



PRZEPISY
PUBLIKACJA 33/P

ZAMKNIĘCIA RUROCIĄGÓW ODPOWIETRZAJĄCYCH

lipiec
2022

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

GDAŃSK

Publikacja Nr 33/P – Zamknięcia rurociągów odpowietrzających – lipiec 2022, której podstawą są Ujednolicone Wymagania (UR) IACS, P3 (Rev.5 Apr. 2021), stanowi rozszerzenie wymagań Części VI – Urządzenia maszynowe i urządzenia chłodnicze Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich.

Publikacja ta została zatwierdzona przez Zarząd PRS S.A. w dniu 6 czerwca 2022 r. i wchodzi w życie z dniem 1 lipca 2022 r.

Niniejsza Publikacja zastępuje Publikację Nr 33/P – Zamknięcia rurociągów odpowietrzających – 2017.

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 2022

PRS/RP, 06/2022

SPIS TREŚCI

| | Str. |
|--|------|
| 1 Wymagania ogólne | 5 |
| 1.1 Zamknięcia mają samoczynnie: | 5 |
| 2 Konstrukcja | 5 |
| 3 Materiały | 5 |
| 4 Próby | 6 |
| 4.1 Próby zamknięć samoczynnych..... | 6 |
| 4.2 Próby pływaków wykonanych z materiałów niemetalowych..... | 6 |
| 4.3 Próby pływaków metalowych..... | 7 |
| 5 Próba szczelności | 7 |
| 5.1 Próba szczelności zamknięć..... | 7 |
| 5.2 Próba hydrauliczna korpusów..... | 9 |
| 6 Oznakowanie | 9 |
| 7 Określenie charakterystyki przepływu przez urządzenie odpowietrzające | 9 |
| 7.1 Wymagania ogólne..... | 10 |
| 7.2 Pomiar przepływu za pomocą zwężki wstawianej w rurociąg | 10 |
| 7.3 Obliczenie oporów hydraulicznych | 12 |
| 7.4 Próba odwrotnego przepływu / wyładunkowa | 13 |

1 WYMAGANIA OGÓLNE

Zamknięcia rur odpowietrzających, tam gdzie jest to wymagane *Przepisami klasyfikacji i budowy statków morskich*, powinny być trwale zamocowane i być typu uznanego.

1.1 Zamknięcia mają samoczynnie:

- zabezpieczać przed swobodnym wlewaniem się wody do zbiorników, oraz
- umożliwiać przepływ cieczy lub powietrza, zabezpieczający przed powstaniem nadmiernego ciśnienia lub podciśnienia w zbiornikach.

2 KONSTRUKCJA

2.1 Samoczynne zamknięcia powinny być tak skonstruowane, aby w założonych warunkach pracy i otoczenia działały poprawnie przy przechyłach w dowolnym kierunku, do 40° włącznie.

2.2 Konstrukcja powinna umożliwiać przegląd zamknięcia i wnętrza obudowy oraz wymianę uszczelnień.

2.3 W przypadku zastosowania zamknięcia typu pływakowego należy zastosować prowadnice dla zapewnienia poprawnej pracy zamknięcia we wszystkich warunkach przechyłu i przegłębień, jak określono w 2.1.

2.4 Gniazdo kulowego lub pływakowego elementu zamykającego powinno zapewnić skuteczne zamknięcie. W celu niedopuszczenia, już podczas normalnego stanu, do styku kuli lub pływaka z obudową, należy stosować pręty, klatkę lub inne urządzenia, wykonane w taki sposób, aby kula lub pływak nie uległy uszkodzeniu, kiedy zostaną poddane uderzeniu wodnemu na skutek przepełnienia zbiornika.

2.5 Urządzenie powinno odwadniać się samoczynnie.

2.6 Powierzchnia przelotu przez urządzenie odpowietrzające, znajdujące się w pozycji otwartej, powinna być co najmniej równa powierzchni przekroju dolotu do urządzenia.

