące stwierdzenie co do zasad, jakich należy przestrzegać.

Użytkownik wymienionych w nich produktów jest więc zobowiązany do samodzielnego zasięgnięcia informacji na temat obowiązujących przepisów. Firma MTU nie ponosi żadnej odpowiedzialności w przypadku niezgodnego z przeznaczeniem lub z przepisami zastosowania dopuszczonych przez nią materiałów eksploatacyjnych i środków czyszczących.

Ważne

Wymienniki ciepła oleju z silników z zatartymi łożyskami lub tłokami należy złomować.

Urządzenia kontrolne, środki pomocnicze i materiały eksploatacyjne

Walizka kontrolna MTU lub elektryczny miernik wartości pH

Wymagane środki pomocnicze:

- Sprężone powietrze
- Gorąca para

Wymagane materiały eksploatacyjne:

- Świeża woda
- Przygotowany płyn do chłodzenia silnika

6.2 Dopuszczone środki czyszczące

| Producent | Nazwa produktu | Stosowane stężenie | | Numer zamówieniowy |
|--|------------------------------------|--------------------|---------|-------------------------|
| Do obiegów płynu chłodzącego: | | | | |
| Kluthe | Hakutex 111 ^{1, 5)} | 2% obj. | Ciecz | X00065751 |
| | Hakupur 50-706-3 ¹⁰⁾ | 2% obj. | Ciecz | X00055629 |
| Do podzespołów: | | | | |
| Henkel | Bonderite C-AK FD ²⁾ | 1 do 10% masy | Proszek | ⁷⁾ |
| | Bonderite C-MC 11120 ³⁾ | 2 do 10% masy | Proszek | ⁷⁾ |
| Kluthe | Hakutex 60 MTU | 100% obj. | Ciecz | X00070585 (25 kg) |
| Do obiegów płynu chłodzącego, zaatakowanych przez bakterie, drożdże, grzyby (tzw. środki do czyszczenia systemowego): | | | | |
| Schülke & Mayr GmbH | Grotan WS Plus ⁵⁾ | 0,15% obj. | Ciecz | X00065326 (10 kg) |
| | Grotanol SR2 ⁶⁾ | 0,5 % obj. | Ciecz | X00069827 (10 kg) |
| Do strony powietrza wentylatorów zewnętrznych: | | | | |
| Kluthe | Hakupur 50 K ⁹⁾ | 0,5 do 5% obj. | Ciecz | X00070940 ⁷⁾ |
| Do lakierowanych, zanieczyszczonych powierzchni: | | | | |
| Kluthe | Hakupur 449 ⁹⁾ | 1% obj. | Ciecz | X00071179 ⁷⁾ |

Tabela 51:

¹⁾ W przypadku niewielkiego osadu wapiennego, lekkiej korozji

²⁾ W przypadku grubego osadu wapiennego

³⁾ W przypadku grubego osadu wapiennego, najlepiej

⁴⁾ W przypadku grubego osadu wapiennego

⁵⁾ Koncentracja bakterii do 10^4

⁶⁾ Koncentracja bakterii $> 10^4$, grzybów i drożdży

⁷⁾ Nie jest dostępny w magazynach MTU

⁸⁾ W przypadku intensywnej korozji; niedozwolony do materiałów aluminiowych

⁹⁾ Środek czyszczący do czyszczenia z użyciem urządzenia do czyszczenia ciśnieniowego (parametry: ciśnienie: 15 bar, miękki strumień, temperatura czyszczenia: 80 °C)

¹⁰⁾ Nie nadaje się do powierzchni ocynkowanych

Ważne

Należy przestrzegać arkuszy danych oraz kart charakterystyki produktów!

6.3 Płukanie układów płynu chłodzącego silnik

1. Spuścić płyn chłodzący silnik.
2. Zmierzyć wartość pH świeżej wody przy użyciu walizki kontrolnej MTU lub elektrycznego miernika wartości pH.
3. Napełnić obieg płynu chłodzącego świeżą wodą.

Ważne

Nigdy nie wlewać zimnej wody do gorącego silnika!

