

**AGREGAT KOGENERACYJNY TYPU
SFGM 560 NA GAZ ZIEMNY
1500 RPM**



PREZENTACJA FIRMY GUASCOR

GUASCOR S.A. jest firmą specjalizującą się od 1966 roku w budowie przemysłowych gazowych i dieslowskich silników spalinowych, wykorzystywanych do napędów morskich, układów prądotwórczych, kogeneracyjnych, trójgeneracyjnych i elektrowniach kontenerowych. Bazując na swojej własnej technologii firma Guascor jest światowym liderem w budowie nowoczesnych gazowych układów kogeneracyjnych opartych na najnowocześniejszych silnikach pracujących w oparciu o obiegi otto i millera.

PROJEKTOWANIE

GUASCOR dysponuje swoim własnym centrum rozwojowym wyposażonym w laboratoria badawcze, pracownie projektowe, hamownie pozwalające na projektowanie nowych typów silników spalinowych o dużych mocach, niskiej konsumpcji paliw, wysokiej trwałości i przyjaznej środowisku pracy.



CZŁONEK GRUPY DRESSER-RAND

Od 2011 roku GUASCOR jest częścią koncernu DRESSER-RAND będącego od ponad wieku światowym liderem w produkcji urządzeń i wykonawcą technologii dla szerokokorozumianego przemysłu energetycznego w tym turbin gazowych i parowych, sprężarek gazu, elektrowni i nie tylko. Dzięki przynależności do grupy DRESSER-RAND, GUASCOR jest w stanie zapewnić swoim klientom jeszcze wyższy standard usług.



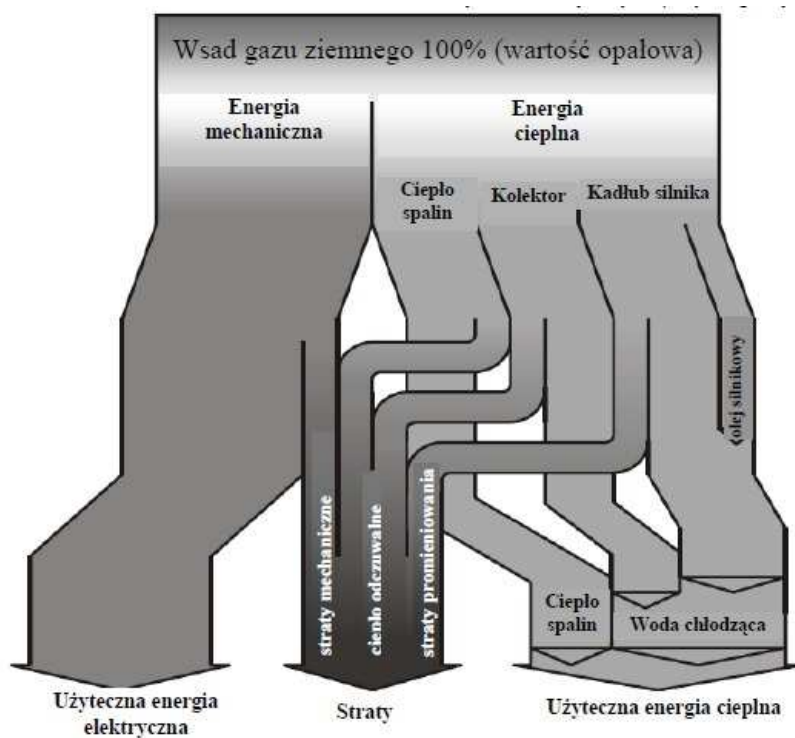
Certificate SGI 6000238 1954375

JAKOŚĆ

GUASCOR dysponuje certyfikatem jakości ISO 9001 wystawionym przez Lloyd's Register Quality Assurance w zakresie projektowania, produkcji, montażu i obsługi posprzedażowej.

