

SILNIKI I MASZYNY ENERGETYCZNE NIEELEKTRYCZNE	N O R M A B R A N Ź O W A	
	Silniki spalinowe tłokowe <b>Filtry oleju</b> Metody badań	
	<u>BN-79</u> <b>1341-70</b>	
	Grupa katalogowa IV 84	

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są metody badań filtrów olejowych z przegrodą porowatą, stosowanych w tłokowych silnikach spalinowych.

**1.2. Zakres stosowania normy.** Norma ma zastosowanie przy badaniach filtrów oleju bocznikowych o dowolnym natężeniu przepływu oraz pełnoprzepływowych o natężeniu przepływu do 14000 l/h przeznaczonych do oczyszczania oleju z nierozpuszczających się zanieczyszczeń metodą osadzania ich na przegrodzie porowatej lub składającej się z warstw porowatych lub włóknistych.

### 1.3. Nazwy i określenia

**1.3.1. Czystość początkowa filtru** — stan zanieczyszczenia cząstkami zanieczyszczeń, które przedostały się do wnętrza filtru podczas wytwarzania, przechowywania i transportu.

**1.3.2. Szczelność elementu filtracyjnego** — brak porów, większych od zadanych, w materiale przegrody, w miejscach połączenia końców materiału filtracyjnego i połączenia materiału filtracyjnego z pokrywami elementu filtracyjnego.

**1.3.3. Charakterystyka hydrauliczna** — graficzne przedstawienie wartości spadku ciśnienia  $\Delta p$  na wkładzie filtracyjnym lub filtrze kompletnym w funkcji strumienia objętości  $Q$  niezanieczyszczonej cieczy testowej.

**1.3.4. Kumulatywna skuteczność filtracji  $\varphi$**  — zdolność filtru do zatrzymywania zanieczyszczeń doprowadzanych do cieczy testowej w ciągu określonego czasu. Miarą skuteczności jest stosunek masy zanieczyszczeń zatrzymanych do masy zanieczyszczeń doprowadzonych.

**1.3.5. Trwałość filtru** — czas użytkowania filtru, po którym następuje utrata jego właściwości eksploatacyjnych. Miarą trwałości filtru jest:

— dla filtrów pełnoprzepływowych — osiągnięcie określonej wartości spadku ciśnienia przy ustalonym strumieniu objętości,

— dla filtrów bocznikowych — osiągnięcie określonej wartości strumienia objętości przy ustalonym spadku ciśnienia.

**1.3.6. Wytrzymałość mechaniczna wkładu filtracyjnego** — wartość ciśnienia cieczy testowej, przy której następuje deformacja lub pęknięcie wkładu filtracyjnego.

**1.3.7. Odporność termiczna połączeń klejonych wkładu filtracyjnego** — wytrzymałość na odrywanie klejonych elementów wkładu filtracyjnego po wygrzaniu w cieczy testowej w określonym czasie i temperaturze.

**1.3.8. Charakterystyka zaworu przelewowego** — zależność spadku ciśnienia cieczy testowej na zaworze  $\Delta p_z$  w funkcji strumienia objętości tej cieczy  $Q_z$ .

**1.3.9. Spadek ciśnienia  $\Delta p$**  — różnica ciśnienia statycznego między dwoma określonymi punktami instalacji w czasie przepływu przez nią oleju.

**1.3.10. Nominalny strumień objętości  $Q_n$**  — wartość objętościowego natężenia przepływu, w l/h, oleju o określonej lepkości ustalona dla danego typu filtru przy ustalonej wartości spadku ciśnienia  $\Delta p$  na filtrze.

