

### 3. Okrętowe silniki napędu głównego

- "DC 2000" (Data Chief 2000) firmy Norcontrol, pełniący funkcję nadzoru (monitoringu) nad stanami alarmowymi w siłowni; rejestruje, porządkuje i informuje odpowiednie osoby,
- "Unitest – 201, 203, 205 stacjonarny i przenośny system diagnostyczny do analizy procesów spalania i wtrysku,
- systemy diagnostyczne Auto-Chief lub systemy diagnostyczne K-IMS firmy Kongsberg (rys. 3.43).

Obecnie coraz częściej spotyka się systemy kontroli i monitoringu pracy silnika głównego (jest to praktycznie normą na nowo budowanych statkach). Podczas eksploatacji silnika informacje są zbierane, rejestrowane (z możliwością ich późniejszego odtworzenia), a często automatycznie wysłane internetem do biura technicznego armatora .

Ocena i kontrola parametrów technicznych silnika jest niezbędna w celu potwierdzenia jego stanu technicznego. Od 2000 roku, w związku z ograniczeniami emisji szkodliwych substancji do atmosfery zawartych w spalinach z silników okrętowych, zachodzi konieczność kontroli emisji tlenków azotu, tlenków siarki, cząstek stałych i lotnych związków organicznych (węglowodorów).

#### 3.12. OBSŁUGA REMONTOWA SILNIKA

Ocena stanu technicznego silnika stanowi podstawę decyzji remontowych. Oceny wstępnej tego stanu silnika można dokonać na podstawie:

- oceny wzrokowej i słuchowej pracującego urządzenia, sprawdzania dłonią temperatury poszczególnych elementów,

| <i>Element silnika</i>           | <i>Okresowość przeglądów technicznych [h]</i> | <i>Okres trwałości [h]</i> |
|----------------------------------|---|----------------------------|
| <i>Wtryskiwacz</i>               | <i>1 500 - 2 000</i>                          | <i>4 500 - 6 000</i>       |
| <i>Zawór dolotowy</i>            | <i>8 000 - 12 000</i>                         | <i>16 000 - 24 000</i>     |
| <i>Zawór wylotowy</i>            | <i>8 000 - 12 000</i>                         | <i>16 000 - 24 000</i>     |
| <i>Tłok</i>                      | <i>8 000 - 12 000</i>                         | <i>40 000 - 60 000</i>     |
| <i>Pierścienie tłokowe</i>       | <i>8 000 - 12 000</i>                         | <i>8 000 - 12 000</i>      |
| <i>Rowki pierścieniowe tłoka</i> | <i>8 000 - 12 000</i>                         | <i>24 000 - 36 000</i>     |
| <i>Mechanizm obracania tłoka</i> | <i>24 000 - 36 000</i>                        | <i>40 000 - 60 000</i>     |
| <i>Łożysko łba korbowa</i>       | <i>24 000 - 36 000</i>                        |                            |
| <i>Łożysko korbowe</i>           | <i>co 4 lata</i>                              | <i>16 000 - 24 000</i>     |
| <i>Łożysko główne</i>            | <i>co 4 lata</i>                              | <i>16 000 - 24 000</i>     |
| <i>Pompa wtryskowa</i>           | <i>co 4 lata</i>                              |                            |
| <i>Gniazdo zaworu</i>            | <i>co 4 lata</i>                              | <i>16 000 - 24 000</i>     |
| <i>Tuleja cylindrowa</i>         | <i>co 4 lata</i>                              | <i>40 000 - 60 000</i>     |

*Tab. 3.1. Okresowość przeglądów technicznych oraz trwałość elementów silnika firmy Sulzer typu ZA 40*

### 3.12. Obsługa remontowa silników

| Element silnika                | Okresowość przeglądów technicznych [h]    | Okresowość przeglądów rzeczywista [h] |
|--------------------------------|---|---------------------------------------|
| Łożyska główne                 | 10 000 - 15 000<br>(przeгляд 25% łożysk)  | 13 000 - 18 000                       |
| Głowica cylindrowa             | 10 000 - 15 000                           | 6 000 - 10 000                        |
| Wtryskiwacz                    | 2 000 - 3 000                             | 2 000                                 |
| Łożyska korbowe                | 10 000 - 15 000<br>(przeгляд 25 % łożysk) | 10 000 - 15 000                       |
| Pierścienie tłokowe            | 10 000 - 15 000                           | 6 000 - 10 000                        |
| Zawór wylotowy i wlotowy       | 10 000 - 15 000                           | 6 000 - 10 000                        |
| Łożyska turbosprężarki VTR 250 | 8 000                                     | 6 000 - 8 000                         |
| Oleje w turbosprężarce         | 1 000                                     | 1 000 - 2 000                         |
| Olej obiegowy silnika          | w razie potrzeby                          | 2 000 - 3 000                         |

