

Włodzimierz Jarzembowski

Ośrodek Badawczo Rozwojowy

Przemysłu Urządzeń Klimatyzacyjno-Wentylacyjnych
i Odpylających "Barowent"

WENTYLATORY GŁOWICOWE PRZECIWWYBUCHOWE DLA PRZEMYSŁU OKRĘTOWEGO

Streszczenie: Przedstawiono i omówiono zebrane w wyniku prac nad typoszeregiem wentylatorów głowicowych przeciwwybuchowych dla przemysłu okrętowego przepisy i zalecenia. Wymieniono czynniki łatwo zapalne i pomieszczenia do wentylacji, których są używane wentylatory głowicowe przeciwwybuchowe.

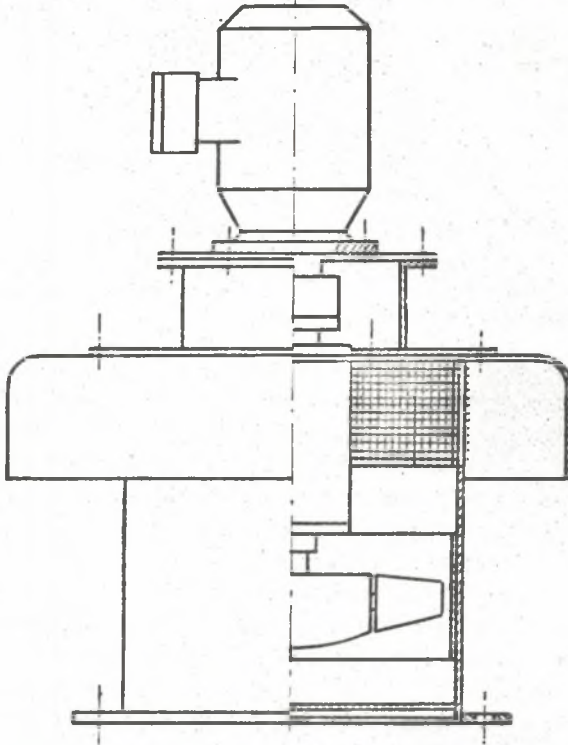
1. Wstęp

Ze strony krajowego przemysłu okrętowego istnieje zawsze - choć zmieniające się w zależności od stanu koniunktury - zapotrzebowanie na wentylatory. Na większości statków, część wentylatorów przetłacza powietrze zanieczyszczone gazami lub parami substancji łatwopalnych lub wybuchowych - najczęściej są to wentylatory głowicowe w wykonaniu przeciwwybuchowym. Konstrukcja tych wentylatorów musi zapewniać w czasie normalnej pracy, a także w maksymalnym stopniu w stanie awarii, brak zdolności inicjacji wybuchu lub pożaru na statku. Wentylatory głowicowe przeciwwybuchowe montowane na statkach budowanych w polskich stoczniach, są w znacznej części importowane z różnych europejskich wytwórni. W kraju produkowany jest jeden typ wentylatora głowicowego przeznaczonego na statki. Jest to wentylator WG-20P, posiadający świadectwo przeciwwybuchowości na mieszaninę powietrza z parami benzyny, a produkowany przez Malborską Fabrykę Wentylatorów "Mawent". Wobec stale istniejącego zapotrzebowania przemysłu okrętowego na wentylatory przeciwwybuchowe w OBR "Barowent" prowadzone są prace, których celem jest opracowanie typoszeregu wentylatorów głowicowych przeciwwybuchowych.

2. Ogólna charakterystyka wentylatorów głowicowych przeciwwybuchowych

Wentylatory głowicowe przeciwwybuchowe montowane są na pokładach otwartych lub masztach, w pozycji pionowej, na zrębnicach sztybów wentylacyjnych. Ponieważ najczęściej znajdują się na statkach o nieograniczonym zakresie pływania, są narażone na wpływ wszystkich rodzajów klimatu morskiego /zakres temperatur od - 25 do + 45°C i wilgotności względnej do 100 %/ oraz na przechyły, kołysania i wibracje. Wentylatory głowicowe przeciwwybuchowe charakteryzują się masywną konstrukcją, a najważniejszą ich cechą jest niezawodność ruchowa i zabezpieczenia gwarantujące bezpieczną pracę w warunkach przepływu przez wentylator czynników wybuchowych.