2.7 Maksymalna dopuszczalna tolerancja grubości ścianki pływaków zamykających nie powinna przekraczać $\pm 10\%$ grubości. Gdy zastosowano osłony boczne, a ich działanie jest integralne z zapewnieniem funkcji zamknięcia samoczynnego podanych w 1.1, powinny one posiadać minimalną grubość 6 mm. Jeżeli głowica odpowietrzająca spełnia wymagania próby szczelności podane w 5.1 bez zamocowanych osłon bocznych, wtedy nie są one uważane za integralne z zamknięciem samoczynnym i akceptowana jest grubość mniejsza niż 6 mm.

2.8 Minimalna grubość ścian wewnętrznych i zewnętrznych komór samoczynnych urządzeń odpowietrzających powinna wynosić co najmniej 6 mm.

3 MATERIAŁY

3.1 Korpusy urządzeń odpowietrzających powinny być wykonane z uznanych materiałów metalowych odpowiednio zabezpieczonych przed korozją.

3.2 W ocynkowanych stalowych głowicach odpowietrzających cynkowanie powinno być wykonane metodą zanurzeniową, przy czym grubość warstwy cynku powinna wynosić od 70 do 100 mikronów.

3.3 W głowicach, na powierzchniach narażonych na erozję (np. tych elementów, które bezpośrednio poddawane są uderzeniu wód balastowych przy wzroście ciśnienia w ich zbiornikach,

przykładowo rejon powierzchni wewnętrznej komory, znajdujący się nad rurą odpowietrzającą, dodatkowo zachodzący po 10° na każdą ze ścian) powinno być zastosowane dodatkowe utwardzone pokrycie. Powinna to być żywica epoksydowa z napełniaczem aluminiowym lub jej odpowiednik, które należy nałożyć na powłokę cynkową.

3.4 Elementy zamykające i ich gniazda wykonane z materiałów niemetalowych powinny być odporne na działanie czynników przewożonych w zbiornikach, wodę morską oraz odpowiednie do pracy przy temperaturze otoczenia od -25°C do 85°C.

4 PRÓBY

4.1 Próby zamknięć samoczynnych

Każdy typ i wielkość zamknięcia samoczynnego podlega nadzorowi i próbom u producenta lub w innym uznanym miejscu według praktyki stosowanej przez PRS.

Minimalny zakres prób powinien obejmować:

- .1 Próbę szczelności przez zanurzenie i wynurzenie z wody. Sposób wykonania próby jest podany w punkcie 5.
- .2 Określenie charakterystyk przepływu czynnika poprzez urządzenie odpowietrzające. Należy mierzyć spadek ciśnienia w funkcji natężenia przepływu wody jako czynnika pokonującego opór, przy czym należy również uwzględnić opór siatki przeciwwiskrowej lub siatki przeciw owadom. Zalecana metoda przeprowadzenia pomiaru jest podana w punkcie 7.
- .3 Próbę odwrotnego przepływu / wyładunkową. Sposób wykonania próby jest podany w punkcie 7.4.

4.2 Próby pływaków wykonanych z materiałów niemetalowych

Próbę udarową oraz obciążeniową pływaków należy wykonać przed oraz po przygotowaniach wstępnych wykonanych wg poniższej tabeli:

| Warunki próby | Temperatura próby w °C | | |
|--|------------------------|----|----|
| | -25 | 20 | 85 |
| Na sucho | + | + | + |
| Po przetrzymaniu w wodzie | + | + | + |
| Po przetrzymaniu w paliwie | - | + | - |
| UWAGA: Całkowity okres przetrzymania w wodzie i paliwie powinien wynosić co najmniej 48 godzin, całkowity okres przetrzymania w podanych temperaturach przed próbą na sucho powinien wynosić co najmniej 24 godziny. | | | |

„+” próba wymagana; „-” próba niewymagana

4.2.1 Próba udarowa

Próba ta może być przeprowadzona na maszynie typu wahadłowego. Pływak po poddaniu 5 uderom o energii 2,5 Nm każdy, nie powinien wykazywać odkształceń trwałych, pęknięć lub uszkodzeń powierzchni. Następnie pływak powinien być poddany 5 uderom o energii 25 Nm każdy. Przy tej energii uderu mogą się pojawić uszkodzenia powierzchniowe. Nie powinny natomiast powstać trwałe odkształcenia lub pęknięcia.