Tab. 3.2. Okresowość przeglądów technicznych silników typu A25 wg ITR i w eksploatacji na statkach morskich

| Czas trwania próby [min]   | Prędkość obrotowa [obr/min]              | Obciążenie [%] | Czynności sprawdzające i pomiary   |
|--|--|----------------|--|
| Krótkie uruchomienie powietrzem przy odciętym dopływie paliwa  |  |                | Sprawdzić czy silnik, turbosprężarka oraz pompy zawieszona na silniku obracają się normalnie   |
| 10   | 300 - 400                                | 0              | Sprawdzić, czy wszystkie cylindry pracują. Obserwować ciśnienie oleju, temperaturę wody i jej ciśnienie. Po zatrzymaniu silnika sprawdzić temperaturę łożysk.  |
| 20   | 400 - 600                                | 0              | Kontrola zabezpieczenia ciśnienia oleju. Sprawdzenie temperatury łożysk.   |
| 30   | 600- $n_{nom}$                           | 0              | Sprawdzenie regulatora bezpieczeństwa  |
| 30   | $n_{nom}$                                | 12,5           | Sprawdzić "na wygląd" stan dolnych części tulei cylindrowej.   |
| 60   | $n_{nom}$<br>lub według krzywej śrubowej | 25             | Na każdym z obciążeń zanotować:<br>- temperaturę spalin;<br>- ciśnienie wody, oleju, paliwa, doładowania;<br>- obroty turbosprężarki;<br>- ciśnienie spalania. |
| 90   |  | 50             |  |
| 60   |  | 62,5           |  |
| 120  |  | 75             |  |
| 150  |  | 87,5           |  |
| 150  |  | 100            |  |
| Po zakończeniu badań na 75% obciążenia, zatrzymać silnik i sprawdzić stan dolnych części tulei cylindrowych (po zdjęciu pokryw kałłuba silnika). |  |                |  |

Tab. 3.3. Program docierania silnika po remoncie (A25)

### 3. Okrętowe silniki napędu głównego

---

- informacji o parametrach pracy silnika, np. z przyrządów pomiarowo-kontrolnych, dziennika maszynowego,
- badań diagnostycznych elementów funkcjonalnych silnika (np. szczelność komory spalania).

Objawy zużycia silników spalinowych:

- nadmierne (zwiększone) zużycie paliwa,
- odchylenia od wzorcowych wartości temperatur i ciśnień.

Naprawa silnika może polegać na:

- wymianie jego uszkodzonych elementów,
- regulacji,
- regeneracji zużytych elementów silnika.

Do obowiązków załogi maszynowej należy prowadzenie odpowiedniej gospodarki materiałowej (w tym częściami zamiennymi). Planując remonty należy z wyprzedzeniem zamówić i sprowadzić odpowiednie części zamienne i materiały niezbędne do przeprowadzenia tego remontu. W tabl. 3.1 i 3.2 przedstawiono przykłady częstotliwości przeglądów silników firmy Wartsila-Sulzer według zaleceń producenta i rzeczywiście:

- średnioobrotowego silnika napędu głównego ZA40,
- średnioobrotowego pomocniczego A25.

Po przeprowadzeniu remontu silnika, podczas którego wymieniono części trące (np. pierścienie tłokowe, łożyska) należy silnik poddać procesowi dotarcia według programu z tab. 3.3. (dotyczy silnika A25). W przypadku jakichkolwiek nieprawidłowości podczas docierania należy je usunąć, a czas docierania wydłużyć.

### 3.13. DEMONTAŻ SILNIKA I OCENA STANU TECHNICZNEGO JEGO ELEMENTÓW

Zapoznanie się z instrukcją techniczno- ruchową pozwala poznać elementy składowe silnika i zorientować się w kolejności ich demontażu i późniejszego montażu oraz ustalić, jakie należy zastosować narzędzia i oprzyrządowanie.

