

Polski Rejestr Statków

PRZEPISY

PUBLIKACJA NR 5/P

WYMAGANIA DLA TURBOSPREŻAREK

2016

Publikacje P (Przepisowe) wydawane przez Polski Rejestr Statków są uzupełnieniem lub rozszerzeniem Przepisów i stanowią wymagania obowiązujące tam, gdzie mają zastosowanie.



GDAŃSK

Publikacja Nr 5/P – Wymagania dla turbosprężarek – 2016, została opracowana na bazie Ujednoliconych Wymagań IACS M73 (Corr.1 June 2016).

Publikacja niniejsza została zatwierdzona przez Zarząd PRS S.A. w dniu 24 czerwca 2016 r. i wchodzi w życie z dniem 1 lipca 2016 r.

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 2016

PRS/OP, 06/2016

SPIS TREŚCI

str.

1 Zakres	5
2 Wymagana dokumentacja	5
2.1 Kategoria A:	5
2.2 Kategorie B oraz C:	5
2.3 Kategoria C:	5
3 Wymagania projektowe i próby typu	6
3.1 Zagadnienia ogólne	6
3.2 Układ zabezpieczający urządzenia w obudowie	6
3.3 Osadzenie skurczowe tarcza – wał	7
3.4 Próby typu	7
4 Sposób nadzoru	7
5 Sygnalizacja alarmowa i kontrolna	8

1 ZAKRES

1.1 Wymagania tej publikacji mają zastosowanie do turbosprężarek, w zakresie zatwierdzania ich konstrukcji, prób typu i wydawania dokumentów z nadzoru oraz ich powiązania z silnikami.

Turbosprężarki powinny być typu uznanego, albo osobno albo jako część silnika. Wymagania dotyczą turbosprężarek napędzanych gazami spalinowymi, ale mogą być w zasadzie stosowane także do turbosprężarek napędzanych przez układ odbioru mocy od silnika (PTO – Power Take Off).

1.2 Wymagania zwiększają się wraz z rozmiarem turbosprężarek. Parametrem określającym rozmiar urządzenia jest moc silnika (maksymalna stała moc) dostarczana przez zespół cylindrów obsługiwanych przez daną turbosprężarkę, (np. w przypadku silnika o układzie widlastym z jedną turbosprężarką dla każdego rzędu cylindrów, rozmiar określony jest przez połowę całkowitej mocy silnika).

1.3 Turbosprężarki podzielono na trzy kategorie w zależności od mocy obsługiwanej przez grupy cylindrów:

- Kategoria A: ≤ 1000 kW
- Kategoria B: > 1000 kW oraz ≤ 2500 kW
- Kategoria C: > 2500 kW

2 WYMAGANA DOKUMENTACJA

2.1 Kategoria A:

Na życzenie:

- Sprawozdanie z próby zabezpieczenia urządzenia w obudowie.
- Rysunek przekroju zawierający podstawowe wymiary oraz nazwy części.
- Program prób.

2.2 Kategorie B oraz C:

- Rysunek przekroju zawierający podstawowe wymiary oraz materiały części składowych obudowy w celu oceny zabezpieczenia w niej urządzenia.
- Dokumentację układu zabezpieczającego urządzenia w obudowie w przypadku pęknięcia tarczy, patrz 3.2.
- Dane oraz ograniczenia eksploatacyjne :
 - Maksymalne dopuszczalne obroty eksploatacyjne (rpm)
 - Poziom alarmowy przekroczenia dozwolonych obrotów
 - Maksymalna dopuszczalna temperatura spalin na dolocie do turbiny
 - Poziom alarmowy temperatury spalin na dolocie do turbiny
 - Minimalne ciśnienie dopływu oleju smarnego
 - Wartość nastawy alarmu minimalnego ciśnienia dopływu oleju smarnego
 - Maksymalna temperatura wypływu oleju smarnego
 - Wartość nastawy maksymalnego poziomu temperatury wypływu oleju smarnego
 - Maksymalne dopuszczalne poziomy drgań, generowane samoistnie lub przez czynniki zewnętrzne.