KOGENERACJA

Moduł elektrociepłowniczy (agregat kogeneracyjny) stanowi kompletną jednostkę do wytwarzania ciepła i energii elektrycznej w wysokosprawnej kogeneracji. Agregat składa się z silnika gazowego napędzającego generator prądu zmiennego 50Hz/400V (w ten sposób wytwarzana jest en. elektryczna). Dodatkowo w trakcie pracy agregat wytwarza ciepło pochodzące z chłodzenia instalacji pierwszego stopnia intercoolera i bloku silnika, oraz ciepło z chłodzenia oleju i drugiego stopnia intercoolera. Ciepło to odpowiednio o parametrach 70/85°C i 55/60°C standardowo wykorzystywane jest w układach c.o i c.w.u i c.t. zakładów. Agregat zostanie dostarczony bez odbioru ciepła z spalin.



Rysunek 1 Blians energetyczny agregatu kogeneracyjnego

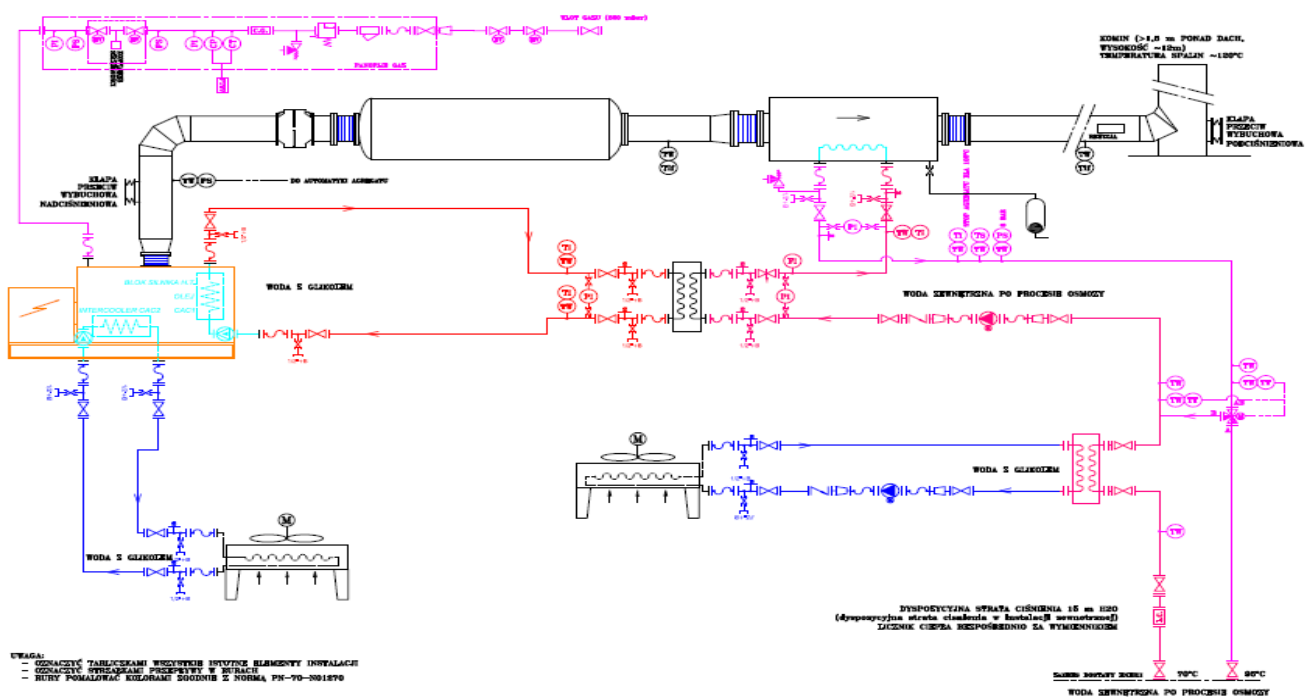
Korzyści jakie płyną z montażu agregatów to:

- zmniejszenie kosztów wytwarzania en. elektrycznej i ciepła,
- zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, oraz substancji szkodliwych i pyłów
- zwiększenie zabezpieczenia zakładu na wypadek przerw w zasilaniu w energię elektryczną i zmniejszenie przeciążeń linii energetycznych

. – w warunkach Polskich dodatkowo dochodzi możliwość uzyskania świadectw pochodzenia (tzw. „żółtych certyfikatów”) za wytwarzanie en. elektrycznej w skojarzeniu. Certyfikaty są to papiery zbywalne, których obrót odbywa się na Towarowej Giełdzie Energii. Warunek uzyskania takiego certyfikatu to produkcja en. elektrycznej i ciepła w wysokosprawnej ko generacji tzn. sprawność ogólna liczona w skali roku musi być wyższa niż 75 %.



