

# Wżery w tulejach cylindrowych

Często mechanicy stają przed problemem tulei, na powierzchni których pojawiają się niepożądane wyżłobienia.

Diagnoza brzmi: wystąpiła kawitacja. Co powoduje to zjawisko? Co mogą zrobić użytkownicy, by tego uniknąć?

Tuleje cylindrowe tzw. "mokre", posiadają płaszcz wodny, na którym stykają się bezpośrednio z czynnikiem chłodzącym. W tym rozwiązaniu powstające ciepło spalania jest efektywnie przeniesione i rozpraszane przez układ chłodzenia.

## Jak wygląda uszkodzenie spowodowane kawitacją?

### W jaki sposób powstaje?

Kawitacja powoduje powstanie na powierzchniach tulei cylindrowych, stykających się z chłodziwem, głębokich wżerów. To

zjawisko jest spowodowane drganiami silnika podczas jego pracy. Wibracje są przenoszone na otaczający tuleje płaszcz wodny, wprowadzając go w drgania. Kiedy ściana tulei powraca do pozycji podstawowej w cyklu wibracyjnym, zasysane są również cząstki płynu chłodzącego, co prowadzi do powstania bąbelków powietrza w tym obszarze. Kiedy tuleja wibruje z powrotem, bąbelki powietrza pękają do wewnątrz i wybijają

strumień pojedynczych atomów z jej powierzchni. Efektem jest punktowa korozja.

## Kawitacja, czy normalna korozja

Istnieją dwie cechy charakteryzujące uszkodzenie kawitacyjne:

- wgłębienia znajdują się tylko w obszarze płaszcza wodnego,
- w przeciwieństwie do normalnej korozji powierzchniowej, uszkodzenia powierzchni tulei następują w głąb materiału. Postępująca erozja może doprowadzić do powstania otworu i przedostania się chłodziwa w obszar pracy pierścieni tłokowych.

## Przyczyny powstawania wyrwań materiału

Brak dodatku zapobiegającemu powstawaniu pęcherzyków powietrza, w cieczy chłodzącej. Powszechną przyczyną uszkodzeń kawitacyjnych jest skład płynu chłodzącego. Wiele silników jest eksploatowanych bez dodatku zabezpieczającego przed zamarzaniem chłodzącej go wody. Dodatek zapobiegający zamarzaniu nie tylko chroni przed mrozem, ale także zapobiega korozji nagrzewnicy, silnika i pompy chłodzącej.

Odpowiedni środek zapobiegający zamarzaniu wpływa na cechy fizyczne i chemiczne środka chłodzącego - obniża temperaturę zamarzania jednocześnie podnosząc temperaturę wrzenia.

To zmniejsza tendencję do powstawania pęcherzyków powietrza, a tym samym ryzyko powstawania zmian kawitacyjnych.

## Nieszczelność układu chłodzenia

W normalnych warunkach działania, kiedy nadciśnienie w układzie chłodzenia jest wystarczające, redukuje ono tendencje do powstawania pęcherzyków powietrza na powierzchni płaszczy wodnych tulei. Jednak nieszczelności w układzie chłodzenia, a zatem zmniejszenie nadciśnienia w układzie może prowadzić do wystąpienia zjawiska kawitacji.

Podobnie wada termostatu może zmniejszyć temperaturę silnika do takiego stopnia, że nadciśnienie w systemie chłodzącym jest niewystarczające.

## Eksploatacja silnika w niższym zakresie temperatury

Uszkodzenia kawitacyjne zostały zaobserwowane w silnikach, które pracują w niższych temperaturach (50-70 stopni Celsjusa). W wyższych temperaturach (90-100 stopni) wzrastające ciśnienie wody zapobiega parowej kawitacji.

## Naprawa silnika po uszkodzeniu kawitacyjnym – wskazówki praktyczne

Jeżeli tuleje cylindrowe zostały uszkodzone w wyniku wystąpienia kawitacji, jedynym rozwiązaniem jest ich wymiana. Po wymontowaniu uszkodzonych tulei należy starannie sprawdzić stan powierzchni osadczycy. W przypadku ich zanieczyszczenia wystarczy staranne ich oczyszczenie i możliwe jest zastosowanie tulei nominalnych. Jeżeli na powierzchniach osadczycy wystąpiła korozja, konieczne jest jej mechaniczne usunięcie. Wówczas zamiast tulei nominalnych musimy zastosować tuleje nadwymiarowe. Oczywiście wówczas muszą zostać zastosowane tłoki nadwymiarowe. Ważne jest aby do płynu chłodzącego ciągle dodawać środka chroniącego przed zamarzaniem i korozją, jest to zalecane przez producentów – nawet jeśli silniki są używane w rejonach ciepłych, bez mrozu. Również jakość wody stosowanej w układzie chłodzenia jest istotna, użycie wody destylowanej lub ze znacznym odczynnikiem kwasowości lub zasadowości nie jest wskazane.

Aby utrzymywać układ chłodzenia w należytym stanie technicznym należy regularnie kontrolować stan termostatów, wentylatorów, przewodów oraz wymienników ciepła.

## Zapobieganie szkodom spowodowanym przez kawitację – z komponentami silnikowymi Mahle

Długa żywotność silnika bez kawitacji, to gładko poruszający się tłok. Mahle optymalizuje rozmiar tłoka, tak aby wyeliminować powstawanie jakichkolwiek drgań silnika podczas jego pracy. Przeprowadza się długotrwałe testy, aby optymalnie dobrać wymiary współpracujących części oraz parametry współpracujących ze sobą powierzchni. Najważniejsza ochrona od kawitacji polega na minimalizowaniu przenoszenia drgań. Tuleje Mahle są produkowane z bardzo dużą dokładnością, przy zachowaniu minimalnych tolerancji, tak aby wyeliminować wibracje w bloku cylindra i zapewnić jego odpowiednie funkcjonowanie przez cały okres eksploatacji.



Fot. Typowe uszkodzenia części wodnej tulei, powstałe w wyniku kawitacji.