Na rys.1 przedstawiono przykład rozwiązania wentylatora głowicowego przeciwwybuchowego f-my Klima /Holandia/.



Rys. 1. Wentylator głowicowy przeciwwybuchowy P-DSS f-my "Klima"

Wentylatory są zaopatrzone w silniki elektryczne w wykonaniu przeciwwybuchowym, przystosowane do pracy w warunkach morskich.

Ze znanych zagranicznych producentów tego typu wentylatorów należy wymienić: "Nordisk" /Dania/ - wentylatory HGB, "Myson" /Anglia/, "Defor" /Dania/ - wentylatory MHX, "Fläkt" /Szwecja/ - wentylatory FYB, "Klima" /Holandia/ - wentylatory P-DSS. Wentylatory są wykonywane w wersjach wyciągowej i nawiewnej. Najczęściej jest stosowane rozwiązanie układu przepływowego z wirnikiem osiowym bez kierownic, z napędem poprzez sprzęgło i łożyskowanie. Wentylatory i ich silniki posiadają świadectwa uznania towarzystw klasyfikacyjnych.

3. Czynniki łatwopalne i pomieszczenia do wentylacji których stosowane są wentylatory głowicowe przeciwwybuchowe

Na podstawie rozeznaczenia przeprowadzonego w Centrum Techniki Okrętowej w Gdańsku, Stoczni Gdańskiej, Stoczni Północnej w Gdańsku oraz Stoczni Szczecińskiej ustalono czynniki i pomieszczenia do

wentylacji których stosuje się najczęściej wentylatory głowicowe przeciwwybuchowe.

| Rodzaj pomieszczenia | Czynniki stwarzające zagrożenie |
|--|--|
| 1. Pompownie, składy węży ładunkowych, pomieszczenia wirówek paliwa na tankowcach, magazyny lamp i smarów, | różne gatunki ropy naftowej, benzyny, paliwa dieslowe, produkty naftowe, |
| 2. Pompownie i inne przestrzenie zagrożone na statkach do przewozu skroplonych gazów, | metan, propan, butan i pochodne, |
| 3. Akumulatornie, | wodór, |
| 4. Magazyny farb, malarnia, | rozpuszczalniki wchodzące w skład wyrobów malarskich, |
| 5. Spawalnie i magazyny gazów technicznych. | acetylen, tlen. |

Ponadto wymieniane były takie czynniki, jak: kwas octowy, eter i amoniak. Wymienione czynniki należą do klas wybuchowości od IIA do IIC i grup zapłonowych od T1 do T3 wg [4].

CTO sugerowało stosowanie wentylatorów głowicowych przeciwwybuchowych do wentylacji ładowni, w których pyły mogą tworzyć z powietrzem mieszaniny wybuchowe. Byłyby to pyły takich ładunków, jak: węgiel, siarka, azbest, cement, bawełna, rudy metali, apatyty, mączka rybna itp. Wymienione wyżej czynniki nie wyczerpują całkowicie listy gazów i par cieczy łatwopalnych oraz mieszanin pyłów z powietrzem, ze względu na dużą różnorodność produktów wożonych statkami.