4.2.2 Próba obciążeniowa

Pływak powinien zostać umieszczony w podporze o średnicy i o powierzchni podparcia odpowiadającej gniazdu, z którym normalnie współpracuje. Dla pływaków kulowych obciążenie powinno

być przyłożone przy pomocy wklęsłej pokrywy o tym samym promieniu krzywizny co obciążany pływak, na powierzchni podparcia o takiej samej średnicy i powierzchni jak gniazdo odpowietrzenia. Dla pływaków talerzowych obciążenie powinno być przyłożone przez talerz o takiej samej średnicy co obciążany pływak.

W czasie 1 min. obciążenie pływaka powinno narosnąć do wartości 3450 N i być utrzymane przez okres 60 min. Odształcenie należy mierzyć w odstępach 10-minutowych, począwszy od osiągnięcia pełnego obciążenia. Wykres odształceń w czasie nie powinien wykazać ciągłego wzrastającego odształcenia, a po zdjęciu obciążenia nie powinno być odształcenia trwałego.

4.3 Próby pływaków metalowych

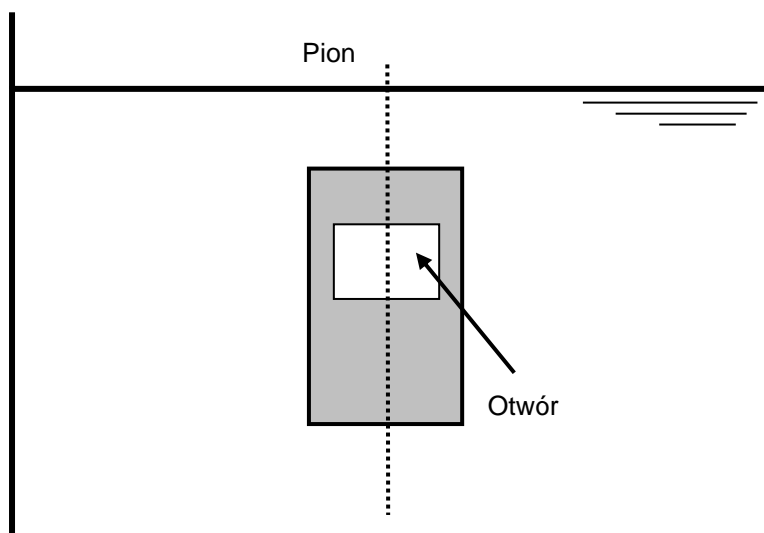
Próby powinny być wykonane wg 4.2.1. Należy je przeprowadzić w temperaturze pokojowej, w suchej atmosferze.

5 PRÓBA SZCZELNOŚCI

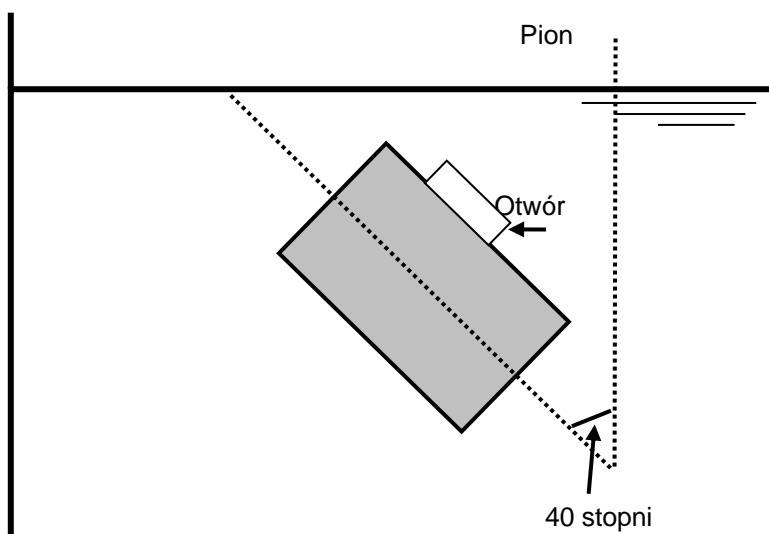
5.1 Próba szczelności zamknięć

Zamknięcie samoczynne należy poddać serii prób szczelności, obejmującej dwa cykle zanurzeń dla każdego z poniższych warunków:

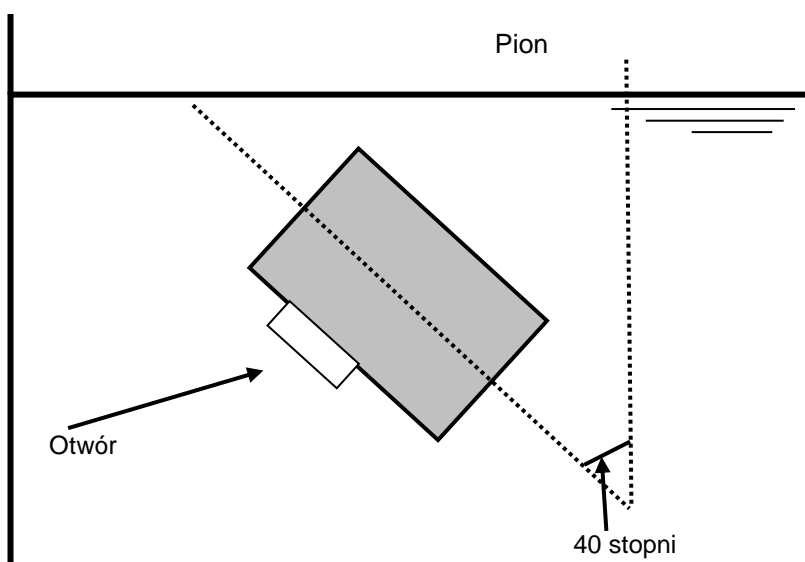
- zamknięcie samoczynne należy zanurzyć z prędkością około 4 m/min nieznacznie pod powierzchnię wody, a następnie od razu wyciągnąć do pozycji wyjściowej. Ilość wody, jaka przedostała się na skutek nieszczelności do wnętrza, należy zmierzyć i zarejestrować.
- zamknięcie samoczynne należy zanurzyć z prędkością około 8 m/min nieznacznie pod powierzchnię wody i pozostawić na okres nie krótszy niż 5 minut. Ilość wody, jaka przedostała się na skutek nieszczelności do wnętrza, powinna zostać zmierzona i zarejestrowana.
- Powyższe próby należy przeprowadzić w pozycji normalnej oraz z wychyleniem o 40° symulując najbardziej niekorzystne położenie urządzenia. Gdy nie jest oczywiste, które z położen urządzeń jest najbardziej niekorzystne, próby należy przeprowadzić z wychyleniem o 40° w trzech różnych kierunkach w stosunku do położenia otworu urządzenia: w górę, w dół i w bok (prawo lub lewo). (Patrz rys. 1 do 4).



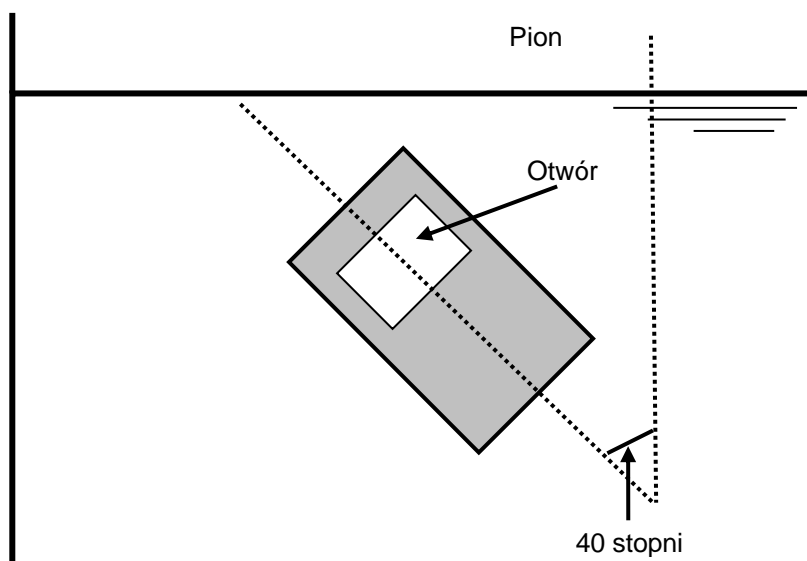
Rys 1. Pozycja normalna



Rys 2. Wchylenie o 40 stopni z otworem skierowanym do góry



Rys 3. Wchylenie o 40 stopni z otworem skierowanym w dół



Rys 4. Wychylenie o 40 stopni z otworem skierowanym w bok

Maksymalny dopuszczalny wyciek w jednym cyklu dowolnej pojedynczej próby nie powinien przekraczać 2 ml/mm średnicy nominalnej rurociągu wlotowego.