Agregat kogeneracyjny jest w stanie pracować efektywnie w zakresie od 40 do 100% mocy znamionowej. Przy czym każde zmniejszanie mocy poniżej 100% obciążenia znamionowego skutkuje zmniejszeniem sprawności elektrycznej o ok 3 - 5 punktów % pomiędzy obciążeniem 100% a 50%. Jednocześnie koszt pracy takiego agregatu (pomijając koszt paliwa) czyli koszty oleju i części zamiennych są niemal identyczne, gdyż agregat pracuje z stałą prędkością niezależnie od obciążenia



Rysunek 2 Schemat agregatu kogeneracyjnego z odbiorem ciepła z spalin (rysunek poglądowy)

SFGM 560 GAZ ZIEMNY

Agregat SFGM 560 to obecnie jeden z najbardziej zaawansowanych technicznie agregatów kogeneracyjnych składa się z silnika gazowego napędzającego generator prądu zmiennego 50Hz/400V (w ten sposób wytwarzana jest en. elektryczna). Dodatkowo w trakcie



pracy agregat wytwarza ciepło pochodzące z chłodzenia intercoolera, instalacji olejowej, bloku silnika i dochładzania spalin. Dzięki pracy w oparciu o obieg Millera charakteryzuje się on niezwykle wysoką sprawnością elektryczną na poziomie 39,5%, oraz niskimi kosztami eksploatacyjnymi.

Agregat wyposażony jest w suchy kolektor spalinowy dzięki czemu temperatura spalin opuszczających agregat wynosi 498°C co znacznie ułatwia pracę układu odzysku ciepła z spalin.

W skład agregatu kogeneracyjnego wchodzi:

- Genset składający się z kompletnego silnika spalinowego na gaz ziemny wraz z generatorem,
- Akcesoria silnika: ścieżka gazowa, połączenia elastyczne, instalacja olejowa, bateria akumulatorów, okablowanie silnika,
- Panel sterowniczy agregatu,
- Szafa zasilająca i wyprowadzenia mocy,
- System odbioru ciepła z agregatu (obieg zewnętrzny HT 85/70°C i LT 55/60°C) obejmujący system odbioru ciepła z Intercoolera, chłodnicy oleju, bloku silnika. Ciepło to wydawane jest na zewnątrz w postaci dwóch strumieni wody o parametrach 85/70°C i 60/55°C.
- Układ chłodzenia awaryjnego dla obiegów LT i HT
- Tłumik hałasu.

Kompletny agregat jest wykonywany w fabryce GUASCOR w Hiszpanii. Posadowienie i montaż końcowy u Inwestora wykonuje generalny dystrybutor pod nadzorem firmy GUASCOR.

Dane techniczne

1. Moduł

Typ agregatu			SFGM 560
Rodzaj paliwa			Gaz ziemny Gz-50
Moc silnika(1)		kWb	1029
Moc elektryczna (5)		kWe	1000
Obroty		rpm	1500
Napięcie		V	400
Częstotliwość		Hz	50
Zużycie paliwa	±5%	kWch	2529
Sprawność mechaniczna		%	40,7
Sprawność elektryczna		%	39,5
Obieg zewnętrzny HT	±5%	kWt	510kW
Temperatura wejścia HT		°C	70
Temperatura wyjścia HT		°C	85
Obieg pomocniczy LT	±8%	kWt	176kW
Temperatura wejścia		°C	55
Temperatura wyjścia		°C	65
Temperatura spalin przed schłodzeniem		°C	498
Moc spalin przy schłodzeniu do 120°C	±8%	kWt	611
Przepływ spalin (mokre)	Ok.	kg/h	5060
Powietrze do spalania (1)	Ok.	kg/h	4870
Powietrze do chłodzenia(2)	Ok.	m ³ /h	72100
Pojemność miski olejowej(3)		l	232
Zużycie oleju	Ok.	g/kWh	0,2
Szerokość agregatu (6)		mm	1736
Długość agregatu(6)		mm	4584
Wysokość agregatu(6)		mm	2475
Masa suchego agregatu(6)		kg	9300

