



Turbosprężarki

Uszkodzenia:
przyczyny, środki zaradcze i zapobieganie

Wstęp

MAHLE jest wiodącym partnerem w dziedzinie rozwoju i producentem elementów i systemów silnikowych dla przemysłu motoryzacyjnego.

Wspólnie z producentami silników i pojazdów na całym świecie inżynierowie firmy MAHLE opracowują wyroby o najwyższej jakości.

Te same wysokie wymagania jakościowe obowiązują również w stosunku do części zamiennych przeznaczonych na rynek wtórny.

Liczne kontrole w czasie trwania i po zakończeniu produkcji gwarantują niezmiennie wysoki poziom jakości wyrobów MAHLE. Jeżeli podczas eksploatacji dojdzie do niespodziewanej awarii, to jej przyczyna tkwi zwykle w otoczeniu silnika. Przyczynami awarii mogą być również błędy obsługi, błędy montażowe lub stosowanie nieodpowiednich narzędzi.

Niniejsza broszura opisuje typowe uszkodzenia. Wskazuje ich przyczyny i możliwości ich uniknięcia w przyszłości. To znacznie ułatwia poszukiwanie przyczyn usterek. Wskazówki pomagają zapewnić długie i niezawodne działanie naszych produktów, a tym samym – odpowiednio długą żywotność silnika.

Nasi eksperci mają również do czynienia z dużo bardziej skomplikowanymi uszkodzeniami, których wyjaśnienie wykraczałoby jednak poza zakres niniejszej broszury. W przypadku niejasności związanych z uszkodzeniami naszych produktów chętnie przebadamy je u nas i przygotujemy dla Państwa stosowną ekspertyzę. Prosimy o kontakt z odpowiednim partnerem dystrybucyjnym w Państwa okolicy.

Spis treści

Budowa i zasada działania turbosprężarki	4
1. Brak smarowania	6
2. Zanieczyszczony olej	8
3. Wyciek oleju	10
4. Uszkodzenia przez ciała obce	12
5. Zbyt wysoka temperatura spalin	14
6. Za wysoka prędkość obrotowa	16
Nasz asortyment produktów	18
Serwisy informacyjne MAHLE	19



Więcej informacji:

www.mahle-aftermarket.com

Budowa i zasada działania turbosprężarki

Turbosprężarka – jako agregat

Turbosprężarki są stosowane do zwiększania mocy oraz do optymalizacji spalania. Aby zapewnić dobre i całkowite spalanie w silniku konieczne jest zachowanie stosunku mieszania 1 kg paliwa na ok. 15 kg powietrza (stechiometryczna mieszanka paliwowa). Ta ilość powietrza odpowiada objętości ok. 11 m³. Doładowanie powoduje podwyższenie gęstości powietrza i tym samym zwiększenie jego ilości.

Na skutek doładowania następuje znaczne polepszenie stopnia napełnienia cylindrów i tym samym sprawności silnika spalinywego. Ponadto możliwe jest wyraźne zwiększenie momentu obrotowego, połączone ze wzrostem mocy. Silnik z turbodoładaniem o takiej samej mocy, jak silnik wolnossący może mieć więc mniejszą pojemność skokową i tym samym mniejszą masę (downsizing).