4. Podgrzać silnik, uruchomić i rozgrzać do temperatury roboczej.
5. Przez ok. 30 minut silnik powinien pracować z podwyższoną prędkością obrotową.
6. Pobrać próbkę wody do płukania w miejscu pobierania próbek płynu chłodzącego silnik.
7. Wyłączyć silnik.
8. Spuścić wodę do płukania.
9. Zmierzyć wartość pH próbki wody do płukania przy użyciu walizki kontrolnej MTU lub elektrycznego miernika wartości pH i porównać tę wartość z wartością pH czystej wody.
 - a) Różnica wartości pH < 1: włączyć rozrobiony płyn chłodzący silnik i rozpocząć eksploatację silnika.
 - b) Różnica wartości pH > 1: włączyć świeżą wodę do płukania i powtórzyć płukanie.
 - c) Jeśli wartość pH po 4- lub 5-krotnym przepłukaniu wciąż wynosi > 1): układ płynu chłodzącego silnika musi zostać wyczyszczony, patrz (→ Strona 86). Podzespoły muszą ew. także zostać wyczyszczone, patrz (→ Strona 87).

Ważne

Wskazówki uzupełniające, patrz instrukcja obsługi silnika.

6.4 Czyszczenie układów płynu chłodzącego silnik

1. Środki czyszczące do układów płynu chłodzącego stosowane są w formie skoncentrowanego roztworu wstępnego przygotowywanego w ciepłej, świeżej wodzie, patrz (→ Strona 84).
2. Produkty w proszku mieszać tak długo, aż środek czyszczący ulegnie całkowitemu rozpuszczeniu nie pozostawiają osadu na dnie.
3. Wlać roztwór wstępny razem ze świeżą wodą do układu płynu chłodzącego.
4. Uruchomić i rozgrzać do temperatury roboczej.
5. Dobrać temperaturę oraz czas oddziaływania zgodnie z zaleceniami z arkuszy danych technicznych, dostarczonych przez producenta.
6. Wyłączyć silnik.
7. Spuścić środek czyszczący i przepłukać układ płynu chłodzącego silnik świeżą wodą.
8. Pobrać próbkę wody do płukania w miejscu pobierania próbek płynu chłodzącego silnik.
9. Zmierzyć wartość pH próbki wody do płukania przy użyciu walizki kontrolnej MTU lub elektrycznego miernika wartości pH i porównać tę wartość z wartością pH czystej wody.
 - a) Różnica wartości pH < 1: wlać rozrobiony płyn chłodzący silnik i rozpocząć eksploatację silnika.
 - b) Różnica wartości pH > 1: wyczyścić podzespoły, patrz (→ Strona 87).

Ważne

Wskazówki uzupełniające, patrz instrukcja obsługi silnika.

6.5 Czyszczenie podzespołów

1. Podzespoły, narażone na większe osadzanie szlamu, np. zbiorniki wyrównawcze, agregaty podgrzewające, wymienniki ciepła (chłodnice do schładzania nagrzanego płynu chłodzącego, wymienniki ciepła oleju, chłodnice powietrza doładowującego, podgrzewacze powietrza doładowującego, podgrzewacze paliwa itp.) oraz położone niżej przewody rurowe należy wymontować, rozebrać i oczyścić.
2. Przed oczyszczeniem sprawdzić zanieczyszczenie po obu stronach przyłącza wody.
3. W przypadku grubego osadu wapiennego oczyścić najpierw stronę przyłącza wody.
4. Trwałe osady w chłodnicach międzystopniowych spowodowane mgłą olejową można usunąć przy zastosowaniu Kluthe Hakutex 60.
5. Twarde osady wapienne usunąć przy użyciu środka rozpuszczającego wapienie. W przypadku bardzo trudnych do usunięcia osadów wapiennych należy zastosować ew. 10-procentowy, utleniający roztwór kwasu solnego.
6. Osady na i we wkładach wymienników ciepła rozpuścić w podgrzanej kąpieli oczyszczającej. Przestrzegać założeń producenta i stosować tylko dopuszczone środki czyszczące w dozwolonym stężeniu (→ Strona 84)

Ważne

Osady powstałe po stronie oleju można rozpuścić również w kąpieli naftowej.
Czas pozostawiania w kąpieli czyszczącej zależy od rodzaju i stopnia zanieczyszczenia, jak też od temperatury i aktywności kąpieli.

7. Poszczególne elementy, np. obudowy, pokrywy, przewody, wzierniki, wkłady wymienników ciepła i inne oczyścić gorącą parą przy użyciu nylonowej (miękkiej) szczotki oraz pod silnym strumieniem wody.