## 2. BADANIA

### 2.1. Rodzaje badań

- badanie czystości początkowej filtru,
- badanie szczelności filtru,
- badanie szczelności wkładu filtracyjnego,
- badanie charakterystyki hydraulicznej,
- badanie charakterystyki kumulatywnej skuteczności filtracyjnej i trwałości filtru,
- badanie wytrzymałości mechanicznej wkładu filtracyjnego,
- badanie odporności filtru na deformację i wytrzymałość doraźną,
- badanie odporności termicznej połączeń klejonych wkładu filtracyjnego,
- badanie charakterystyki zaworu przelewowego,
- badanie skuteczności działania zaworu zwrotnego,
- badanie odporności na drgania.

### 2.2. Opis badań

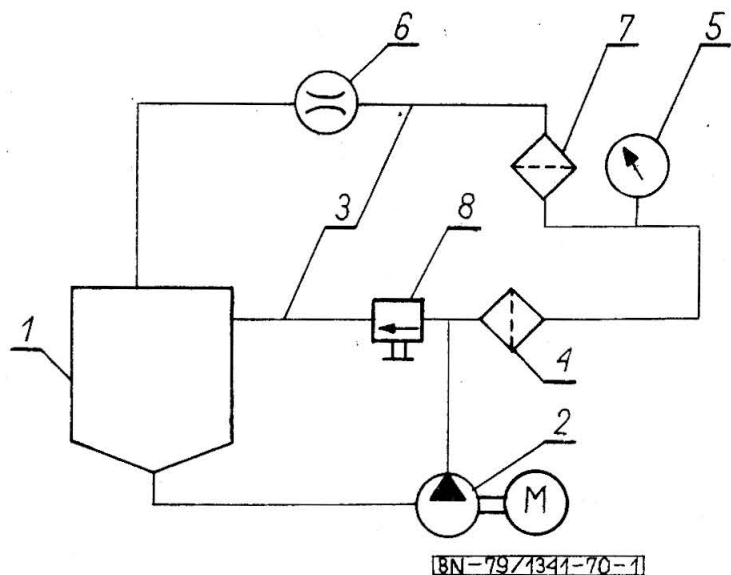
#### 2.2.1. Badanie czystości początkowej filtru

**2.2.1.1. Metoda badania** polega na pomiarze masy zanieczyszczeń wymytych przez ciecz testową z badanego filtru i zatrzymanych na filtrze pomiarowym.

Zgłoszona przez Instytut Lotnictwa  
Ustanowiona przez Zjednoczenie Przemysłu Lotniczego i Silnikowego PZL dnia 7 grudnia 1979 r.  
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1981 r. (Dz. Norm. i Miar nr 3/1980, poz. 17)

### 2.2.1.2. Aparatura i przyrządy

- Stanowisko badawcze wg schematu na rys. 1
- Filtr pomiarowy — siatka poliamidowa tkana, wymiar oczka  $25 \mu\text{m}$ , średnica nitki  $25 \pm 1 \mu\text{m}$ ; dopuszcza się stosowanie innej siatki o wymiarach oczek uzgodnionych między stronami.
- Suszarka laboratoryjna.
- Waga laboratoryjna o dokładności ważenia  $\pm 0,1 \text{ mg}$ .
- Tryskawka.
- Sączki o wymiarach pasów  $0,8 \mu\text{m}$  (bibuła Whatman 541).



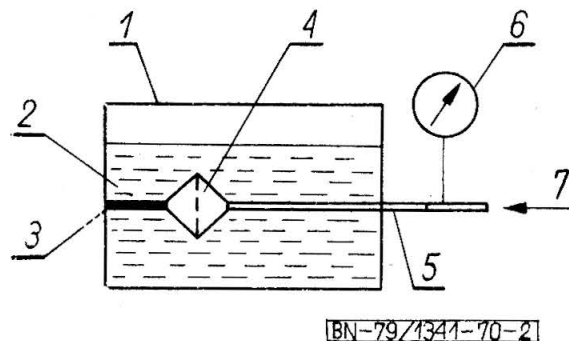
Rys. 1. Schemat stanowiska do badania czystości początkowej filtra  
1 — zbiornik cieczy testowej w objętości 20 l, 2 — pompa z silnikiem elektrycznym, 3 — przewody rurowe, 4 — badany filtr, 5 — manometr, 6 — przepływomierz, 7 — uchwyt specjalny do montowania filtra pomiarowego, 8 — zawór regulacyjny.