5.2 Próba hydrauliczna korpusów

Korpusy odpowietrzników wybrane metodą losową powinny być poddane próbie hydraulicznej ciśnieniem 0,2 MPa. Korpus nie powinien wykazywać przecieków ani odkształceń.

6 OZNAKOWANIE

Na zamknięciach rur odpowietrzających powinny być podane następujące informacje:

- średnica nominalna DN ,
- współczynnik oporu ζ ,
- typ,
- producent.

7 OKREŚLENIE CHARAKTERYSTYKI PRZEPŁYWU PRZEZ URZĄDZENIE ODPOWIETRZAJĄCE

Na stanowisku próbnym określa się spadek ciśnienia w urządzeniu odpowietrzającym w funkcji natężenia przepływu. Próbę należy przeprowadzić dla każdej średnicy nominalnej z typoszeregu podlegającego badaniu.

W celu określenia współczynnika oporu ζ , którego wartość jest związana z prędkością, należy przeprowadzić odpowiednią ilość prób ze zmiennym natężeniem przepływu.

Jeżeli próby przepływu są prowadzone przy pomocy wstawianych zwężek, należy dla każdego pomiaru odnotować następujące dane:

- różnicę ciśnień na zwężce,
- współczynnik przepływu (C) zwężki,
- liczbę Reynoldsa (Re_D) dla średnicy wewnętrznej rury,
- przepływ i spadek ciśnienia w głowicy urządzenia zamykającego.

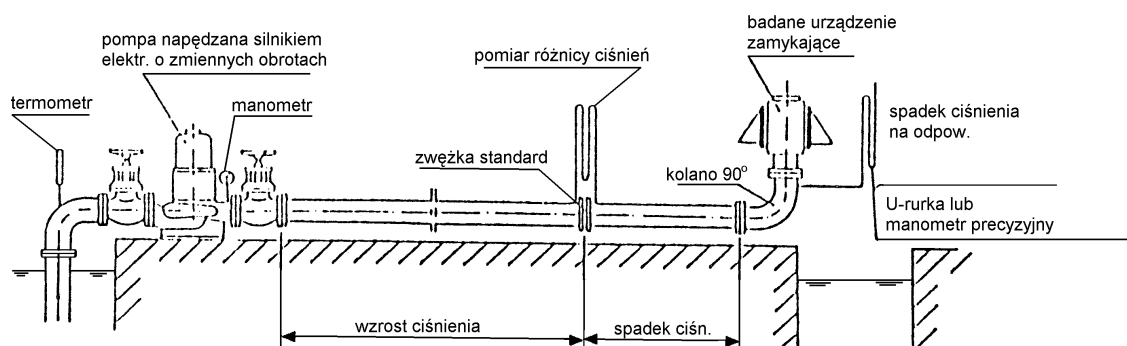
Zmiany oporów przepływu należy przedstawić na wykresie.

7.1 Wymagania ogólne

- przyrządy pomiarowe do określenia masy i/lub natężenia przepływu powinny odpowiadać uznanym standardom;
- przyrządy powinny być zamontowane w takich miejscach rurociągu, gdzie osiąga się pełną prędkość przepływu oraz przepływ niewirowy. Z reguły jest to osiągalne, jeśli instalacja rurowa przed i za zwężką odpowiada standardom. Powinna być znana wartość masy właściwej i lepkości płynu użytego do prób, w warunkach przeprowadzania próby;
- natężenie przepływu powinno być wartością stałą;
- w miejscu, gdzie są umieszczone przyrządy pomiarowe, przepływ powinien wypełniać całość rury.