- (1) Zgodnie z ISO 3046
- (2) Przy DT=5°C, uwzględnia powietrze do spalania
- (3) Bez rur i wymienników
- (4) Średnio pomiędzy przeglądami
- (5) Przy 50Hz/400V AC, cos(fi) = 1, Liczba metanowa >90
- (6) Może ulec niewielkim zmianom

2. Silnik

PRODUCENT	GUASCOR
OBIEG TERMODYNAMICZNY	MILLER 4 SÓW
TYP SSANIA	TURBODOŁADOWANY Z DWUSTOPNIOWYM CHŁODZENIEM MIESZANKI
PREDKOŚĆ OBROTOWA	1500 RPM
PRACA	CIĄGŁA

SILNIK		SFGM 560
LICZBA CYLINDRÓW		16V
POJEMNOŚĆ	l	56,3
SKOK	mm	160
DŁUGOŚĆ CYLINDRA	mm	175
SPRĘŻ		12:1

Poziom Hałasu zgodnie z ISO 9614-2

Poziom mierzony w odległości 1m od emitora zgodnie z UNE-EN ISO 1203-1996

Maksymalna odchyłka $\pm 4\text{dB(A)}$

Częstotliwość (Hz)	SFGM 560	
	Silnik	Spaliny
63	--	102
125	76	121
250	92	125
500	89	122
1000	89	118
2000	99	115
4000	85	119
LPA $\Sigma\text{dB(A)}$	97	129



3. Generator

Napięcie	V	400
Prędkość obrotowa	rpm	1500
Częstotliwość	Hz	500
Łożyskowanie	-	1
Dokładność napięcia	%	±1,5
Klasa izolacyjności		H
Klasa cieplna		F
Typ regulacji	Sterowany elektronicznie AREP+PMI	
Stopień ochrony		IP 23
Regulacja napięcia	%	± 5
Pojemność prądu w krótkiej pętli 300%		
- Trójfazowy	s	3
- Pomiędzy fazami		2
- Pomiędzy fazą i przewodem neutralnym		1
Wyprowadzenie mocy		Lewa strona
Typ chłodzenia		Samo wentylujący się IC01
Tryb pracy		Ciągła 24/24h
Dopuszczalna temp. Powietrza	°C	<40
Dopuszczalna wysokość nad powierzchnia morza	m	<1000

4. System sterowania

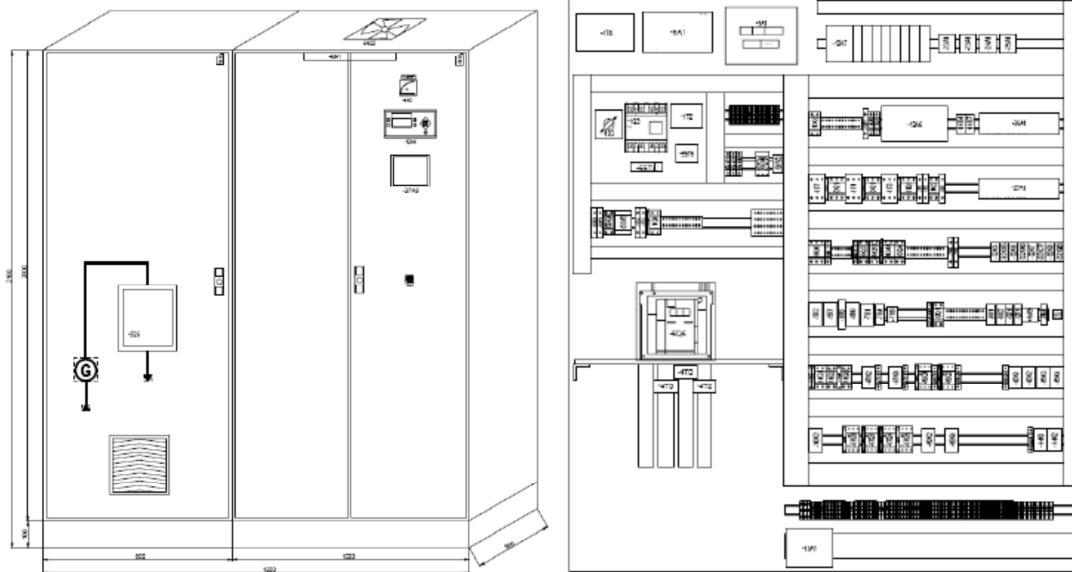
Agregat SFGM 560 wyposażony jest w niezwykle nowoczesny system sterowania pracą agregatu. System ten kieruje wszystkimi funkcjami sterowania pracą silnika:

- Systemem zapłonowym,
- Systemem przygotowania mieszanki paliwowo-powietrznej,
- Systemem kontroli prędkości obrotowej,
- Systemem startowym i wyłączeniowym silnika,
- Systemem kontroli parametrów pracy silnika,
- Systemem alarmów i układami ochrony silnika (m.in. system ochrony przed spalaniem stukowym).



Agregat wyposażony jest również w szafę sterującą zasilającą i wyprowadzenia mocy.

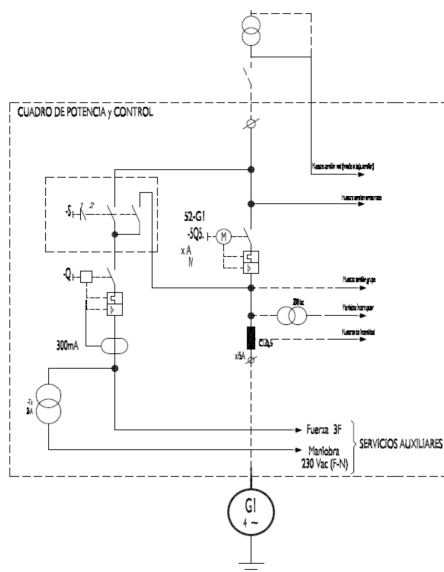
System sterowania agregatu wyposażony jest w dotykowy panel z którego, możliwy jest podgląd wszystkich parametrów agregatu, oraz sterowanie agregatu w trybie ręcznym (awaryjnie). System sterowania agregatu posiada wejścia i wyjścia do nadrzędnego systemu sterownia SCADA. Tak aby możliwe było zdalne zmienianie parametrów agregatu.



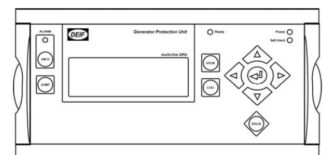
System sterowania agregatu zarządza również pracą wszystkich napędów układu odbioru, stabilizacji i odbioru ciepła wytwarzanego na agregacie i obejmuje sterowanie:

- pompą chłodzenia obiegu głównego agregatu
- pompą chłodzenia obiegu intercoolera
- pompą chłodzenia układu zewnętrznego agregatu wysył ciepła
- zaworami trójdrogowymi stabilizacji temperatury

Agregat posiada zdolność płynnej regulacji mocy w zakresie od 40 do 100% obciążenia znamionowego.



Agregat SFGLD 360 standardowo przystosowany jest do pracy równoległej z siecią elektroenergetyczną i pracy wyspowej. Wyposażony jest w jednostkę synchronizacyjno-zabezpieczającą agregat (DEIF). Układ monitoruje częstotliwość i napięcie w sieci i dostosowuje parametry pracy agregatu. W wypadku powstania zakłóceń (po stronie sieci lub agregatu) jednostka rozsynchroizowuje agregat. W wypadku pracy wyspowej agregatu DEIF określa częstotliwość, oraz napięcie na agregacie.