**2.2.1.3. Przygotowanie do badania.** Filtr pomiarowy należy oczyścić i wysuszyć w temperaturze  $105^\circ\text{C}$  w suszarce w ciągu 30 min, a następnie ostudzić do temperatury otoczenia w ciągu 30 min. Następnie należy zważyć go z dokładnością do  $0,1 \text{ mg}$  i zamocować w położeniu poziomym w uchwycie specjalnym. Stanowisko badawcze należy dokładnie oczyścić oraz napęlić zbiornik olejem napędowym I Z-35 wg PN-67/C-96048.

**2.2.1.4. Wykonanie badania.** W ciągu jednej godziny należy w układzie zamkniętym stanowiska przetłaczać olej napędowy przy 20% nominalnym strumieniu objętości. Po wyłączeniu pompki należy przez otwór oczyszczający rozpylić do wnętrza uchwytu specjalnego około  $0,1 \text{ l}$  eteru naftowego technicznego wg PN-74/C-96019 w celu sflukowania osadzonych na ściankach zanieczyszczeń, potem wyjąć filtr pomiarowy, położyć go na bibule do sączenia i suszyć przez kilka minut w temperaturze otoczenia. Następnie umieścić filtr w suszarce Petriego, suszyć jak w 2.2.1.3 i zważyć z dokładnością do  $0,1 \text{ mg}$ . Dopuszcza się, w przypadku uzgodnienia pomiędzy stronami, stosowanie innych metod badań.

**2.2.1.5. Wynik badania.** W wyniku badań należy podać masę zanieczyszczeń wymytych z filtra badanego jako różnicę mas filtra pomiarowego po i przed badaniem. Jako wynik należy przyjąć średnią arytmetyczną pomiarów dla trzech filtrów.

**2.2.2. Badanie szczelności filtra** należy przeprowadzić na stanowisku wg rys. 2 w zbiorniku z wodą o temperaturze  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ . Filtr powinien mieć zablokowane wyjście, a do wejścia doprowadzone sprężone powietrze o ciśnieniu ustalonym dla danego typu filtra. Filtr powinien wykazywać taką szczelność, aby pod działaniem sprężonego powietrza w ciągu 1 min nie wydzielały się pęcherzyki powietrza.



Rys. 2. Schemat stanowiska do badania szczelności filtra  
1 — zbiornik wody, 2 — woda, 3 — uchwyt do umocowania, 4 — badany filtr, 5 — przewód, 6 — manometr, 7 — doprowadzenie sprężonego powietrza

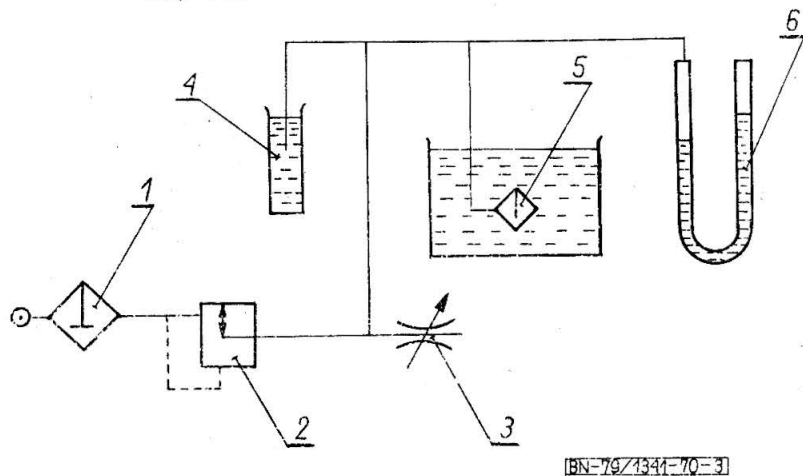
**2.2.3. Badanie szczelności wkładu filtracyjnego** należy przeprowadzić na stanowisku wg rys. 3. Namoczony w alkoholu etylowym wkład należy umieścić w zbiorniku. Zbiornik napęlić alkoholem tak, aby jego poziom był wyższy o  $10 \text{ mm}$  od górnej krawędzi wkładu. Do wkładu filtracyjnego należy doprowadzić sprężone powietrze. Obracając powoli wkład z prędkością  $2,5 \text{ obr/min}$  obserwować i zanotować ciśnienie, przy którym powstanie pierwszy pęcherzyk na zakładce i na plisach. Zwiększyć ciśnienie powietrza, aż wystąpi pęcherzykowanie na całej powierzchni wkładu filtracyjnego. Zanotować wartość tego ciśnienia.