(Poziomy alarmowe mogą pokrywać się z wartościami dopuszczalnymi, ale nie mogą być osiągnięte przy pracy silnika z mocą równą 110% lub przy jakimkolwiek okresowym przeciążeniu powyżej 110%.)

- Układ systemu smarowania, wszystkie warianty w danym zakresie
- Sprawozdanie z prób typu
- Program prób

2.3 Kategoria C:

- Rysunki obudowy oraz części wirujących, włącznie ze szczegółami zamocowania łopatek wirników.
- Specyfikacje materiałowe (skład chemiczny oraz właściwości mechaniczne) wszystkich wyżej wymienionych części.
- Szczegóły dotyczące spawania oraz procedury spawania wyżej wymienionych części, jeśli ma to zastosowanie.

- Dokumentacja¹⁾ bezpiecznego przenoszenia momentu, w przypadku gdy tarcza złączona jest z wałem jako połączenie skurczowe, patrz 3.3.
- Informacja o oczekiwany okresie użytkowania, z uwzględnieniem zjawiska pełzania oraz zmęczenia nisko- i wysokocyklowego.
- Podręczniki obsługi i konserwacji¹⁾.

3 WYMAGANIA PROJEKTOWE I PRÓBY TYPU

3.1 Zagadnienia ogólne

3.1.1 Konstrukcja turbosprężarek powinna umożliwiać ich eksploatację zgodnie z warunkami podanymi w Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich PRS, w części VI – rozdz. 1.6 oraz w części VII – rozdz. 2.1. Okres użytkowania części oraz poziomy alarmowe dotyczące obrotów powinny być ustalone przy działaniu przy temperaturze dolotu powietrza 45°C.

3.1.2 Na wlocie powietrza do turbosprężarek należy zainstalować filtr.

3.2 Układ zabezpieczający urządzenia w obudowie

3.2.1 Turbosprężarki powinny spełniać wymagania dotyczące układu zabezpieczającego w obudowie w przypadku rozerwania wirnika. Oznacza to, że po rozerwaniu wirnika, żadna z jego części nie może przedostać się przez obudowę turbosprężarki lub przez wlot powietrza. W celach dokumentacyjnych (próby/obliczenia) należy założyć najgorszy z możliwych przypadek rozpadu tarczy.

3.2.2 W przypadku kategorii B i C, układ zabezpieczenia w obudowie powinien być udokumentowany próbami. Na podstawie prób jednostkowych można uznać, że wymaganie to zostało spełnione przez typoszereg turbosprężarek. Zaleca się poddanie próbom dużej jednostki ze względu na to, że może ona być uznana za reprezentatywną dla całego typoszeregu. W każdym przypadku należy udokumentować (np. poprzez obliczenia), że wybrana jednostka próbna jest rzeczywiście reprezentatywna dla całego typoszeregu.

3.2.3 Minimalnymi próbnymi prędkościami obrotowymi, w odniesieniu do maksymalnych dopuszczalnych prędkości eksploatacyjnych, są:

- W przypadku sprężarki: 120%.
- W przypadku turbiny: 140% lub własna prędkość rozrywająca, przyjmując wartość mniejszą.

3.2.4 Próby układu zabezpieczającego w obudowie należy przeprowadzać w temperaturze roboczej.

3.2.5 Zamiast praktycznej próby układu zabezpieczającego można zaakceptować analizę liczbową (symulację) dostatecznej integralności obudowy w oparciu o obliczenia z użyciem modelu symulacji, pod warunkiem że:

- Liczbowy model symulacji został poddany próbom, a jego odpowiedność/dokładność została wykazana poprzez bezpośrednie porównanie wyników obliczeń z wynikami praktycznej próby obudowy w przypadku podobnego zastosowania (referencyjna próba układu zabezpieczającego w obudowie). Producent powinien co najmniej raz przeprowadzić taką próbę w celu akceptacji zastąpienia próby praktycznej metodą liczbową.
- Odpowiadająca symulacja liczbowa układu zabezpieczającego w obudowie przeprowadzana jest przy tych samych prędkościach obrotowych, jakie podano w przypadku próby praktycznej.
- Do symulacji liczbowej należy stosować właściwości materiałów charakterystyczne przy deformacjach związanych z wysokimi obrotami. Należy uzasadnić korelację pomiędzy właściwościami normalnymi, a właściwościami związanymi z odnośną prędkością deformacji.
- Konstrukcja turbosprężarki w aspekcie geometrycznym i kinematycznym jest podobna do tej, którą zastosowano w przypadku referencyjnej próby układu zabezpieczającego w obudowie. Ogólnie rzecz biorąc, w przypadku całkowicie nowych konstrukcji niezbędne będzie przeprowadzenie nowej referencyjnej próby układu zabezpieczającego.

¹⁾ Dotyczy dwu rozmiarów typoszeregu turbosprężarek

3.3 Osadzenie skurczowe tarcza – wał

3.3.1 Kategoria C

3.3.2 W przypadku, gdy tarcza turbosprężarki połączona jest z wałem z pomocą połączenia skurczowego, należy wykazać poprzez obliczenia, bezpieczne przenoszenie momentu we wszystkich odpowiednich warunkach eksploatacyjnych, uwzględniających maksymalną prędkość obrotową, maksymalny moment oraz maksymalny gradient temperatury w połączeniu z minimalną stratą wymiarową po obkurczeniu.

3.4 Próby typu

3.4.1 Wymagania tego podrozdziału dotyczą kategorii B i C

3.4.2 Próby typu typoszeregu turbosprężarek mogą być przeprowadzane albo z silnikiem (dla którego przewidziana jest turbosprężarka) albo na urządzeniu testowym.

3.4.3 Turbosprężarki powinny być poddane co najmniej 500 cyklom obciążeń w warunkach i przy ograniczeniach eksploatacyjnych. Od próby można odstąpić w przypadku gdy turbosprężarka razem z silnikiem jest poddawana tego typu próbom niskocyklowym zgodnie z mającymi zastosowanie wymaganiami PRS dotyczącymi silników spalinowych, podanymi w *Publikacji PRS nr 28/P* (patrz także postanowienia zaktualizowanych IACS UR M71).

3.4.4 Producent powinien wstępnie potwierdzić możliwość poddania turbosprężarki tego typu działaniom.

3.4.5 Należy zmierzyć i odnotować charakterystykę drgań wirnika w celu zidentyfikowania ewentualnych drgań podesynchronicznych i rezonansów.

3.4.6 Próba typu powinna być zakończona próbą rzeczywistego działania przy maksymalnej dopuszczalnej prędkości oraz maksymalnej dopuszczalnej temperaturze trwającą co najmniej godzinę. Po tej próbie, turbosprężarkę należy rozmontować w celu dokonania oględzin, ze szczególnym uwzględnieniem ewentualnego ścierania się elementów oraz stanu łożysk.

3.4.7 PRS podejmuje decyzję dotyczącą zakresu obecności inspektora przy różnych częściach prób typu.

4 SPOSÓB NADZORU

4.1 Producent powinien stosować system jakości w celu zapewnienia spełniania warunków technicznych projektanta i zgodności wytwarzania z zatwierdzoną dokumentacją techniczną.

4.2 W przypadku urządzeń kategorii C powyższe powinno być zweryfikowane przez PRS poprzez okresowe audyty wyrobu w ramach alternatywnego systemu certyfikacji, zgodnie z wymaganiami Publikacji PRS 115/P.