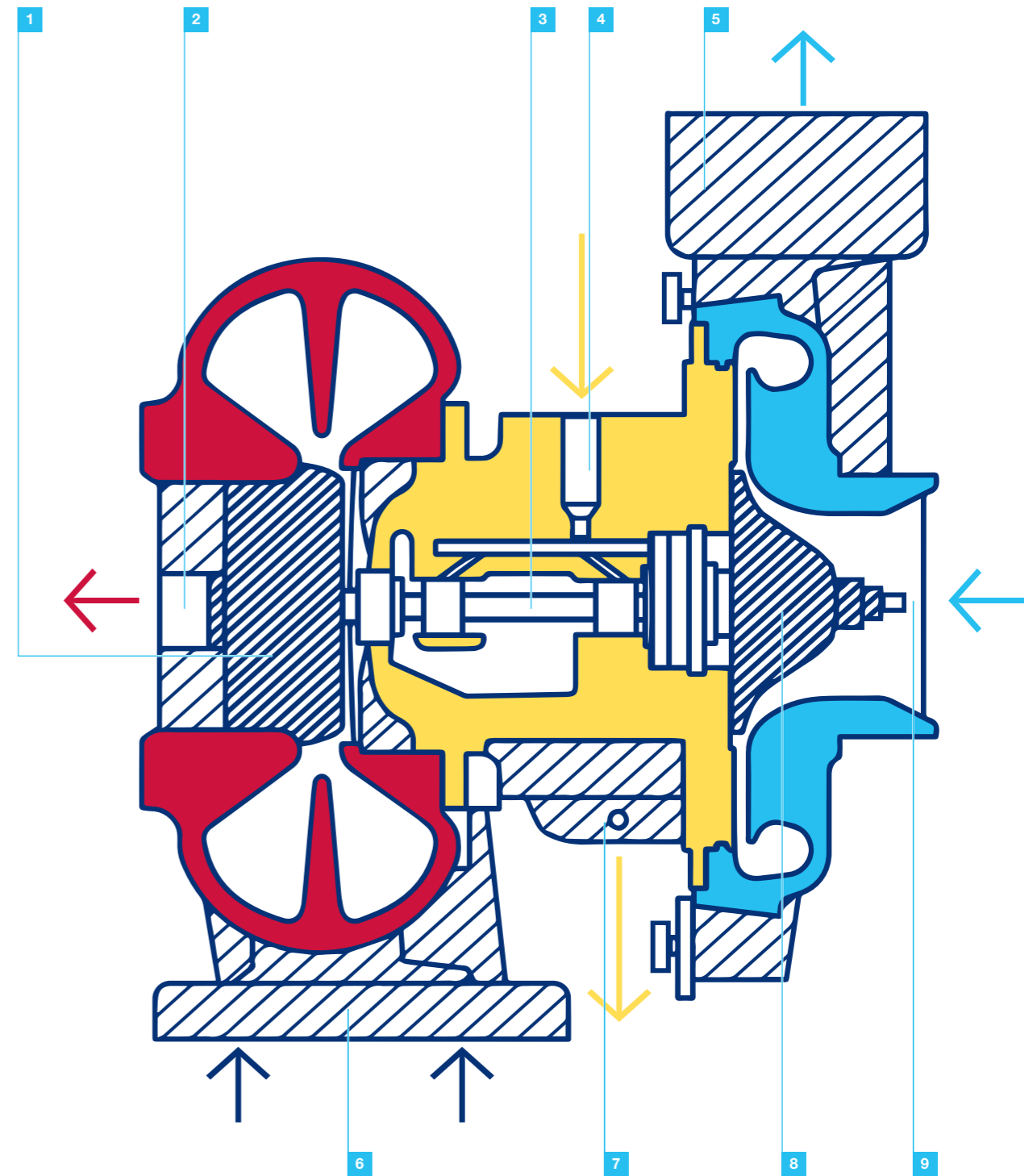
Sercem każdej turbosprężarki są elementy ruchome, składające się z wirnika turbiny na wale z wirnikiem sprężarki. Wirnik turbiny znajduje się po stronie spalin. Jest on połączony trwale z wałem, np. w procesie zgrzewania ciernego lub laserowego. Wirnik sprężarki jest zamontowany na drugim końcu wału, typowo za pośrednictwem połączeń śrubowych.

Strumień spalin z silnika przepływa przez turbinę. Powoduje to rozpedzenie wirnika turbiny do wysokich obrotów, który przez wał napędza wirnik sprężarki. Prędkość obrotowa turbiny zależy od jej wykonania oraz od ilości spalin. W małych turbosprężarkach elementy wirujące osiągają prędkość obrotową do 300 000 obr./min. Aby nie zniszczyć turbosprężarki i silnika, ciśnienie doładowania jest z reguły ograniczone przez układ regulacji ciśnienia doładowania.

Wymiana turbosprężarki: na co zwrócić uwagę

Zarówno konstrukcyjnie, jak i z punktu widzenia funkcjonalności, turbosprężarka jest dopasowana do żywotności silnika. W praktyce jednak wysokowydajne podzespoły, znajdujące się w układzie wydechowym, są narażone na różne czynniki ryzyka, które mogą spowodować przedwczesną usterkę.

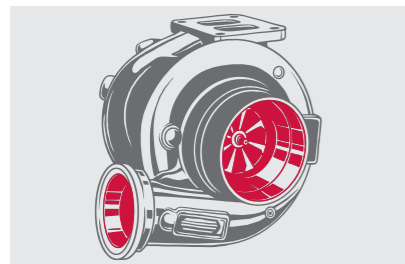
Warunkiem pomyślnej naprawy jest przeanalizowanie przyczyn i ich usunięcie. W przeciwnym razie istnieje ryzyko szybkiego uszkodzenia nowej turbosprężarki.



- | | | | |
|---|-----------------|---|------------------|
| 1 | Wirnik turbiny | 6 | Wlot turbiny |
| 2 | Wylot turbiny | 7 | Wyciek oleju |
| 3 | Wał wirnika | 8 | Wirnik sprężarki |
| 4 | Wlot oleju | 9 | Wlot sprężarki |
| 5 | Wylot sprężarki | | |

1. Brak smarowania

Brak smarowania w turbosprężarce



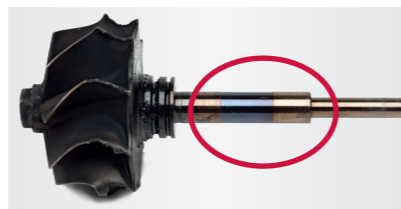
Brak smarowania należy do najczęstszych przyczyn awarii turbosprężarki. Jeżeli turbosprężarka nie jest zasilana wystarczającą ilością oleju, dochodzi do jej uszkodzenia w bardzo krótkim czasie. Powodem są bardzo wysokie prędkości obrotowe turbosprężarki.