Średnicę  $d$ , w m, nieszczelności (poru) obliczyć wg wzoru

$$d = \frac{4\gamma}{p} \quad (1)$$

w którym:

- $\gamma$  — napięcie powierzchniowe cieczy testowej, N/m,
- $p$  — ciśnienie powietrza przy powstaniu pęcherzyka, Pa.

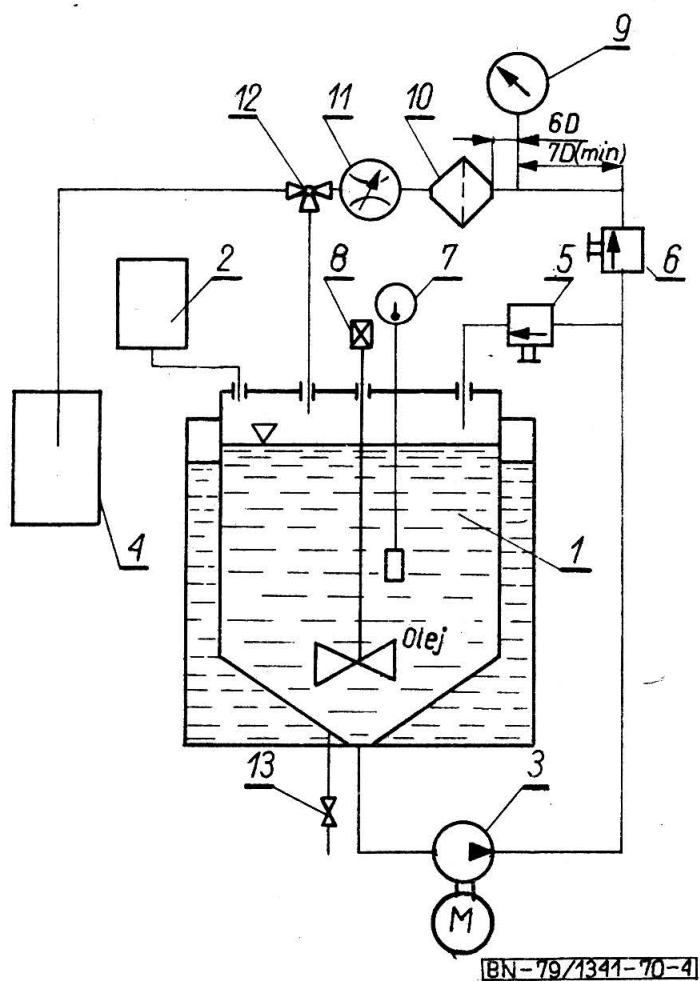


Rys. 3. Schemat stanowiska do badania szczelności wkładu filtracyjnego  
1 — filtr powietrza, 2 — zawór, 3 — zawór regulacyjny, 4 — bezpiecznik ciecowy, 5 — badany wkład filtracyjny, 6 — manometr różnicowy.