4.3 W czasie auditu należy skoncentrować się na następujących elementach:

- Skład chemiczny materiału na części wirujące.
- Właściwości mechaniczne materiału próbki reprezentatywnej części wirujących i obudowy.
- Badanie ultradźwiękowe oraz wykrywanie wad części wirujących.
- Kontrola wymiarowa części wirujących.
- Wyważenie wirnika.
- Próba hydrauliczna przestrzeni chłodzących przy ciśnieniu do 4 barów lub 1,5 krotnym maksymalnym ciśnieniu roboczym, przyjmując wartość wyższą.
- Próba nadobrotów wszystkich kół sprężarki trwająca 3 minuty przy prędkości obrotowej 20% powyżej poziomu alarmowego w temperaturze otoczenia lub przy prędkości obrotowej 10% powyżej poziomu alarmowego w temperaturze dolotu 45°C przy zastosowaniu rzeczywistej obudowy oraz przy odpowiadającej wartości ciśnienia. W przypadku odkuwek kół, które podlegają osobnej kontroli przy zastosowaniu zatwierdzonego badania nieniszczącego próbę nadobrotów można pominąć.

4.4 Turbosprężarki powinny być dostarczane:

- W przypadku kategorii C, razem ze świadectwem PRS, które zawiera co najmniej informację o odpowiednim zatwierdzeniu typu PRS oraz zatwierdzeniu w ramach alternatywnego systemu certyfikacji, jeśli ma zastosowanie.
- W przypadku kategorii B, razem z certyfikatem producenta, informującym co najmniej o zastosowanym zatwierdzeniu typu i zawierającym ocenę produkcji.

4.5 Powyższe ma zastosowanie także do wymiany części wirujących oraz obudowy.

4.6 Alternatywnie do powyższych okresowych auditów wyrobu, za zgodą PRS można przeprowadzić indywidualną certyfikację turbosprężarki oraz jej części. W przypadku kategorii C, taka indywidualna certyfikacja turbosprężarki i jej części powinna być jednak prowadzona w oparciu o wymagania dotyczące prób podane w powyższych wyliczeniach.

5 SYGNALIZACJA ALARMOWA I KONTROLNA

5.1 W przypadku wszystkich turbosprężarek kategorii B oraz C wymagane są wskazania i alarmy podane w poniższej tabeli.

5.2 Wskazania mogą być podawane w miejscach instalowania urządzeń lub miejscach oddalonych.

Nr	Parametr monitorowany	Kategoria turbodmuchawy				Uwagi
		B		C		
		Alarm	Wskazanie	Alarm	Wskazanie	
1	Prędkość obrotowa	Wysoka ⁽⁴⁾	X ⁽⁴⁾	Wysoka ⁽⁴⁾	X ⁽⁴⁾	
2	Temperatura spalin na każdym dolocie turbosprężarki	Wysoka ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾	Wysoka	X	Akceptowalne są alarmy wysokiej temperatury dla każdego cylindra silnika ⁽²⁾
3	Temperatura oleju smarowego na wylocie z turbosprężarki			Wysoka	X	Jeśli nie jest to system wymuszony, temperatura oleju blisko łożysk
4	Ciśnienie oleju smarowego na dolocie do turbosprężarki	Niskie	X	Niskie	X	Tylko w przypadku smarowania wymuszonego ⁽³⁾

- (1) W przypadku turbosprężarek kategorii B, alternatywnie można monitorować temperaturę spalin na wylocie turbosprężarki, jeśli poziom alarmu został ustalony w wartości bezpiecznej dla turbosprężarki oraz jeśli określona została korelacja między temperaturami dolotu i wylotu z turbosprężarki.
- (2) Można pominąć alarm oraz wskazanie temperatury spalin na dolocie do turbosprężarki jeśli dla każdego cylindra indywidualnie przewidziano alarm i wskazanie temperatury spalin oraz jeśli poziom alarmu ustalono w wartości bezpiecznej dla turbosprężarki.
- (3) Należy przewidzieć osobne czujniki jeśli instalacja oleju smarowego turbosprężarki nie jest zintegrowana z podobną instalacją silnika wysokoprężnego lub jeśli jest ona odizolowana od instalacji oleju smarowego silnika przepustnicą lub reduktorem ciśnienia.
- (4) W przypadku sekwencyjnego uruchamiania turbosprężarki monitorowanie prędkości w systemie turbodoładowania nie jest wymagane dla turbosprężarek uruchamianych jako ostatnie, pod warunkiem że wszystkie turbosprężarki mają ten sam filtr powietrza dolotowego i nie są one wyposażone w zawory upustu spalin.