Ilustracja 1:
Wirnik sprężarki po uderzeniu w korpus



Ilustracja 2:
Ślady tarcia w korpusie sprężarki



Ilustracja 3:
Zabarwienie wału



Ilustracja 4:
Napawany na wale materiał łożyska



Ilustracja 5:
Złamany wał



Ilustracja 6:
Skręcona tulejka łożyskowa



Ilustracja 7:
Zniszczone łożysko promieniowe

Skutki

- Ślady tarcia na korpusie (ilustracja 2). Z uwagi na uszkodzenie łożyska doszło do uderzenia wirnika sprężarki i wirnika turbiny w korpus turbosprężarki (ilustracja 1).
- Przy zbyt niskim ciśnieniu doładowania silnik wykazuje zbyt małą moc: elementy wirujące nie osiągają maksymalnej prędkości obrotowej i nie mogą przez to wytworzyć pełnego ciśnienia. Przyczyną tego jest tarcie półpłynne, spowodowane brakiem smaru.
- Z układu wydechowego wydostaje się czarny dym. Silnik nie otrzymuje wystarczającej ilości powietrza; mieszanka paliwowo-powietrzna jest zbyt tłusta.
- Na wale widoczne są wyraźne zmiany koloru (ilustracja 3). Powstają one na skutek tarcia i spowodowanej przez nie wysokiej temperatury pomiędzy wałem i łożyskami. Przyczyną jest brak smarowania. Gdy temperatura przekroczy określoną wartość, następuje napawanie materiału łożyska na wał (ilustracja 4) lub zespolenie tulei łożyskowej z wałem.
- Złamany wał (ilustracja 5) to skutek długiej pracy turbosprężarki z niewystarczającą ilością oleju. Może przy tym dojść do wyżarzenia materiału wału i jego złamania.
- W przypadku zespolenia tulei łożyskowych, zamontowanych na stałe w korpusie łożyska,

z wałem może dojść do obracania się tulei w korpusie (ilustracja 6).

- Na skutek tarcia półpłynnego wał może ulec gwałtownemu zablokowaniu w korpusie łożyska. Gdyby doszło do takiego gwałtownego zablokowania elementów wirujących może nastąpić odkręcenie nakrętki zabezpieczającej wirnika sprężarki.
- Po uderzeniu w korpus turbosprężarki elementy wirujące mogą wykazywać znaczne niewyważenie. W konsekwencji istnieje niebezpieczeństwo zniszczenia łożyska promieniowego (ilustracja 7).
- Ze względu na niewłaściwy olej lub wyłączenie gorącego silnika może dojść do zanieczyszczenia nagarem korpusu łożyska.
- Łożyska promieniowe uległy zatarciu.
- Łożysko osiowe wykazuje ślady zatarcia lub osady nagaru olejowego.
- Wybite łożyska mogą powodować zbyt duże zataczanie wału, co z kolei może doprowadzić do uszkodzenia kołnierza łożyska.

Przyczyny

- Poziom oleju w silniku jest za niski. Na skutek tego także turbosprężarka jest niewystarczająco smarowana i chłodzona olejem.
- Użyty olej nie jest wystarczająco odporny na działanie temperatury. W rezultacie

powstaje więcej nagaru olejowego, a przewód zasilający olejem oraz otwory olejowe w korpusie łożysk turbosprężarki mogą zostać zanieczyszczone nagarem.

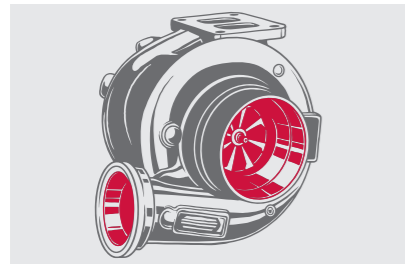
- W przypadku wyłączenia zbyt gorącego silnika otwór doprowadzający olej może zostać zanieczyszczony nagarem, co uniemożliwi wystarczające zasilanie olejem turbosprężarki.
- Jeżeli zimny silnik zostanie od razu rozrządony do wysokiej prędkości obrotowej, istnieje ryzyko zerwania warstwy oleju w turbosprężarce.
- Jeśli w obiegu oleju znajdują się ciała obce, może nastąpić zatkanie przewodu zasilającego olejem lub korpusu łożyska turbosprężarki.
- Jeśli lepkość oleju jest zbyt duża, łożyska turbosprężarki nie są dostatecznie szybko zasilane olejem. Jeśli lepkość jest zbyt mała, niższa nośność może prowadzić do tarcia półpłynnego.
- Przy zasilaniu silnika biodieslem lub olejem roślinnym zachodzi niebezpieczeństwo zgęstnienia oleju silnikowego. Z powodu większej lepkości oleju nie da się go tłoczyć przez niewielkie otwory oleju w turbosprężarce.
- Przekrój otworu zasilającego korpus łożyska może być zredukowany przez nieprawidłową uszczelkę kołnierkową lub na skutek użycia płynnego środka uszczelniającego.