7.2 Pomiar przepływu za pomocą zwężki wstawianej w rurociąg

Stanowisko badawcze do oceny współczynnika oporu ζ
(Próba wykonywana wodą)



Określenie wartości współczynnika ζ

Natężenie przepływu oblicza się w następujący sposób:

$$\dot{V} = m \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \alpha \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta p}{\rho_{H_2O}}}, \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

lub

$$\dot{V} = C \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot E \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta p}{\rho_{H_2O}}}, \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Uwzględniając w powyższych wzorach wartości otrzymane w wyniku pomiarów oraz wprowadzając:

$$f = m \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot 3600 \sqrt{\frac{2g}{1000} \left(\frac{\rho_{Hg}}{\rho_{H_2O}} - 1 \right)}$$

otrzymujemy:

$$\dot{V} = f \cdot \alpha \sqrt{h}, \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

lub

$$\dot{V} = f \cdot C \cdot E \sqrt{h}, \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

gdzie h jest wyrażane w mm Hg.

Oznaczenia symboli:

D - średnica wewnętrzna rury, [m]

d - średnica wewnętrzna zwężki, [m]

$m = \beta^2 = \frac{d^2}{D^2}$ stopień przesłonięcia, [-]

$\beta = \frac{d}{D}$ stosunek średnic, [-]

$\nu = \frac{\eta}{\rho}$ lepkość kinematyczna, [m²/s]

ρ - masa właściwa, [kg/m³]

η - lepkość dynamiczna, [Pa·s]

α - współczynnik przepływu zwężki w funkcji liczby Reynoldsa, [-]

$Re_D = \frac{D \cdot w}{\nu}$ liczba Reynoldsa odniesiona do średnicy wewnętrznej rurociągu przed zwężką w warunkach próby, [-]

$w = \frac{\dot{V}}{A}$ prędkość przepływu, [m/s]

A - powierzchnia przekroju rury, [m²]

g - przyspieszenie ziemskie, [m/s²]

$\Delta p = h \cdot g (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{H}_2\text{O}})$, [N/m²]

h - wysokość słupa rtęci manometru U-rurkowego mierzącego różnicę ciśnień na zwężce pomiarowej, [mm Hg]

E - współczynnik prędkości, [-]

$$E = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^4}} = \frac{D^2}{\sqrt{D^4 - d^4}}$$

C - współczynnik przepływu w funkcji liczby Reynoldsa (Re_D), [-]

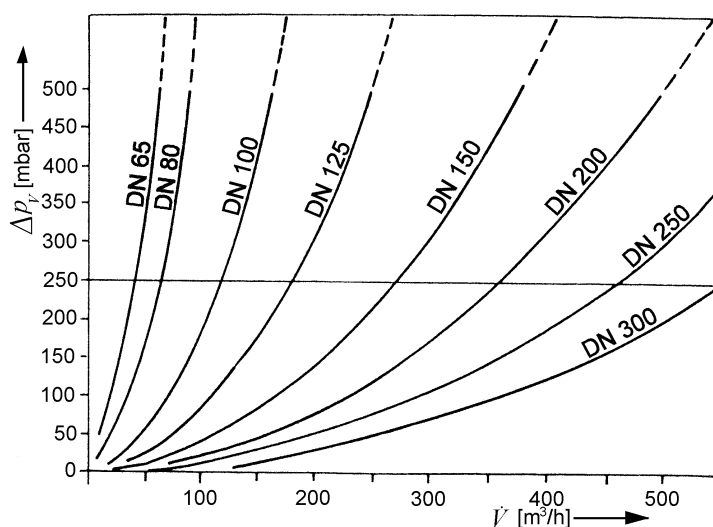
$$C = \frac{\alpha}{E}$$

ρ_{Hg} - masa właściwa rtęci, [kg/m³]

$\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ - masa właściwa wody może być przyjęta w przybliżeniu jako równa 1000 kg/m³.

Lepkość kinematyczna w zależności od temperatury może być odczytana z odpowiednich wykresów.

Dokładna wartość współczynnika przepływu C dla standardowych zwęzek jest określana eksperymentalnie i odczytywana z tablic/wykresów.



Krzywe oporu wyznaczone dla różnych wymiarów jednego typu zamknięć rurociągów odpowietrzających

Δp_v – spadek ciśnienia na zamknięciu rurociągu odpowietrzającego

\dot{V} – natężenie przepływu

Jeżeli jest to możliwe, dla każdej średnicy nominalnej charakterystyka powinna być wyznaczana w sposób doświadczalny. Jeżeli wydajność pompy jest niewystarczająca dla średnic rur przekraczających DN 300, wartość ζ dla tych głowic odpowietrzających należy określić za pomocą obliczeń oporów. Jeżeli wykresy charakterystyk oporów wykazują podobieństwo hydrauliczne, wartość ζ nie zmieni się nawet przy większych średnicach nominalnych. Podobieństwo hydrauliczne istnieje, jeżeli przy stałej wartości oporu i równej prędkości przepływu, natężenia przepływu spełniają proporcję:

$$\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

Uwagi:

Oznaczenia zamknięć rurociągów są podane w punkcie 6 – OZNAKOWANIE.