Ogólną zasadą jest, iż najpierw demontuje się przyrządy pomiarowe, armaturę, rurociągi i mechanizmy podwieszane. Wskazane jest:

- przygotować odpowiednie pojemniki na demontowane elementy,
- zapamiętać położenie demontowanych elementów; w razie potrzeby oznakować je;
- sporządzić szkic połączeń,
- zaślepić przewody (otwory), przez które może dojść do zanieczyszczenia elementów,
- zachować właściwą kolejność odkręcania (najpierw poluzować),
- nie demontować urządzeń pod ciśnieniem,
- stosować tylko właściwe narzędzia i przyrządy, jak ściągacze, prasy itd.

Oględziny zewnętrzne zdemontowanego elementu pozwalają na wykrycie niektórych uszkodzeń, jak złamania, pęknięcia, wykruszenia, zarysowania, wżery korozyjne, odkształ-

### 3.14. Silniki z elektronicznym wtryskiem paliwa

cenia itp. Niektóre elementy wymagają sprawdzenia szczelności przy pomocy próby ciśnieniowej. Aby ją właściwie przeprowadzić należy:

- oczyścić i osuszyć powierzchnie zewnętrzne,
- uszczelnić lub zakołkować otwory,
- stosować właściwe ciśnienie zgodnie z instrukcją (jest to ciśnienie rzędu 125-250% ciśnienia roboczego, najczęściej 150%).

Próbę szczelności przeprowadza się przy pomocy odpowiedniego czynnika, najczęściej wody. W stosunku do niektórych elementów przeprowadza się badania defektoskopowe. Można to uczynić przy pomocy:

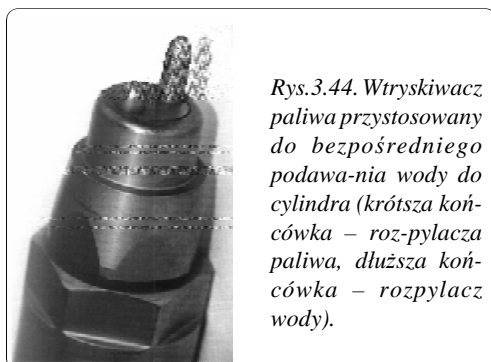
- defektoskopii magnetycznej; po umieszczeniu badanego elementu w polu magnetycznym posypuje się go (lub polewa) drobnym proszkiem żelaza; pozwala to odkryć defekty struktury,
- defektoskopii radiologicznej – prześwietla się element promieniowaniem Roentgena X lub  $\gamma$ , różnice w natężeniu promieniowania elementu uwidaczniają strukturę wewnętrzną – sposób ten stosowany jest głównie do badania spoin,
- defektoskopia ultradźwiękowa – stosuje się w niej fale dźwiękowe o częstotliwości powyżej 16 000 Hz – wykorzystuje się w tym przypadku zjawisko zmiany prędkości rozchodzenia się fali w zależności od ośrodka.

Do podstawowych pomiarów, mających na celu ocenę zużycia danego elementu, należy ocena:

- prostoliniowości,
- głębokości uszkodzeń,
- eliptyczności,
- stożkowatości.

### 3.14. SILNIKI Z ELEKTRONICZNYM WTRYSKIEM PALIWA I SZYNĄ COMMON-RAIL

Ze względu na zaostrzenie przepisów dotyczących emisji szkodliwych substancji z silników okrętowych do atmosfery (dotyczy to każdego silnika okrętowego zbudowanego



Rys.3.44. Wtryskiwacz paliwa przystosowany do bezpośredniego podawania wody do cylindra (krótsza końcówka – rozpylacza paliwa, dłuższa końcówka – rozpylacz wody).

po 1 stycznia 2000r.) zachodzi konieczność modernizacji silników, aby mogły one spełniać wymagania norm. Powstało wiele propozycji poprawiających ówczesny stan np. zmniejszenie ilości tlenków azotu NOx poprzez:

- bezpośredni wtrysk wody do cylindra (koniecznie słodkiej i w dużych ilościach, w przybliżeniu w proporcjach 1:1 (rys.3.44),
- zasilanie silnika emulsją paliwo-wodną (kłopotliwe wymie-