5. System cieplny



Ciepło użyteczne w agregacie wytwarzana jest w dwóch obiegach HT - chłodzenia pierwszego stopnia Intercoolera, i bloku silnika, oraz LT – chłodzenia instalacji olejowej i drugiego stopnia intercoolera. W celu zabezpieczenia wymienników wewnętrznych i bloku silnika przed możliwym uszkodzeniem wynikającym z szkodliwego wpływu zanieczyszczonego chłodziwa lub zamarznięcia chłodziwa układy te zostały wyizolowane za pomocą wewnętrznego obiegu glikolu. W tym układzie zwanym obiegiem głównym mieszanka wody i glikolu (roztwór 35%) przepływa przez pierwszy stopień intercoolera, kolejnie poprzez blok silnika i zostaje podgrzana do 90°C. Tak podgrzane chłodziwo trafia na wymiennik płytowy (dopuszczalne ciśnienie pracy 10 bar), gdzie następuje schłodzenie mieszanki za pomocą wody (lub innego chłodziwa) pracującego w obiegu zewnętrznym. Podobnie pracuje układ LT z tym, że tu chłodziwo przepływa przez chłodnicę oleju i drugi stopień intercoolera.

Obieg zewnętrzny agregatu jest to centralny system odbioru ciepła wytwarzanego na module. Chłodziwem obiegu standardowo jest woda o max. temperaturze na wejściu 70°C. Woda przepływając na przez wymiennik płytowy oddzielający obieg główny od obiegu zewnętrznego schładza chłodziwo silnika. Temperatura wyjścia wody z modułu wynosi 85°C. Maksymalne dopuszczalne ciśnienie pracy 10bar. W celu utrzymania właściwej temperatury wody na wyjściu z modułu, oraz w celu zabezpieczenia agregatu przed zbytym wychłodzeniem układ jest wyposażony w zawór trójdrogowy podnoszący temperaturę powrotu do 70°C (w wypadku niższej temperatury), poprzez zmieszanie wody powrotnej na agregat z wodą wychodzącą z modułu (temp. 85°C). Pompa zewnętrzna pracując na falowniku zapewnia stabilną temperaturę wysyłu na poziomie 85°C. W układzie LT podobnie zamontowany jest zawór trójdrożny i pompa na falowniku tak aby zapewnić stabilną temperaturę na wyjściu 60°C

Uwaga: W celu zabezpieczenia właściwego powrotu na agregat sugeruje się montaż u układu chłodzenia awaryjnego chroniącego moduł przed przegrzaniem.

Obieg chłodzenia obiegu LT i HT składa się z wymienników płytowych woda-glikol połączonych z chłodniami wentylatorowymi w obiegu glikolowym. Układy te są wspólne dla całej elektrowni.



6. Osiągane sprawności

Stopień obciążenia agregatu	100%	80%	60%	40%
Moc mechaniczna silnika (1)	1029 kW	823 kW	617 kW	412 kW
Moc elektryczna (2)	1000 kW	798 kW	598 kW	399 kW
Zużycie paliwa	2529 kW	2071 kW	1621 kW	1172 kW
Sprawność elektryczna	39,5%	38,5%	36,9%	34%

(1) Zgodnie z ISO 3046

(2) Przy 50Hz/400V AC, $\cos(\phi) = 1$, Liczba metanowa >90

7. Tłumiki hałasu

Hałas generowany przez spaliny z agregatu wynosi 129dB(A) przy pracy z pełną mocą, aby uzyskać wymagany poziom hałasu moduł kogeneracyjny wyposażony jest w tłumik hałasu o tłumliwości 30dB(A) wykonany z stali czarnej.



8. Harmonogram przeglądów okresowych

Dyspozycyjny czas pracy agregatu SFGLD 360 wynosi **8000h/rok**. W celu bezpiecznej i wieloletniej pracy agregat należy poddawać okresowym przeglądom serwisowym. Aby zapewnić niezawodność pracy jednostki należy używać jedynie oryginalnych podzespołów i oleju marki GUASCOR, oraz przestrzegać reżimu pracy.

Przegląd [E0] codziennie:

Operacje do wykonania przy wyłączonym silniku

- spusty obiegów chłodziwa - automatyczne sprawdzenie zaworów spustowych
- odpływ kondensatu z rury wydechowej
- sprawdzenie temperatury i ciśnienie oleju podczas fazy smarowania
- na bagnecie sprawdzić możliwość podniesienia poziomu oleju w misce oleju, ze względu na wycieki płynu chłodzącego
- sprawdzić podgrzewanie oleju razem z grzałką,
- czyszczenie silnika i jego okolic