Ważne

Aby uniknąć uszkodzeń:
nie używać narzędzi twardych lub o ostrych krawędziach (stalowe szczotki, skrobaki itp.) (ochronna warstwa oksydacyjna),
nie ustawiać zbyt wysokiego ciśnienia strumienia wody (uszkodzenie np. lametek chłodnicy).

8. Wkłady wymienników ciepła po oczyszczeniu w kierunku przeciwnym do roboczego kierunku przepływu należy przedmuchać parą o niskim ciśnieniu, spłukać czystą wodą (do różnicy wartości pH < 1) i przedmuchać sprężonym powietrzem lub osuszyć ciepłym powietrzem.
9. Sprawdzić prawidłowy stan wszystkich elementów, w razie potrzeby naprawić lub wymienić.
10. Przepłukać wymiennik ciepła po stronie oleju oraz po stronie płynu chłodzącego olejem antykorozyjnym. Z czynności tej można zrezygnować, jeśli wymiennik ciepła zostanie zamontowany bezpośrednio po oczyszczeniu i wprowadzony do eksploatacji.
11. Po zamontowaniu wszystkich podzespołów przepłukać jeden raz układ płynu chłodzącego silnik, patrz (→ Strona 85).
12. Podczas uruchamiania silnika sprawdzić szczelność układu płynu chłodzącego.

Ważne

Wskazówki uzupełniające, patrz podręcznik konserwacji oraz naprawy silnika.

6.6 Obieg chłodzenia zaatakowany przez bakterie, drożdże, grzyby

Czyszczenie systemowe

Podstawą skutecznego czyszczenia oraz dezynfekcji obiegu płynu chłodzącego jest przepłukanie całego układu chłodzenia przez odpowiednio długi czas środkiem do czyszczenia systemowego.

Przed spuszczeniem do zanieczyszczonego płynu chłodzącego dodawana jest odpowiednia ilość środka do czyszczenia systemowego, patrz (→ Strona 84). Należy zadbać o to, aby mieszanka była przepompowywana przez co najmniej 24 godziny, maks. 48 godzin.

Płukanie

Po spuszczeniu płynu chłodzącego oraz środka do czyszczenia systemowego obieg płynu chłodzącego należy przepłukać świeżą wodą. Układ należy płukać długo, aż nie będą widoczne żadne zanieczyszczenia, a wypłukana woda będzie odpowiadać pod względem wartości pH wodzie czystej (maks. różnica wartości pH < 1).

Ponowne napełnianie

Przed ponownym napełnieniem należy się upewnić, że układ chłodzenia jest wolny od zanieczyszczeń.

Ponowne napełnienie należy wykonać bezpośrednio po wypłukaniu, w przeciwnym wypadku istnieje niebezpieczeństwo korozji!

7 Powietrze zasilające i powietrze spalania

7.1 Informacje ogólne

Ważne

Do powietrza dolotowego nie mogą dostawać się żadne związki wywołujące korozję. Podane wartości muszą być przestrzegane, gdyż w przeciwnym razie wygasa gwarancja.

W przypadku eksploatacji na basenach lub w pobliżu maszyn chłodniczych należy pamiętać, iż już niewielkie ilości halogenków w dopływie powietrza (powietrze dolotowe) mogą prowadzić do korozji następujących podzespołów:

- W silniku
- Na podzespołach peryferyjnych, np. na silnikach elektrycznych

Również środki czyszczące mogą zawierać agresywne substancje przyspieszające korozję.

W razie wątpliwości należy zasięgnąć informacji w MTU Onsite Energy.

Do powietrza dolotowego nie wolno doprowadzać powietrza desorpcyjnego lub gazów odlotowych z procesów termochemicznych bez uprzedniej konsultacji z MTU Onsite Energy.

Dozwolony zakres temperatur z podaniem temperatury minimalnej i maksymalnej podany jest w karcie danych technicznych silnika / agregatu.

Wszystkie silniki gazowe MTU Onsite Energy mogą być eksploatowane z użyciem powietrza dolotowego poniżej punktu rosy 20 °C. Należy przy tym ograniczyć eksploatację z użyciem powietrza dolotowego powyżej punktu rosy 17,5 °C do < 200 roboczogodzin na rok. Powietrze dolotowe o temperaturze powyżej punktu rosy 21 °C jest niedozwolone. W razie innych wartości lub wyższych temperatur punktu rosy powietrza dolotowego konieczne jest zapytanie w fabryce MTU Onsite Energy.