## 2.2.4. Badanie charakterystyki hydraulicznej

**2.2.4.1. Metoda badania** polega na pomiarze wartości spadku ciśnienia  $\Delta p$  na wkładzie filtracyjnym lub filtrze kompletnym cieczy testowej o ustalonej lepkości i różnych wartościach strumienia objętości  $Q$ .

**2.2.4.2. Stanowisko badawcze.** Charakterystykę hydrauliczną filtrów bocznikowych należy badać na stanowisku wg rys. 4, a filtrów pełnoprzepływowych na stanowisku wg rys. 5.



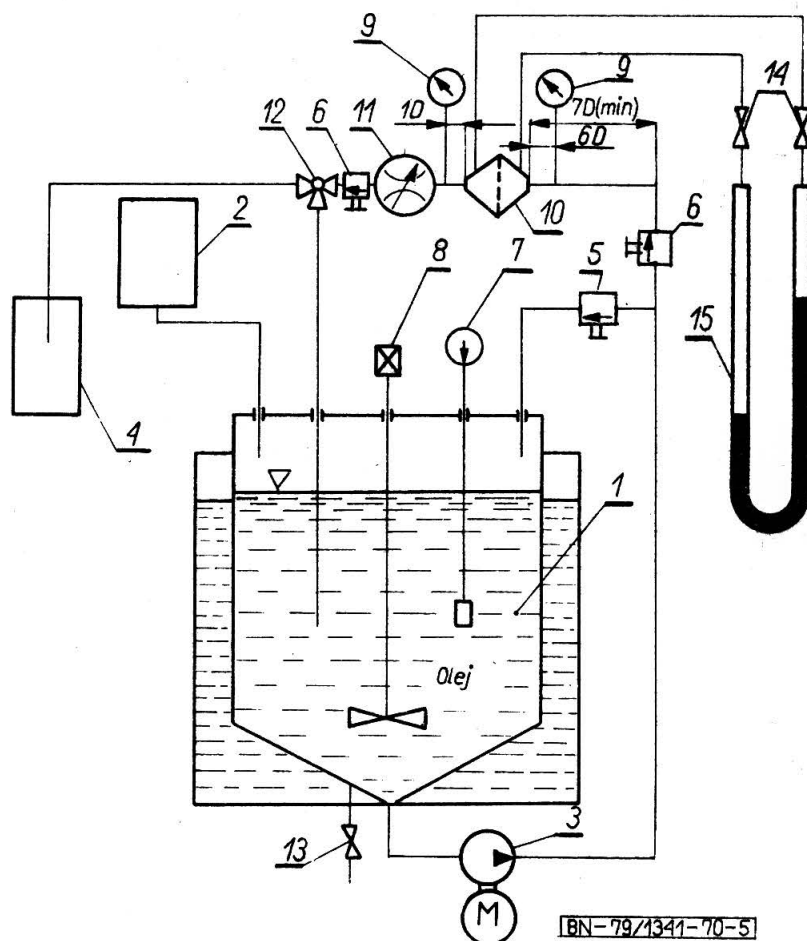
Rys. 4. Schemat stanowiska do badania charakterystyk filtrów bocznikowych

1 — zbiornik główny o pojemności 10 l z urządzeniem grzejmym i termostatem, 2 — dozownik zanieczyszczeń, 3 — pompa śrubowa z silnikiem elektrycznym, 4 — zbiornik pomiarowy do cechowania przepływomierza, 5 i 6 — zawory regulacyjne, 7 — termometr zegarowy sterujący termostatem, 8 — mieszadło mechaniczne, 9 — manometr precyzyjny 0 ÷ 0,6 MPa o dokładności 5 kPa, 10 — badany filtr, 11 — przepływomierz, 12 — zawór trójdrożny, 13 — zawór odcinający do pobierania próbek oleju ze zbiornika głównego.

Do badań filtrów puszkowych należy stosować dodatkowo uchwyt wg schematu przedstawionego na rys. 6. Temperatura cieczy testowej w zbiorniku głównym stanowisk powinna być regulowana z dokładnością  $\pm 2^\circ\text{C}$ , a przepływomierz powinien zapewnić dokładność pomiaru  $\pm 1\%$ .