Operacje, które mogą być przeprowadzane na biegu jałowym silnika

- sprawdzić poziom oleju

Operacje, które mogą być przeprowadzane przy ustabilizowanym silniku

- sprawdzenie poziomu chłodziwa/ ciśnienia - spusty obiegów
- sprawdzić ciśnienie oleju
- sprawdzić poziom uszczelnienia filtr powietrza (po presostacie)
- sprawdzić temperaturę oleju, chłodziwa i gazów spalinowych
- sprawdzenie stanu filtra oczyszczalnika, systemu recyrkulacji gazów z skrzyni korbowej,

- kontrola ciśnienia w skrzyni
- zapisywanie parametrów silnika i podstawowe regulacje
- kontrola stabilności eksploatacyjnej i nietypowe dźwięki
- wykrywanie i naprawa wycieków: gazu, chłodziw, oleju, spalin

Przegląd [**N1**] po **100h** pracy jednostki:

- wymiana oleju (pompa oleju chłodnicy), MOTOROIL 3040 PLUS
- wymiana filtrów oleju
- analiza oleju
- kontrola filtra gazu
- regulacja zaworów. Zmierzyć wysokość zaworu
- sprawdzanie, i w razie potrzeby, dostosowanie stosunku paliwo / powietrze
- pomiar powrotnego ciśnienia spalin
- sprawdzić temperaturę amortyzatora drgań
- sprawdzić szczelność wszystkich połączeń, chłodziw, gazów i system spalin
- kontrola kołnierzy i dokręcanie zacisków
- kontrola zacisków: akumulatora, sprzęgła elastycznego, filtra powietrza, rury wydechowej, rur oleju, itp.

Prace konserwacyjne wykonane poniżej (ozn. typ E) należy traktować jako dodatek. Odpowiednio wykonywanie każdego zadania E1 oznacza, że wszystkie poprzednie E-0 za każdym razem również są wykonywane

Przegląd [**E1**] po **1 500h** pracy jednostki:

- analiza oleju
- zmiana oleju
- czyszczenie metalowej gąbki oczyszczalnika oleju
- pomiar ciśnienia w skrzyni korbowej
- sprawdzenie i w odpowiednich przypadkach, dostosowanie stosunku paliwo/powietrze
- kontrola , w razie potrzeby wymiana głównego filtra powietrza
- regulacja zaworów
- sprawdzić urządzenia zabezpieczające i połączenia: wyłączniki temperatury i ciśnienia
- sprawdzić poziom kwasu w akumulatorze
- sprawdzić filtr recyrkulacji gazów ze skrzyni korbowej i system czyszczenia tego obwodu
- sprawdzić akumulatory i połączenie rozrusznika

Przegląd [**E2**] po **3 000h** pracy jednostki:

- zmiana filtra powietrza
- zmiana filtra recyrkulacji gazów ze skrzyni korbowej

Przegląd [**E3**] po **6 000h** pracy lub **raz na rok** jednostki:

- sprawdzenie czasu zapłonu
- sprawdzenie temperatury amortyzatora drgań
- wymiana głównego i pomocniczego filtra powietrza
- sprawdzić uszczelki pokrywy zaworów i wymienić w razie potrzeby
- zdemontować, oczyścić i dopasować wszystkie prędkości i zapłon pick-up

- pomiar ciśnienia powrotnego spalin
- wymiana płynu chłodniczego
- sprawdzić odpowiednim momentem czujniki spalania stukowego (20Nm)

Przegląd [R1] po **15 000h** pracy:

- odremontować głowicę cylindrów
- sprawdzić system zaworowy: popychacze zaworowe, dźwigienki, laski popychacza, połączenia kulowe, rolki popychacza dźwigniowego i krzywki
- pomiar zużycia tulei cylindrowej
- wymienić przewody wysokiego napięcia
- odremontować turbosprężarkę
- czyszczenie obiegu dolotowego, z filtra powietrza do intercoolera
- czyszczenie miski olejowej
- wymiana i czyszczenie systemu chłodzenia
- sprawdzenie i czyszczenie systemu chłodzenia
- czyszczenie rur węzłowych i zmiana uszczelek w wymienniku ciepła i chłodnicy
- wymiana termostatu (tylko silniki V)
- test termostatów obiegu chłodziwa i wymienić w razie potrzeby
- test kontrolny urządzeń bezpieczeństwa : przełączniki temperatury i ciśnienia
- sprawdzić łożyska przepustnicy i wymienić w razie potrzeby
- smarować i sprawdzić luzy w przegubach kulowych łączących kontrolę prędkości i zmienić w razie potrzeby
- dokręcić połączenie w systemie spalania stukowego jednostki
- sprawdzić ładowanie alternatora
- analiza krzemu wewnątrz amortyzatora