4. Przepisy i zalecenia dotyczące wentylatorów głowicowych przeciwwybuchowych.

Wentylatory głowicowe przeciwwybuchowe przeznaczone na statki muszą spełniać wymagania Przepisów Polskiego Rejestru Statków [1], oraz być poddane procedurze uznania wyrobu przez PRS. Niezbędnym warunkiem uznania wyrobu przez PRS jest uzyskanie przez wentylator świadectwa przeciwwybuchowości /na określone czynniki wybuchowe/ z Głównego Instytutu Górnictwa, Kopalnia Doświadczalna "Barbara". Przepisy PRS są oparte na wydanej przez Międzynarodową Organizację Morską - IMO - Konwencji bezpieczeństwa na morzu, oraz zaleceniach Stowarzyszenia Towarzystw Klasyfikacyjnych - IACS. Tekst Przepisów PRS został wspólnie opracowany i uzgodniony przez Instytucje Nadzoru Technicznego i Klasyfikacji Statków: Bułgarii, Czechosłowacji, FRG, Jugosławii, Polski, Rumunii, KRL-D, ZSRR i Węgier. Są one co pewien czas aktualizowane zgodnie z postępem wiedzy i doświadczeniami eksploatacyjnymi. Do wentylatorów głowicowych przeciwwybuchowych

stosuje się część Przepisów PRS dotyczącą wentylatorów pompowni, bowiem wentylacja pompowni jest ich typowym przykładem zastosowania. Wymagania stawiane wentylatorom pompowni stosuje się również do wentylatorów przeznaczonych do wentylacji:

- zamkniętych pomieszczeń na promach, oraz ładowni przeznaczonych do przewozu samochodów i innych pojazdów mechanicznych,
- pomieszczeń i skrzyń akumulatorowych,
- pomieszczeń na zbiornikowcach do przewozu ropy naftowej i ropomasowcach.

Przepisy PRS stawiają wentylatorom pompowni następujące wymagania:

- Szczelina powietrzna między korpusem wentylatora i wirnikiem powinna być nie mniejsza niż 0,1 średnicy czopa łożyskowego wału wirnika oraz nie mniejsza niż 2 mm, lecz nie wymaga się aby szczelina ta była większa od 13 mm.
- Końce przewodów wentylacyjnych powinny być zabezpieczone przed przedostaniem się ciał obcych do korpusów wentylatorów osłonami z siatki o oczkach kwadratowych o długości boków nie większej od 13 mm.
- Korpus wentylatora i części wirujące powinny być wykonane z materiałów nie wywołujących gromadzenia się ładunków elektrostatycznych, a instalowane wentylatory powinny być uziemione do kadłuba statku.
- Wirnik oraz części korpusu stanowiące osłonę wirnika powinny być wykonane z materiałów, które przy zetknięciu ze sobą nie powodują iskrzenia. Za nie iskrzące uważa się następujące zestawienia materiałów wirników i korpusów:

1. Wirnik i korpus wykonane z materiałów niemetalicznych o właściwościach antystatycznych,
2. Wirnik i korpus wykonane ze stopów metali nieżelaznych,
3. Wirnik i korpus wykonane z nierdzewnej stali austenitycznej,
4. Wirnik wykonany ze stopu aluminium lub stopu magnezu, korpus - z żeliwa lub stali /w tym również z nierdzewnej stali austenitycznej/, przy czym wewnątrz korpusu w obrębie wirnika zastosowano pierścień z odpowiedniej grubości materiału nieżelaznego,
5. Dowolne zestawienie żeliwnych i stalowych wirników i korpusów /przy czym wirnik może być z nierdzewnej stali austenitycznej/, jeżeli luz promieniowy pomiędzy nimi jest nie mniejszy niż 13 mm,
6. Inne zestawienia materiałów wirnika i korpusu mogą być stosowane po przeprowadzeniu prób stwierdzających ich niepodatność na iskrzenie.

Przepisy PRS nie zezwalają na stosowanie następujących materiałów wirnika i korpusu wentylatora:

1. Wirnik wykonany ze stopów aluminium lub magnezu, a korpus ze stopów żelaza,
2. Wirnik i korpus wykonane ze stopów żelaza, jeżeli luz promieniowy między nimi jest mniejszy niż 13 mm.

Przepisy PRS stanowią także, że od wentylatorów do wentylacji ładowni przystosowanych do przewozu ładunków niebezpiecznych /chodzi o łatwo zapalne ciecze i gazy/, wymaga się, aby ich konstrukcja w maksymalnym stopniu wykluczała możliwość iskrzenia.