**2.2.4.3. Ciecz testowa.** Jako ciecz testową należy stosować olej silnikowy o lepkości kinematycznej 24 mm<sup>2</sup>/s (cSt). Zaleca się stosować dodatkowo olej o lepkości 500 mm<sup>2</sup>/s (cSt). Gatunek oleju pozostawia się do uzgodnienia między wytwórcą i odbiorcą filtru.

W czasie badań temperatura cieczy nie może przekraczać 100°C.



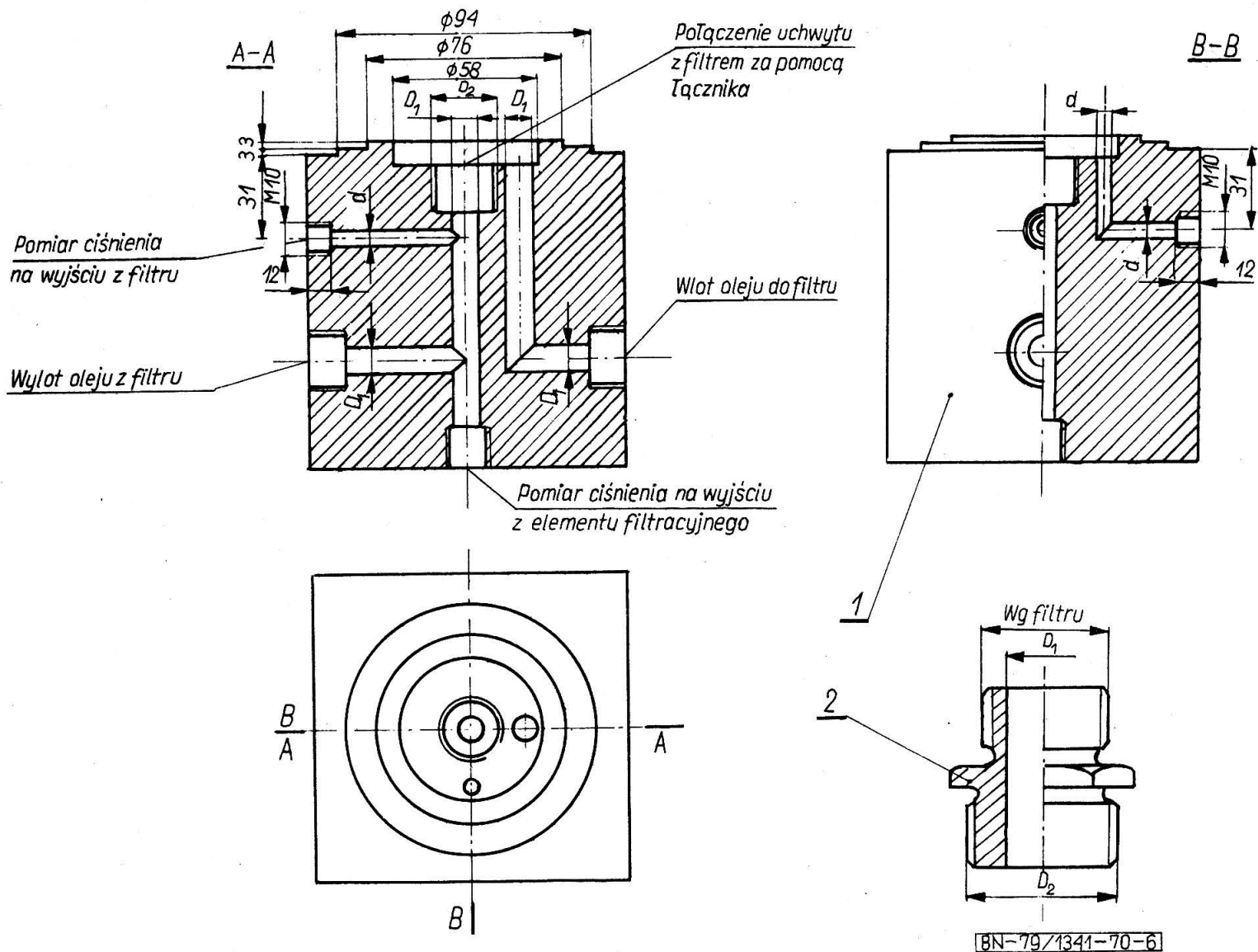
Rys. 5. Schemat stanowiska do badania charakterystyk pełnoprzepływowych filtrów oleju