Wartości graniczne w mieszance gazowej

Mieszanka gazowa składa się z powietrza i paliwa. Nie wolno przekraczać w mieszance gazowej wartości granicznych podanych dla paliwa (→ Strona 55).

Wartości graniczne w mieszance gazowej (w ppm) są znacznie niższe, niż wartości dla paliwa (z reguły niższe o współczynnik ok. 20).

8 Woda grzewcza

8.1 Informacje ogólne

Ważne

Należy przestrzegać wymogów MTU Onsite Energy dotyczących przygotowania / odpowietrzania obiegów wody.
Podane wartości muszą być przestrzegane, gdyż w przeciwnym razie wygasa gwarancja.

Ważne

Wymagania w odniesieniu do jakości wody grzewczej powyżej 100 °C obowiązują wówczas, gdy są zamontowane wymienniki ciepła spalin w obwodzie chłodzenia silnika lub obwodzie grzewczym.

Ważne

Dodawanie siarczynów jest zabronione.
Jako alternatywa do obiegu wody grzewczej zalecany jest środek WBcon 2347.
Należy pamiętać o tym, że produkt zawiera borany oraz wodorotlenek sodu, które niszczą takie materiały jak aluminium i mosiądz.

Wskazówki uzupełniające

Przezornie wskazuje się na fakt, że ubezpieczenia maszyn od uszkodzeń na ogół nie pokrywają kosztów przewidywalnych szkód, spowodowanych np. nieodpowiednimi właściwościami wody.

Pod pojęciem „Suma metali ziem alkalicznych” rozumiana jest zawartość rozpuszczonych soli wapniowych i magnezowych powodujących twardość wody. W zakresie przeliczenia na wcześniej obowiązującą jednostkę „twardości całkowitej” obowiązuje:

- $1 \text{ mol/m}^3 = 5,6 \text{ dH}$
- Wartość pH jest miarą stopnia kwasowości lub zasadowości roztworu.
- pH = 7 neutralny, < 7 kwaśny, > 7 zasadowy.

Ważne

Maks. dopuszczalne wahanie temperatury wody grzewczej na wejściu: maks. 3 K/min

8.2 Wymagania dot. wody grzewczej

Ważne

Dodawanie siarczynu sodu jako środka wiążącego tlen jest niedozwolone.

Ważne

Alkaliczacja podstawowa musi odbywać się z użyciem trójfosforanu sodu.

Wymagania dotyczące wody grzewczej poniżej 100 °C

Międzynarodowa jest dyrektywa VDI 2035 arkusz 1 (grudzień 2005) i arkusz 2 (wrzesień 1998). „Zapobieganie szkodom spowodowanym korozją i tworzeniem się kamienia w wodnych instalacjach grzewczych” z następującymi wytycznymi (patrz też odpowiednie objaśnienia w oryginale):

| Wymagania ogólne | Czysta, bezbarwna i wolna od substancji nierozpuszczonych | |
|--|---|---------------|
| Wartość pH (25 °C) | 8,0 do 9,0 | |
| Przewodność elektryczna (25 °C) | < 250 | µS/cm |
| Suma metali ziem alkalicznych | do 1,5 do 8,4 | mmol/l °dH |
| Chlorki | < 50 | mg/l |
| Siarczany | < 50 | mg/l |
| Fosforany | < 10 | |
| Zawartość tlenu przy zastosowaniu środków wiążących tlen | < 0,1 | mg/l |
| Żelazo | < 0,2 | mg/l |

Tabela 52: Wymagania dotyczące wody grzewczej poniżej 100 °C

Jeśli powyższe wartości graniczne nie będą przestrzegane, wymagane są następujące czynności:

- Zapobieganie tworzeniu się kamienia: Uzdatanianie wody (zmiękczenie, demineralizacja, odwrócona osmoza) lub stabilizacja twardości (produkty ST-DOS-H)
- Zapobieganie korozji: Inhibicja lub wiązanie tlenu (produkty ST-DOS-H)