Pozostałe wymagania PRS dotyczą wszystkich wentylatorów instalowanych na statkach:

- części wirnika powinny być tak dobrane, aby przy liczbie obrotów wynoszącej 1,3 znamionowej liczby obrotów, naprężenia zredukowane w dowolnym przekroju były nie większe od 0,95 granicy plastyczności,
- wirniki wraz z sprzęgłami należy wyważać dynamicznie, a dokładność wyważenia dynamicznego należy określić ze wzoru:

$$v = \frac{24000}{n}$$

v - odległość pomiędzy środkiem ciężkości a geometryczną osią obrotu
 n - liczba obrotów na minutę

- wentylatory powinny być przystosowane do pracy w warunkach:

- a) długotrwałego przechyłu 15° ,
- b) długotrwałego przegłębienia 5° ,
- c) przy kołysaniu poprzecznym $\pm 22,5^{\circ}$ o okresie 7 do 9 s,
- d) przy kołysaniu wzdłużnym $\pm 7,5^{\circ}$,
- e) równoczesnym występowaniu kołysania wzdłużnego i poprzecznego.

Od silników elektrycznych wentylatorów montowanych do wentylatorów głowicowych przeciwwybuchowych wymaga się stopnia ochrony IP56 i wykonania przeciwwybuchowego. Należy zauważyć, że [1] zawiera klasyfikację pomieszczeń i przestrzeni zagrożonych wybuchem różną od klasyfikacji "ładowej". Pomieszczenia i przestrzenie zagrożone wybuchem nie są podzielone ze względu na stałość lub okresowość występowania zagrożenia, lecz wymienia się konkretnie, które pomieszczenia lub przestrzenie i o jakich wymiarach, mające styczność z cieczami lub materiałami łatwo zapalnymi, do jakiej kategorii zagrożenia wybuchem należą. W klasyfikacji PRS występują trzy kategorie pomieszczeń i przestrzeni. Wentylatory głowicowe przeciwwybuchowe [wg tej klasyfikacji] stosuje się głównie do drugiej kategorii pomieszczeń i przestrzeni zagrożenia wybuchem. Kategoria trzecia dotyczy ładowni i pomieszczeń, w których mogą się tworzyć wybuchowe mieszaniny pyłów z powietrzem. Zalecenia GIG zebrano na podstawie pracy [2], oraz współpracy z tym Instytutem przy uzyskaniu świadectwa przeciwwybuchowości na wentylator WOMG-31-W, wobec par benzyny do lakierów, ksylenu, toluenu, octanu etylu i alkoholu etylowego.

1. Najmniejszy prześwit szczeliny nadłopatkowej wentylatora osiowego powinien wynosić co najmniej 1 % średnicy wirnika w miejscu szczeliny.
2. Wentylator powinien posiadać osłony siatkowe na wlocie i wylocie wykonane ze stopu miedzi lub stali odpornej na korozję o oczkach

nie przekraczających 12x12 mm.

3. Zalecany pod względem przeciwwybuchowości zestaw materiałów to: wirnik stalowy lub ze stopu miedzi, a obudowa ze stali z wyłożeniem obudowy i kierownicy w obrębie pracy wirnika mosiądzem. Mocowanie wyłożeń nitami mosiężnymi lub miedzianymi.
4. Nie dopuszczone pod względem przeciwwybuchowości zestawy materiałów:
 - wirnik ze stopu aluminium, a obudowa ze stali z wyłożeniem wewnątrz obudowy wykonanym ze stopu aluminium;
 - wirnik ze stopu aluminium, a obudowa ze stali stopowej 1H18N9T.
5. Szczególnie starannie należy zabezpieczać przed przesunięciem osiowym w obudowie wirnik wentylatora.
6. Wirniki powinny być odwirowane przy liczbie obrotów równej co najmniej 1,2-krotnej znamionowej liczbie obrotów.
7. Żywotność zastosowanych łożysk powinna wynosić co najmniej 40.000 godz.
8. Tabliczki znamionowe i kierunkowe nie mogą być wykonane z aluminium, mogą być wykonane z mosiądzu.
9. Do malowania wentylatorów nie mogą być stosowane materiały aluminiowe i nitrocelulozowe.