Środki zaradcze i zapobieganie

- Silnik musi być nagrzewany i nie może być wyłączany gorący, lecz musi mieć wcześniej możliwość wystygnąć.
- Silnik musi być zasilany wystarczającą ilością oleju.
- Dopuszczalne jest tylko stosowanie olejów silnikowych, zatwierdzonych przez producenta pojazdu i silnika.
- Należy unikać tylko jazdy po krótkich trasach.
- Należy bezwzględnie przestrzegać okresów międzyprzeglądowych, podanych przez producenta.
- Należy używać tylko najwyższej jakości filtrów oleju, przeznaczonych dokładnie do danego typu pojazdu.
- Używać zawsze odpowiedniego zestawu montażowego do turbosprężarki.
- Przy zasilaniu silnika biodieslem lub olejem roślinnym należy skrócić okresy międzyserwisowe co najmniej o połowę.

2. Zanieczyszczony olej

Zanieczyszczony olej w turbosprężarce



Brud, sadza, paliwo, woda, pozostałości spalania lub starte drobinki metalowe mogą zanieczyścić olej. Ze względu na bardzo wysoką prędkość obrotową turbosprężarki nawet najmniejsze cząstki obce w oleju mogą spowodować jej poważne uszkodzenie.



Ilustracja 1
Rowki w łożysku promieniowym



Ilustracja 2
Wirnik turbiny po otarciu się o korpus



Ilustracja 3
Nagar olejowy po stronie turbiny



Ilustracja 4
Wyraźne ślady zużycia na wale w łożyskowaniu

Skutki

- Nawet najmniejsze ciała obce w oleju powodują porysowanie tulei łożyskowych (ilustracja 1). Może dojść do znacznego zużycia pierścieni tłokowych turbosprężarki. Ponieważ zużyte pierścienie nie uszczelniają wystarczająco turbosprężarki, olej dostaje się na stronę turbiny. Widać to po zwiększonym zużyciu oleju.
- Luz elementów ruchomych ulega zwiększeniu wskutek zużycia tulei łożyskowych. Powoduje to nierównomierny ruch obrotowy i dotykane wirnika sprężarki lub turbiny do korpusu (ilustracja 2). Następnie może dojść do złamania wału.
- Na kołnierzu łożyska, to znaczy na tarczy oporowej łożyska osiowego, występują rowki.
- W łożysku osiowym widoczne są rowki lub ślady zatarcia.

- Zablokowany przewód oleju powoduje, że znajdujący się w turbosprężarce olej nie może odpływać i jest wytłaczany na stronę sprężarki i turbiny. Po stronie turbiny olej może przypalić się do wału i utworzyć nagar (ilustracja 3). Warstwa nagaru olejowego może spowodować znaczne zużycie korpusu łożyska i pierścieni uszczelniających.
- Wał łożyska wykazuje znaczne ślady zużycia w łożyskowaniach (ilustracja 4).

Przyczyny

- W razie przekroczenia okresów międzyprzeglądowych filtr oleju nie filtruje zanieczyszczeń z oleju w wystarczający sposób. Cząstki zanieczyszczeń dostają się wtedy przez otwarty zawór obejściowy filtra oleju do obiegu silnika.
- W przypadku eksploatacji silnika z zatkany filtr oleju te małe, ściernie cząsteczki nie mogą być odfiltrowane z oleju.

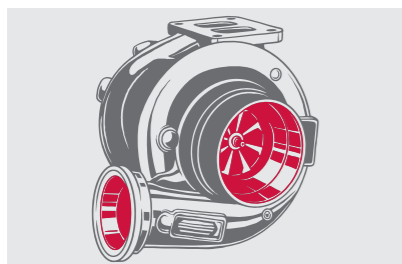
- Jeżeli uszczelka głowicy cylindrów lub chłodnica są nieszczelne, do obiegu oleju dostaje się woda, powodując jego rozrzedzenie. Prowadzi to do zmniejszenia nośności.
- W przypadku naprawy silnika bez wystarczającego czyszczenia przed ponownym montażem, zanieczyszczenia znajdują się w silniku jeszcze przed jego pierwszym uruchomieniem.
- Nie została wymieniona chłodnica powietrza doładowującego. Nagromadzony olej silnikowy, wióry lub odłamki z poprzedniej awarii dostają się typowo z opóźnieniem do silnika.
- Jeżeli silnik ulega znacznemu zużyciu, najczęściej metalowe produkty zużycia dostają się przez obieg oleju także do turbosprężarki.
- Gdy w silniku występują zakłócenia spalania, do oleju może dostać się niespalone paliwo. Rozrzedzenie oleju powoduje spadek jego nośności.