1 — zbiornik główny z urządzeniem grzejmym i termostatem, 2 — dozownik zanieczyszczeń, 3 — pompa śrubowa z silnikiem elektrycznym, 4 — zbiornik pomiarowy do cechowania przepływomierza, 5 i 6 — zawory regulacyjne, 7 — termometr tarczowy sterujący termostatem, 8 — mieszadło mechaniczne, 9 — manometr tarczowy 0 ÷ 6 MPa o dokładności 5 kPa, 10 — badany filtr, 11 — przepływomierz, 12 — zawór trójdrożny, 13 — zawór do pobierania próbek oleju ze zbiornika głównego, 14 — zawory regulacyjne, 15 — manometr różnicowy rtęciowy.

**2.2.4.4. Przygotowanie do badania.** Filtr, stanowisko i ciecz testowa powinny być czyste. Oznacza to brak wykrywalnego wzrostu spadku ciśnienia na filtrze przy przetłaczaniu nominalnego strumienia objętości w ciągu 5 min. Na stanowisku należy zamontować filtr nieużywany, a do zbiornika zalać olej. Następnie przetłaczać olej przez stanowisko w układzie bocznikowym, tzn. z pominięciem filtru przy ciągłej pracy mieszadła i czynnym układzie ogrzewania zbiornika. Po osiągnięciu stabilizacji cieplnej układu należy przetłaczać olej przez filtr strumieniem wynoszącym 50% wartości nominalnej. Różnica temperatur oleju w zbiorniku i w strudze powrotnej nie może być większa niż 5°C. Po powtórным uzyskaniu stabilizacji należy przystąpić do pomiarów.

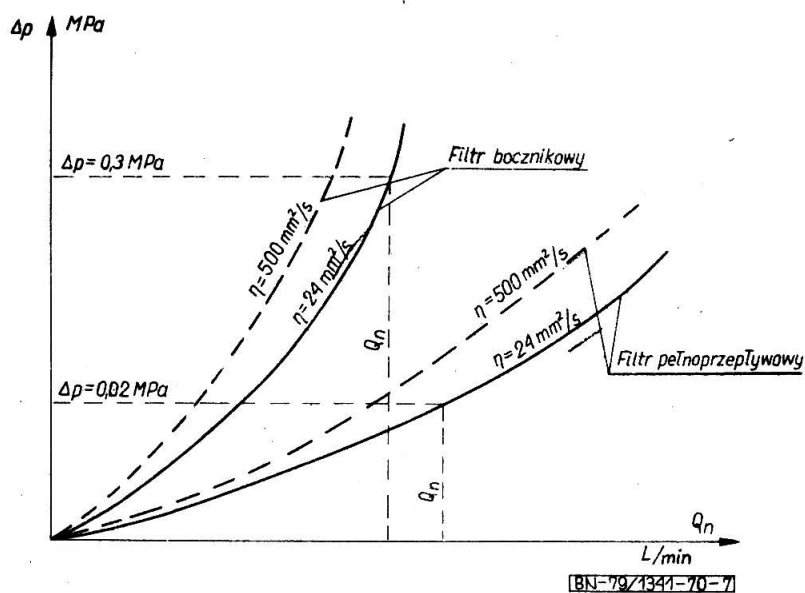
**2.2.4.5. Wykonanie badania.** Pomiar spadku ciśnienia na filtrze i wkładzie filtracyjnym powinien być wykonany przy wyłączonym mieszadle dla przynajmniej czterech (pożądane jest osiem) równomiernie wzrastających przepływów, mieszczących się między 10% a 110% wartości nominalnego strumienia objętości.