Wymagania dotyczące właściwości wody grzewczej powyżej 100 °C

Międzynarodowa jest dyrektywa VdTÜV TCh 1466 dotycząca właściwości wody w instalacjach grzewczych, pracujących z temperaturą zasilania powyżej 100 °C. Ponadto w odniesieniu do ubożego w sól sposobu pracy obowiązują następujące wytyczne:

| Wymagania ogólne | Czysta, bezbarwna i wolna od substancji nierozpuszczonych | |
|---------------------------------|---|---------------|
| Wartość pH (25 °C) | 8,0 do 9,0 * | |
| Przewodność elektryczna (25 °C) | 10 do < 250 | µS/cm |
| Suma metali ziem alkalicznych | < 0,02 < 0,10 | mmol/l °dH |
| Chlorki | < 20 | mg/l |
| Siarczany | < 5 do 10 | mg/l |
| Zawartość tlenu | < 0,05 | mg/l |
| * Odchylenie od TCh 1466 (TÜV) | | |

| Wymagania ogólne | Czysta, bezbarwna i wolna od substancji nierozpuszczonych | |
|--------------------------------|---|------|
| Fosforan | 5 do 10 | mg/l |
| Żelazo | < 0,2 | mg/l |
| * Odchylenie od TCh 1466 (TÜV) | | |

Tabela 53: Wymagania dotyczące właściwości wody grzewczej powyżej 100 °C

Czynności zapobiegające tworzeniu się kamienia i korozji:

- Zapobieganie tworzeniu się kamienia: Uzdatanianie wody (zmiękczenie, demineralizacja, odwrócona osmoza) lub stabilizacja twardości (produkty ST-DOS-H)
- Zapobieganie korozji: Inhibicja lub wiązanie tlenu (produkty ST-DOS-H)

9 Potwierdzenie materiały eksploatacyjne

9.1 Potwierdzenie przez użytkownika generatorów prądotwórczych

Ważne

Bez niniejszego potwierdzenia nie można przeprowadzić uruchomienia instalacji.

Opis instalacji:

Instalacja składa się z:

Zakład / nr SAP:

Zamawiający:

Użytkownik:

Koordinator projektu MTU:

Niniejszym zaświadcza się, że właściwości materiałów eksploatacyjnych (woda chłodząca, gaz, olej smarowy, woda grzewcza itd, o ile dotyczy) odpowiadają specyfikacji materiałów eksploatacyjnych MTU Onsite Energy.

MTU Onsite Energy nie udziela rękojmi na szkody powstałe na skutek odbiegającej jakości materiałów eksploatacyjnych.

Miejscowość, data

Prawnie wiążący podpis (zleceniodawca)

10 Załącznik A

10.1 Wykaz skrótów

| Skrót | Znaczenie | Objaśnienie |
|----------|---|--|
| ASTM | American Society for Testing and Materials | |
| Bh | Roboczegodziny | |
| BR | Seria | |
| BV | Przepis dot. materiałów eksploatacyjnych | |
| DIN | Deutsches Institut für Normung e. V. | Także określenie norm (Deutsche Industrienorm - Niemiecka Norma Przemysłowa) |
| DVGW | Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. | |
| EN | Europäische Norm | Europäische Norm |
| IP | Institute of Petroleum | |
| ISO | International Organization for Standardization | Międzynarodowa organizacja zrzeszająca krajowe instytucje normalizacyjne |
| MZ | Zawartość metanu | |
| OEG | Onsite Energy | MTU Onsite Energy |
| SAE | Society of Automotive Engineers | US-amerikanisches Normungsgremium |
| ST-DOS-H | | Produkty |
| VDI | Dyrektywa | |
| VdTÜV | Dyrektywa | |
| Vol. | Objętość | |

10.2 Tabela konwersji jednostek SI

| Jednostka SI | Jednostka US | Konwersja |
|-----------------------------|--------------------------|--|
| °C | °F | $^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \cdot 1,8 + 32$ |
| kWh | BTU | 1 BTU = 0,0002930711 kWh |
| kWh/m ³ w n.t.p. | BTU/ft ³ | 1 BTU/ft ³ = 0,010349707 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 litra |
| mm | cal | 1 cal 25,4 mm |
| m | ft | 1 ft = 0,3048 m |
| m/s | ft/s | 1 ft/s = 0,3048 m/s |
| m ³ w n.t.p. | ft ³ w n.t.p. | ft ³ = 0,02831685 m ³ w n.t.p. |
| bar | psi | 1 psi = 0,06894757 bara |
| kg | lb | 1 lb = 0,4535924 kg |

Tabela 54: Tabela konwersji

10.3 MTU Onsite Energy – konsultanci/partnerzy serwisowi

Serwis

Światowa sieć organizacji sprzedaży z przedsiębiorstwami zależnymi, biurami sprzedaży, przedstawicielstwami i punktami obsługi klienta zapewnia szybką i bezpośrednią opiekę w miejscu produktu, jak również znakomitą dostępność naszych wyrobów.