Środki zaradcze i zapobieganie

- Należy bezwzględnie przestrzegać okresów międzyprzeglądowych, podanych przez producenta.
- Należy używać tylko najwyższej jakości filtrów oleju, przeznaczonych dokładnie do danego typu pojazdu.
- Przy wymianie turbosprężarki należy zawsze montować nową chłodnicę powietrza doładowującego i nowy filtr powietrza. Ponadto należy wymienić olej wraz z filtrem oleju.
- Dopuszczalne jest tylko stosowanie olejów silnikowych, zatwierdzonych przez producenta pojazdu i silnika.
- Oczyścić korpus filtra powietrza i kanały powietrza doładowującego przez ich odkurzenie.

3. Wyciek oleju

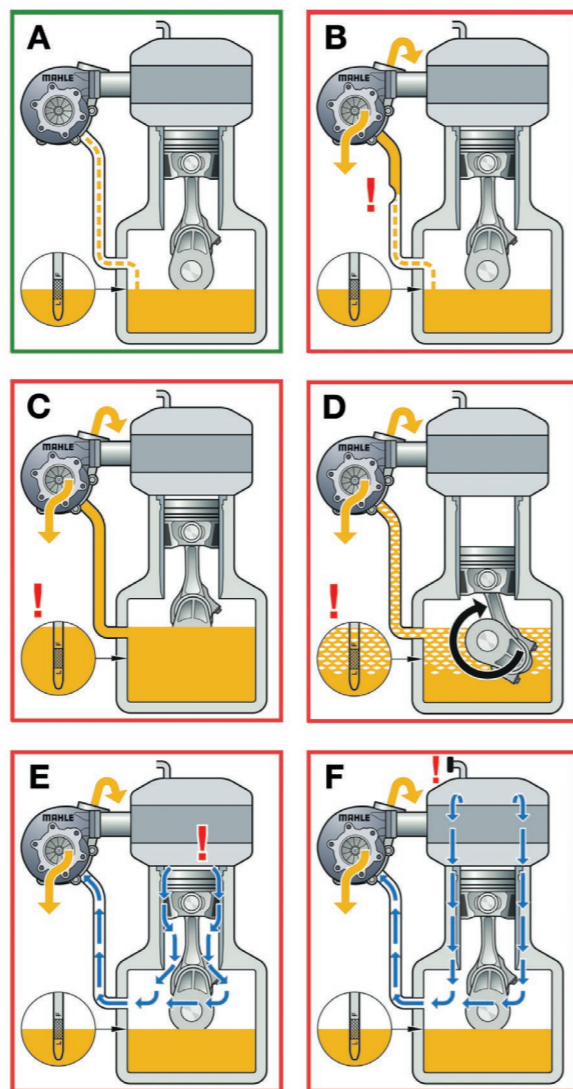
Wyciek oleju z turbosprężarki



Jeżeli silnik wykazuje zwiększone zużycie oleju i dymi na niebiesko, w analizie przyczyn należy uwzględnić turbosprężarkę. Warto wiedzieć: olej jest wytłaczany z korpusu turbosprężarki tylko wtedy, jeżeli w jej otoczeniu panują inne warunki robocze.



Ilustracja 1
Przewód powrotny oleju, zanieczyszczony nagarem



Ilustracja 2
Wyciek oleju z turbosprężarki. Szkic A przedstawia stan optymalny.

Skutki

- Z turbosprężarki od strony turbiny lub sprężarki wytłaczany jest olej.
- Z układu wydechowego wydostaje się niebieski dym.
- W układzie ssącym i w chłodnicy powietrza doładowującego nagromadził się olej silnikowy.
- Silnik traci moc.
- Silnik przyspiesza obroty w niekontrolowany sposób (tzw. „przekręcanie”) na skutek oleju silnikowego, nagromadzonego w chłodnicy powietrza doładowującego, który jest włączany do układu ssania silnika i ulega spalaniu.
- W przypadku turbosprężarki VTG na łopatkach kierujących może znajdować się nagar.

Przyczyny

- Jeżeli przewód powrotny oleju z turbosprężarki jest zatkany (ilustracja 1) lub załamany, olej nie może odpływać z turbosprężarki (ilustracja 2, szkic B). Możliwą przyczyną zatkania przewodu powrotnego może być jego zanieczyszczenie nagarem, spowodowane np. brakiem osłon termicznych, źle ułożony przewód powrotny, wyłączenie gorącego silnika, niska jakość oleju lub stosowanie płynnych środków uszczelniających. Ponieważ turbosprężarka jest nadal zasilana olejem z obiegu silnika, olej jest wytłaczany na stronę turbiny lub sprężarki.