5. Wnioski końcowe

Przepisy PRS i zalecenia GIG dotyczące wentylatorów przeciwwybuchowych, różnią się szczególnie w zakresie zestawów materiałów uważanych za nieiskrzące i szczelin nadłopatkowych.

1. Przepisy PRS dopuszczają zestaw materiałów: wirnik ze stopu aluminium, a korpus wykonany ze stali z wyłożeniem w obrębie wirnika ze stopu aluminium, zaś zalecenia GIG zestaw ten wykluczają. Zawarte w [3] opisy wentylatorów produkcji zagranicznej taki właśnie zestaw materiałów zawierają.
2. Szczeliny nadłopatkowe zalecone przez obie instytucje są większe od powszechnie przyjętych w budowie wentylatorów. Zawarte w pracy [3] wartości minimalnych szczelin nadłopatkowych przyjętych dla typoszeregu wentylatorów głowicowych przeciwwybuchowych, są większe od wartości wyliczonych na podstawie Przepisów PRS. Porównanie tych wielkości zawiera tab.1.

Tabela 1. Porównanie wartości minimalnych szczelin nadłopatkowych dla wentylatorów głowicowych przeciwwybuchowych WCMG

| Wielkość wentylatora WCMG | 20 | 25 | 31 | 40 | 63 | 80 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Min.szczelina nadłopatkowa wg [3] /mm/ | 2,0 | 2,5 | 3,1 | 4,0 | 6,3 | 8,0 |
| Min.szczelina nadłopatkowa wyliczona wg Przepisów PRS | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,4 | 3,8 | 4,8 |

3. Zawarte w Przepisach DPS wymagania dotyczące wentylatorów do różnych czynników eksplozywnych mogą posłużyć przy konstruowaniu wentylatorów w wykonaniu lądowym.
4. Ze względu na specyficzne zastosowanie wentylatorów głowicowych przeciwwybuchowych, konieczne jest poświęcenie dużej uwagi i wielu starań dla spełnienia wymagań natury formalno-prawnej.

Literatura

1. Przepisy Kwalifikacji i Budowy Statków Morskich. 1982. Polski Rejestr Statków. Gdańsk 1982 oraz Zmiany nr 1 z 1982 i Zmiany nr 3 z 1983.
2. A. Łobajko: Zabezpieczenie przeciwwybuchowe do nowych typów wentylatorów ogólnego przeznaczenia wobec par benzyny do lakierów, ksylenu, toluenu, octanu etylu i alkoholu etylowego. IBG. Kopalnia Doświadczalna "Barbara" Mikołów 1983. Symbol pracy 10.1.13.11.02/10.1.
3. W. Jarzenbowski: Zmodernizowany typoszereg wentylatorów głowicowych przeciwwybuchowych dla przemysłu okrętowego. E.1 Założenia. Malbork 1980 /nr oprac. 402/III-61/BW-1/80/. E.9 Projekt wstępny typoszeregu. Malbork 1984 /nr oprac. 555/III-99/BW-1/84/.
4. PN-72/E-08110. Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe dla przemysłu chemicznego i pokrewnych. Wymagania i badania wspólne dla różnych rodzajów budowy.
5. PN-79/E-08106. Obudowy urządzeń elektrotechnicznych. Stopnie ochrony. Podział, wymagania i badania.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Tadeusz Chmielnik

Wpłynęło do redakcji, maj 1985 r.

ГОЛОВКОВЫЕ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНЫЕ ВЕНТИЛЯТОРЫ ДЛЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Р е з ю м е

Представлено результаты исследований ряда головковых взрывобезопасных вентиляторов для судостроительной промышленности. На основе этих результатов представлено поручения и приказы.

PUMP ROOM FANS FOR SCHIPBUILDING INDUSTRY

S u m m a r y

This paper presents and discusses these regulations and counsels which have been arrived of as a result of the investigations on the series of types of explosion - proof head fans for schipbuilding industry. Some factors of flammability and rooms, in which explosion - proof head fans are used, have been listed.