Opieka w miejscu użytkowania

Do Państwa dyspozycji są doświadczeni i kompetentni specjaliści, przekazujący Państwu swoje umiejętności i wiedzę.

Informacje o naszej opiece serwisowej u klienta można znaleźć na stronie internetowej MTU pod adresem:

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

Całodobowy serwis telefoniczny

Dzięki naszemu całodobowemu serwisowi telefonicznemu i naszej elastyczności jesteśmy do Państwa dyspozycji przez całą dobę, w sprawach związanych z eksploatacją, konserwacją zapobiegawczą, czynnościami korygującymi w przypadku wystąpienia nieprawidłowości, przy zmianie warunków pracy urządzeń oraz w sprawie zaopatrzenia w części zamienne.

Informacje o naszej opiece serwisowej u klienta można znaleźć na stronie internetowej MTU pod adresem:

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

Kontakt w centrali firmy:

- info@cac-mtuonsiteenergy.com

Zaopatrzenie w części zamienne

Szybka, prosta i prawidłowa identyfikacja części zamiennych do posiadanych urządzeń. Właściwa część zamienna we właściwym czasie i we właściwym miejscu.

Aby sprostać temu celowi, dysponujemy ogólnosiwiatową siecią logistyczną dla części zamiennych.

Kontakt w centrali firmy:

Niemcy:

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

Na całym świecie:

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

11 Załącznik B

11.1 Indeks

A

- Aktualność druku 5
- Analiza zużytego oleju 8

B

- Biogaz
 - Główne składniki 56
 - Wymagania
 - BR400 76
 - BR4000 70

D

- Dodatek barwny
 - Obieg oleju smarowego 11
 - Obieg płynu chłodzącego 31
- Dopływ powietrza 89
- Dopuszczone płyny eksploatacyjne
 - Oleje silnikowe do BR400 14, 18

E

- Eksploatacyjna wartość graniczna krzemu 10

G

- Gaz ziemny
 - Główne składniki 56
 - Wymagania
 - BR400 75
 - BR4000 67
 - Zastosowania
 - Zastosowanie na statkach 61

K

- Kondensat spalinowy 82
- Konserwacja
 - Silnik 5
- Konsultant
 - MTU Onsite Energy 96

L

- Liquid Natural Gas (LNG) 58

M

- Materiały
 - Obieg płynu chłodzącego 33
- Medium w przestrzeni otaczającej przewód gazowy w zastosowaniach na statkach
 - Paliwa do silników gazowych 64
- Mieszanka gazowa
 - Wartości graniczne 89

- MTU Onsite Energy
 - Konsultant 96
 - Partner serwisowy 96

N

- Nadzorowanie działania
 - Płyn chłodzący 26

O

- Obieg oleju smarowego
 - Wyciek 11
- Obieg płynu chłodzącego
 - Czyszczenie 86
 - Czyszczenie podzespołów 87
 - Materiały 33
 - Płukanie 85
 - Środek czyszczący 84
 - Wyciek 31
 - Zanieczyszczenie 83
- Obieg płynu chłodzącego silnik
 - Czyszczenie 86
 - Płukanie 85
 - Środek czyszczący 84
 - Zanieczyszczenie 83
- Obieg płynu chłodzącego silnik
 - Czyszczenie podzespołów 87
- Olej przekładniowy 17
- Olej silnikowy 7
 - BR400 18
 - BR4000 14
- Olej smarujący
 - BR4000 14

P

- Paliwa 60, 66
 - Biogaz
 - BR400 76
 - BR4000 70
 - BR400
 - Zanieczyszczenia 77
 - Gaz ziemny
 - BR400 75
 - BR4000 67
 - Zastosowanie na statkach 61
- Paliwa silnikowe 60, 66
- Paliwo
 - Stosowanie 55
 - Zawartość krzemu 10