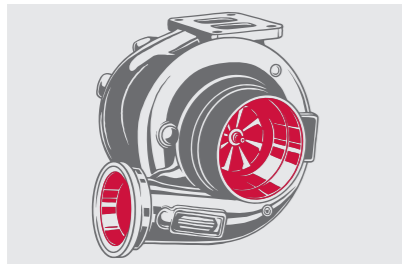
- Przy napełnieniu zbyt dużej ilości oleju do silnika, olej z przewodu powrotnego turbosprężarki nie może spływać z powrotem do miski olejowej (ilustracja 2, szkic C). Dodatkowo wał korbowy uderza w powierzchnię oleju. Powoduje to powstawanie piany olejowej, będącej dodatkową barierą dla oleju powrotnego z turbosprężarki (ilustracja 2, szkic D).
- Jeśli ciśnienie w skrzyni korbowej jest zbyt wysokie – albo na skutek zbyt wysokiego blow-by (ilustracja 2, szkic E), albo na skutek zatkania skrzyni korbowej (ilustracja 2, szkic F) – następuje jego przeniesienie także do przewodu powrotnego oleju. Utrudnia to powrót oleju z turbosprężarki, przez co olej jest wytłaczany po stronie turbiny lub sprężarki.

Środki zaradcze i zapobieganie

- Napełniać silnik tylko maksymalnie dopuszczalną ilością oleju.
- Dopuszczalne jest tylko stosowanie olejów silnikowych, zatwierdzonych przez producenta pojazdu i silnika.
- Przewód powrotny oleju musi być ułożony dokładnie tak samo jak w stanie oryginalnym. Ponadto zwrócić uwagę na zamontowanie wszystkich osłon cieplnych.
- Sprawdzić przepustowość przewodu powrotnego oleju i przyłączy do skrzyni korbowej. Zalecana jest zawsze wymiana przewodu i złącza.
- Sprawdzić tłoki i pierścienie tłokowe pod kątem zużycia i w razie potrzeby wymienić te elementy.
- Należy sprawdzić i ewentualnie wymienić odpowietrznik skrzyni korbowej.
- Przy wymianie turbosprężarki należy zawsze montować nową chłodnicę powietrza doładowującego i nowy filtr powietrza. Ponadto należy wymienić olej wraz z filtrem oleju.

4. Uszkodzenia przez ciała obce

Uszkodzenia przez ciała obce w turbosprężarce



Jeżeli od strony ssącej lub wydechowej dostaną się ciała obce, jak pył, piasek, śruby, części pierścieni tłokowych lub zaworów albo osadów, powoduje to z reguły całkowite zniszczenie turbosprężarki ze względu na bardzo wysoką prędkość obrotową. Konsekwencją mogą być też uszkodzenia chłodnicy powietrza doładowującego.



Ilustracja 1
Uszkodzone kierownice powietrza w zespole VTG

Skutki

- Ze względu na wcześniejsze uszkodzenia, ciała obce z silnika lub kolektora spalin mogą uszkodzić krawędzie natarcia wirnika turbiny.
- Uszkodzone i zgięte zostają kierownice zespołu VTG (ilustracja 1). Skutkiem jest znaczny spadek mocy.

- Ciała obce w zasysanym powietrzu powodują uszkodzenie wirnika sprężarki (ilustracja 2). Może to spowodować nawet całkowite starcie łopatek. Ponadto uszkodzony może zostać kanał ssący w korpusie sprężarki (ilustracja 3).
- Skropliny, które zamrzną w kanale ssącym, mogą uszkodzić wirnik sprężarki. Charakterystyczną cechą takiej przyczyny jest uszkodzenie tylko jednej łopaty turbiny: ze względu na dużą prędkość obrotową następuje rozbicie cząsteczek lodu po uderzeniu w pierwszą łopatę, wobec czego nie są uszkodzane inne łopaty (ilustracja 4).

Przyczyny

- Jeśli dojdzie na przykład do urwania zaworu lub uszkodzenia pierścieni tłokowych, ich fragmenty przedostają się przez kolektor ssący i uderzają w łopatki kierujące zespołu VTG, a następnie w wirnik turbiny.
- Zarówno nieszczelność w układzie ssącym, jak i zanieczyszczony albo uszkodzony filtr powietrza mogą być przyczyną penetracji ciał obcych do układu ssącego.
- Zimą skropliny mogą powodować tworzenie się lodu w układzie ssącym.