Wartość współczynnika oporu ζ jest określona dla prędkości przepływu w kołnierzu połączeniowym i oznaczona dla oporu o wielkości 0,025 MPa.

7.3 Obliczenie oporów hydraulicznych

Ponieważ zamknięcia rurociągów odpowietrzających można również uważać za element rur przewodowych, należy zadbać o to, aby cała objętość cieczy mogła wypływać ze zbiornika bez powodowania przekroczenia ciśnienia obliczeniowego zbiornika. Warunkiem jest, aby całkowite opory rurociągów były znane w czasie projektowania systemu odpowietrzenia. Całkowite opory składają się z oporów prostych odcinków rurociągów, osprzętu i zaworów. Opory te traktowane są jako straty ciśnienia. Ponadto poza ww. oporami uwzględnia się w obliczeniach pionową różnicę wysokości pomiędzy górnym poszyciem zbiornika a głowicą rury odpowietrzającej.

Elementy składowe oporów:

$$I \quad \Delta p_v = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho, [\text{N/m}^2]$$

$$\text{II} \quad \Delta p_v = \zeta \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho, [\text{N/m}^2]$$

$$\text{III} \quad \Delta p_v = H \cdot g \cdot \rho, [\text{N/m}^2]$$

gdzie:

Δp_v – strata ciśnienia, [N/m²]

l – długość odcinka prostego rurociągu, [m]

λ, ζ – współczynniki oporów, [-]

H – różnica wysokości, [m]

I – dotyczy prostych odcinków rur

II – dotyczy zaworów i osprzętu

III – dotyczy różnicy poziomów.

Suma strat ciśnienia (I, II, III) nie może przekroczyć ciśnienia obliczeniowego zbiornika.

7.4 Próba odwrotnego przepływu / wyładunkowa

Głowica odpowietrzenia powinna umożliwiać przepływ powietrza, aby zapobiec wytworzeniu się nadmiernego podciśnienia w zbiorniku. Należy w tym celu przeprowadzić próbę odwrotnego przepływu. Do zakończenia rury odpowietrzającej w zbiorniku należy podłączyć pompę podciśnieniową lub inne odpowiednie urządzenie. Prędkość przepływu należy zwiększać stopniowo i jednostajnie do momentu, aż pływak zostanie zassany i zablokuje przepływ. Prędkość przepływu w momencie zablokowania należy zarejestrować. 80% z tej wartości należy zapisać w świadectwie.

7.4.1 Alternatywa do próby odwrotnego przepływu

W przypadku głowic rur o średnicy 400 mm i powyżej, jako alternatywa do próby odwrotnego przepływu może być zaakceptowana próba symulacji numerycznej w oparciu o obliczeniową mechanikę płynów (CFD), wykonywana w powiązaniu z ograniczonym reprezentatywnym badaniem w celu ustalenia ważności modelowania oraz wyników metody CFD.

Prognozy CFD dotyczące głowic rur odpowietrzających mogą być poddawane walidacji w odniesieniu do dostępnych aktualnych wyników prób odwrotnego przepływu dla głowic rur odpowietrzających tych samych rozmiarów i tego samego typu. Dokładność modelowania CFD oraz podstawowe założenia zastosowane do obliczeń należy dokumentować. Należy wykonać i udokumentować badania zbieżności siatki. Należy zarejestrować prędkość przepływu w momencie blokowania. 80% z tej wartości należy zapisać w świadectwie.

Wykaz zmian obowiązujących od 1 lipca 2022 roku

| Pozycja | Tytuł/Temat | Źródło |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 5.2 | Próba szczelności | IACS UR P3 (Rev.5 2021) |
| 7.4.1 | Alternative to the reverse flow test | IACS UR P3 (Rev.5 2021) |