- Paliwo gazowe
 - Zastosowanie na statkach 61
 - Zastosowanie w generatorach i agregatach prądotwórczych
 - BR400 75, 76
 - BR4000 67, 70
 - Zawartość krzemu 10
 - Związki krzemu 59
- Partner serwisowy
 - MTU Onsite Energy 96
- Płyn chłodzący
 - Walizka kontrolna 83
 - Agregat prądotwórczy
 - BR400 54
 - BR4000 36, 45
 - BR400 54
 - BR4000
 - Płyn chłodzący bez ochrony przed zamarzaniem do układów chłodzenia zawierających metale lekkie 46, 47
 - Środek zapobiegający zamarzaniu do układów chłodzenia zawierających metale lekkie 52
 - Środki zapobiegające zamarzaniu do układów chłodzenia niezawierających metali lekkich 40, 43
 - Środki zapobiegające zamarzaniu do układów chłodzenia zawierających metale lekkie 48
 - Definicja 24
 - Dozwolone stężenia 26
 - Nadzorowanie działania 26
 - Płyn chłodzący bez ochrony przed zamarzaniem
 - Gotowe mieszanki do układów chłodzenia niezawierających metali lekkich 39
 - Koncentraty do układów chłodzenia niezawierających metali lekkich 37
 - Przygotowanie
 - BR400 35
 - BR4000 34
 - Stabilność przechowywania 30
 - Środek zapobiegający zamarzaniu
 - Koncentraty do zastosowań specjalnych 42, 51
 - Walizka kontrolna 26
 - Wartości graniczne 26
 - Wymagania dla świeżej
 - BR400 35
 - Wymagania dla świeżej wody
 - BR4000 34
 - Zastosowanie do generatorów 36, 45
- Płyn chłodzący bez ochrony przed zamarzaniem
 - Do układów chłodzenia zawierających metale lekkie
 - Gotowe mieszanki 47
 - Koncentraty 46
- Potwierdzenie
 - Użytkownik 93
- Powietrze do procesu spalania 89
- Przechowywanie
 - Płyn chłodzący 30

- Przepisy dotyczące czyszczenia
 - Obieg płynu chłodzącego silnik 83, 86
 - Podzespoły 87
 - Środek do czyszczenia systemowego 88
- Przepisy dotyczące płukania
 - Obieg płynu chłodzącego silnik 83, 85
 - Obiegi chłodzenia zaatakowane przez bakterie, drożdże, grzyby 88
 - Podzespoły 87

S

- Silnik
 - Konserwacja 5
- Smar 12
 - Agregat prądotwórczy BR400 23
 - Agregat prądotwórczy BR4000 16
 - Do generatorów 16, 23
 - Zastosowanie ogólne 13
 - Zastosowanie specjalne 12
- Smarowanie rozpryskowe 21

Ś

- Środek czyszczący 84
 - Środek do czyszczenia systemowego 88
- Środek redukcyjny NOx
 - Informacje ogólne 80
- Środek zapobiegający zamarzaniu
 - BR400 54
 - Do układów chłodzenia zawierających metale lekkie
 - Gotowe mieszanki 52
- Środki zapobiegające zamarzaniu
 - Do układów chłodzenia niezawierających metali lekkich
 - Gotowe mieszanki 43
 - Koncentraty 40
 - Do układów chłodzenia zawierających metale lekkie
 - Koncentraty 48
- Świeża woda
 - Wartości graniczne
 - BR400 35
 - BR4000 34

T

- Terminy wymiany oleju silnikowego
 - Agregat prądotwórczy BR400 21
 - Smarowanie rozpryskowe 21
 - Wartości graniczne 8

U

- Układ chłodzenia
 - Unikanie szkód 32
- Układ oczyszczania spalin
 - Informacje ogólne 79
 - Kondensat spalinowy 82
 - Środek redukcyjny NOx 80
- Użytkownik
 - Potwierdzenie 93

W

Walizka kontrolna

- Płyn chłodzący 83

Wartości graniczne

- Zużyte oleje do silników gazowych 8

Wartość eksploatacyjna krzemu 10

Woda grzewcza

- Informacje ogólne 90

- Wymagania 91

Wskazówki dotyczące użytkowania 5

Wyciek

- Obieg oleju smarowego 11

- Obieg płynu chłodzącego 31

Wykaz skrótów 94

Wymagania

- Obieg płynu chłodzącego 33

- Woda grzewcza 91

Z

Zanieczyszczenia

- Paliwa

- BR400 77

Zawartość krzemu

- Paliwo 10

- Paliwo gazowe 10

Związki krzemu

- Paliwo gazowe 59