Środki zaradcze i zapobieganie

- Zwracać uwagę na szczelność układu ssącego.
- Po zakończeniu prac przy układzie ssącym należy bezwzględnie zagwarantować, że nie pozostały tam luźne części.
- Wymieniać filtr powietrza zgodnie z wymaganiami producenta, a korpus filtra powietrza i kanały powietrza doładowującego należy oczyścić przez odkurzenie.
- Należy unikać tylko jazdy po krótkich trasach.



Ilustracja 2
Wirnik sprężarki, uszkodzony przez ciała obce



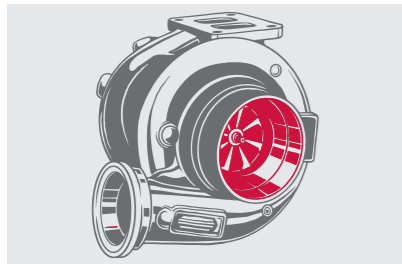
Ilustracja 3
Uderzenia ciał obcych w kanale ssącym obudowy sprężarki



Ilustracja 4
Uszkodzona tylko jedna łopata wirnika sprężarki

5. Zbyt wysoka temperatura spalin

Uszkodzenia na skutek zbyt wysokiej temperatury spalin



Każda turbosprężarka jest dobrana tylko do zdefiniowanego zakresu temperatury. W razie jego przekroczenia już w kilka sekund może dojść do uszkodzenia turbosprężarki.



Ilustracja 1
Pęknięcie korpusu turbiny

Skutki

- W korpusie turbosprężarki powstają pęknięcia (ilustracja 1).
- Przewody oleju mogą zostać zanieczyszczone nagarem: w przypadku zanieczyszczenia nagarem przewodu zasilającego turbosprężarka nie jest dostatecznie zasilana olejem. W przypadku zanieczyszczenia nagarem przewodu powrotnego, olej nie może odpływać i dochodzi do wytłoczenia oleju z turbosprężarki na zewnątrz (patrz też rozdział 3 „Wyciek oleju z turbosprężarki”, strona 10).

Przyczyny

- Na skutek tuningu zmieniony został poziom temperatury.
- W silniku wystąpiły zakłócenia spalania.
- Silnik został wyłączony w gorącym stanie.

Środki zaradcze i zapobieganie

- Turbosprężarkę można montować wyłącznie w przewidzianym do tego celu pojeździe.
- Montaż turbosprężarki jest dopuszczalny tylko w oryginalnym stanie, jaki dostarczył producent. Dokonywanie zmian technicznych jest niedopuszczalne.
- Po dużych obciążeniach, np. po jeździe z pełnym obciążeniem, należy zawsze ostudzić silnik przy średnich prędkościach obrotowych.

6. Za wysoka prędkość obrotowa

Za wysoka prędkość obrotowa w turbosprężarce



Podzespoły turbosprężarki są przystosowane do określonego zakresu prędkości obrotowych. W razie jego przekroczenia już w kilka sekund może dojść do całkowitego uszkodzenia turbosprężarki.



Ilustracja 1
Wgniecenia od tyłu wirnika sprężarki

Skutki

- Od tyłu wirnika sprężarki widoczne są niewielkie wgłębienia (ilustracja 1). Przy zbyt wysokiej prędkości obrotowej doszło do plastycznego odkształcenia materiału (typowo aluminium). Następuje jego płynięcie wraz ze zwiększeniem średnicy zewnętrznej.
- Jeżeli prędkość obrotowa będzie dalej rosła, może dojść do uderzenia wirnika sprężarki w korpus lub do jego rozerwania (ilustracja 2).

Przyczyny

- Na skutek tuningu nastąpiło przekroczenie maksymalnej dopuszczalnej prędkości obrotowej turbosprężarki.
- Blachy kierujące VTG zostały zablokowane przez nagar w pozycji do niskich prędkości obrotowych. Jeżeli nastąpi wtedy zwiększenie prędkości obrotowej silnika, dojdzie do rozbiegania turbosprężarki.
- Pneumatyczny lub elektryczny układ regulacji jest nieszczelny lub uszkodzony.








Środki zaradcze i zapobieganie

- Turbosprężarka musi zawsze pozostawać w stanie z chwili dostawy.
- Turbosprężarkę można montować wyłącznie w przewidzianych do tego celu pojazdach.
- Po dużych obciążeniach, np. po jeździe z pełnym obciążeniem, należy zawsze ostudzić silnik przy średnich prędkościach obrotowych.
- Dopuszczalne jest tylko stosowanie olejów silnikowych, zatwierdzonych przez producenta pojazdu i silnika.
- Należy bezwzględnie przestrzegać okresów międzyprzeglądowych, podanych przez producenta.