Przegląd [R2] po **30 000h** pracy:

- wymiana tłoków
- wymiana pierścieni tłokowych
- wymiana tulei cylindrowych
- sprawdzić stan sprzęgła elastycznego i wymienić w razie potrzeby
- kontrola elastycznych zawiesznień i centrowanie
- sprawdzić bicie osiowe i promieniowe wału korbowego
- sprawdzić korbowody i wymienić w razie potrzeby
- wymienić łożyska korbowodowe
- zmiana śrub łączących korbowód (dokręcać tylko 3 razy tą samą śrubę). Po każdym dociągnięciu śruby (dokręceniu należytnym momentem) należy to oznaczać na łbie śruby, poprzez napunktowanie znaku.
- wymienić termostaty w obiegu chłodzenia
- odremontować pompę wody w obiegu chłodzenia

Przegląd [R3] po **60 000h** pracy jednostki:

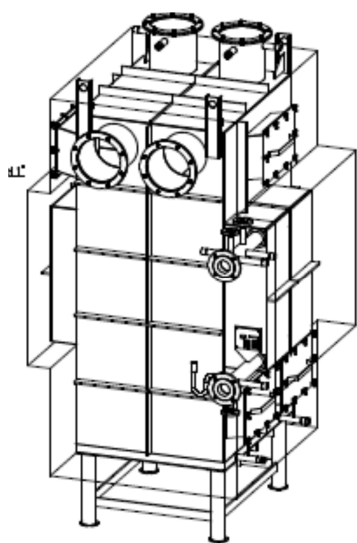
- Kapitalny remont silnika, wraz z jego głównymi elementami i systemami:

Blok silnika

Wał korbowy

- kontrola wałka rozrządu i panewek
- kontrola rozrządu i wymiana łożysk kulkowych
- kontrola pompy oleju: sprawdzenie przekładni i wymiana tulejek
- zmiana śrub mocujących przeciwwagi wału korbowego
- zmiana amortyzatora drgań
- ogólna kontrola: płynu chłodzącego, oleju, gazu, wlotu powietrza, gazów spalinowych, systemów automatyki, instalacji elektrycznej. Wymienić w razie potrzeby.
- wymiana turbosprężarki

INSTALACJE TOWAŻYSZACE



Wielką zaletą agregatów firmy GUASCOR jest najwyższe na rynku dyspozycyjne ciśnienie spalin pozwalające na zastosowanie unikatowej technologii kondensacji spalin na dodatkowym wymienniku spaliny-woda. Polega ona na zamontowaniu za wymiennikami spalinowymi agregatów kogeneracyjnych dodatkowych wymienników kondensacyjnych firmy Viessmann wykonanych z stali nierdzewnej. Celem wymienników jest obniżenie temperatury spalin do poziomu 70-80°C i pozyskanie dodatkowej porcji ciepła z tytułu kondensacji spalin. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwe jest osiągnięcie sprawności ogólnej nawet do 100%.

Kolejną cechą wyróżniającą agregaty GUASCOR jest najwyższa na rynku temperatura spalin. Dzięki zastosowaniu suchego kolektora temperatura spalin opuszczających silnik przekracza 460° i w zależności od typu agregatu może dochodzić do 500°C. Umożliwia to efektywną produkcję pary na odzysknicowym kotle parowym montowanym w miejsce standardowego wymiennika spaliny-woda. Dodatkowo wysoka temperatura pozwala na pracę kotła z znacznie wyższymi ciśnieniami pary niż w typowych układach.



Połączenie odzysknicowego kotła parowego z wymiennikiem kondensacyjnym pozwala na niezwykle efektywną pracę układu.