Ilustracja 2
Rozerwany wirnik sprężarki

Nasz asortyment produktów

<p>Części silnikowe</p> 	<p>Sprawdzona jakość – precyzyjne dopasowanie i trwałość</p> <ul style="list-style-type: none"> Tłoki Pierścienie tłokowe Tuleje cylindrowe Łożyska ślizgowe Podzespoły układów rozrządu Zestawy Turbosprężarki Regulowane pompy oleju Moduły ssące ze sterowaniem klapami Separatory mgły olejowej
<p>Uszczelki</p> 	<p>Asortyment uszczelki dostępny na całym świecie – do ponad 1 mln zastosowań</p> <ul style="list-style-type: none"> Uszczelki olejowe Szpilki głowicy cylindra Uszczelniacze
<p>Filtry</p> 	<p>Nasz asortyment filtrów – bezkompromisowe oczyszczanie</p> <ul style="list-style-type: none"> Filtry powietrza Filtry oleju Moduły filtra oleju Filtry paliwa Filtry kabinowe Wkłady osuszacze powietrza Filtry oleju przekładniowego Filtry mocznikowe Filtry CleanLine
<p>Chłodzenie silnika i klimatyzacja</p> 	<p>Wysoki komfort – dzisiaj i jutro</p> <ul style="list-style-type: none"> Chłodnice chłodziwa, chłodnice powietrza doładowującego Wentylatory i sprzęgła, wentylatory skraplacza/chłodnicy chłodziwa Zbiorniki wyrównawcze, kabinowe wymienniki ciepła Chłodnice recyrkulacji spalin, chłodnice oleju Elektryczne pompy chłodziwa Termostaty, łączniki termiczne Kompresory klimatyzacji, oleje do kompresora klimatyzacji Kondensatory klimatyzacji, filtry-osuszacze i akumulatory Parowniki, zawory rozprężne, dysze dławiące Dmuchawy kabinowe, przełączniki klimatyzacji Regulatory dmuchawy klimatyzacji i rezystory, nastawniki elektryczne do klap mieszających Czujniki
<p>Rozruszniki i alternatory</p> 	<p>Wydajne i trwałe – dla optymalnego rozruchu</p> <ul style="list-style-type: none"> Rozruszniki Alternatory
<p>E-mobilność i elektronika</p> 	<p>Innowacyjne rozwiązania dla przyszłościowej mobilności</p> <ul style="list-style-type: none"> Aktuatory i przełączniki Energoelektronika Różne czujniki Elektryczne układy napędowe
<p>Wyposażenie warsztatu i diagnostyka</p> 	<p>Efektywne rozwiązania na potrzeby konserwacji i serwisu</p> <ul style="list-style-type: none"> Diagnostyka TechPRO[®] TechPRO[®] Digital ADAS Urządzenia ArcticPRO[®] do serwisowania klimatyzacji Urządzenia FluidPRO[®] do płukania i wymiany oleju w automatycznych skrzyniach biegów Urządzenia NitroPRO[®] do napełniania opon azotem Analizator spalin EmissionPRO[®] Narzędzie programistyczne LogiqPRO[®] System czyszczenia OzonePRO[®] Zdalna diagnostyka RemotePRO[®] Diagnostyka akumulatorów w pojazdach elektrycznych BatteryPRO[®]

Serwisy informacyjne MAHLE

- Technical Messenger:** ciekawe informacje techniczne i aktualne rady związane z konserwacją i naprawami z użyciem wszystkich produktów MAHLE
mahle-aftermarket.com/technical-messenger
- Plakaty techniczne**
- Informatory na temat uszkodzeń**
- Animacje i filmy instruktażowe**
- Wykaz wielkości napełniania czynnika chłodniczego i oleju do kompresora**
mahle-aftermarket.com/filling-quantities
- Portal szkoleniowy**
training.mahle.com
- TechTool**
techtool.mahle.com
- Newsletter MAHLE Insider**
mahle-aftermarket.com/mahle-insider
- Katalog online produktów na rynek wtórny**
catalog.mahle-aftermarket.com
- Portal CustomerCare**
customercare.mahle-aftermarket.com
- Strona główna**
mahle-aftermarket.com
- Sklep internetowy MAHLE**
eshop.mahle-aftermarket.com
- Cyfrowy magazyn dla klientów**
mpulse.mahle.com
- mahlempulse na Instagramie**
- MAHLE na YouTube**
- MAHLE na Facebooku**



Infolinia techniczna MAHLE Aftermarket dla polskich klientów:

Telefon: +48 62 722 5656*

E-mail: technika.krotoszyn@mahle.com

Pon.–pt. w godzinach od 8:00 do 16:00

*Koszty za połączenie w Polsce różnią się w zależności od operatora (dotyczy Polski – połączenia zagraniczne mogą być objęte innymi opłatami)



MAHLE Insider

MAHLE Aftermarket GmbH
Pragstraße 26-46
70376 Stuttgart, Niemcy
Telefon: +49 711 501-0

www.mahle-aftermarket.com
www.mpulse.mahle.com