Ciśnienie za filtrem dla filtrów pełnoprzepływowych nie powinno wynosić mniej niż 10 kPa, a dla filtrów bocznikowych powinno być bliskie lub równe zeru.



Rys. 6. Uchwyt do filtrów puszkowych 1 oraz łącznik 2

2.2.4.6. Wyniki badań należy podać graficznie wg rys. 7.



Rys. 7. Charakterystyka hydrauliczna filtru

## 2.2.5. Badanie kumulatywnej skuteczności filtracji i trwałości filtru

2.2.5.1. Metoda badania polega na pomiarze masy zanieczyszczeń zatrzymanych na filtrze, przez który przetłacza się olej w obiegu zamkniętym oraz pomiarze spadku ciśnienia (lub strumienia objętości) w funkcji czasu trwania badania.

## 2.2.5.2. Aparatura, przyrządy, ciecze i zanieczyszczenia testowe

a) Stanowisko badawcze — dla filtrów boczniowych wg rys. 4, dla filtrów pełnoprzepływowych — wg rys. 5.

b) Ciecz testowa — olej silnikowy, dla oczyszczenia którego przeznaczony jest filtr lub olej silnikowy Selektol SC SAE 20W/30 wg PN-75/C-96091, jeśli nie uzgodniono inaczej.

c) Zanieczyszczenia testowe — mieszanina o składzie masowym: 80% sadza i 20% tlenku żelaza  $Fe_2O_3$ , o składzie granulometrycznym podanym w tabl. 1.

d) Wirówka laboratoryjna typ WE2, WE6 lub WL15

e) Waga laboratoryjna o dokładności 0,1 mg.

f) Benzyna do ekstrakcji III wg PN-56/C-96022.

g) Mieszadło laboratoryjne.

h) Suszarka laboratoryjna.

i) Kolby stożkowe 0,25 l.

j) Sączki o porowatości  $0,8 \mu m$  (bibuła Whatman 541).

2.2.5.3. Przygotowanie do badania. Do zbiornika głównego należy zalać ciecz testową w następujących ilościach:

— dla filtrów boczniowych — 10 l,

— dla filtrów pełnoprzepływowych, w zależności od nominalnego strumienia objętości badanego filtru — wg tabl. 2.

Tablica 1

Średnica zastępcza cząstki $d_x, \mu\text{m}$			2,00	2,50	3,18	4,00	5,05	6,35	8,00	10,00	12,60	16,00	20,00	25,40	31,80	40,00	
Udział ilościowy cząstek mniej- szych od $d_x, \%$	sadza	min		45	70	83	92	95,5	97	98,6	99,4	99,7	99,90	99,97	99,98	100	
		max		52	80	89	96	98,5	99	99,6	99,8	99,9	99,98	99,99	99,99	100	
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	min		70	90	95	97	98,5	99,2	99,5	99,70	99,88	99,97	99,99	100		
		max		82	94	98	99	99,5	99,8	99,9	99,92	99,98	99,99	99,99	100		
	mieszanina 80% sadzy, 20% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	min		49	76	90	96	99,0	99,6	99,8	99,91	99,95	99,97	99,98	99,99	100	
		max		59	84	94	98	99,5	99,8	99,9	99,97	99,99	99,99	99,99	99,99	100	

Tablica 2

Nominalny strumień objętości l/h	Objętość l
do 600	10
ponad 600 do 1500	15
ponad 1500 do 3000	20
ponad 3000 do 4800	25
ponad 4800	30

Zanieczyszczenia testowe należy wysuszyć w suszarce w temperaturze 105°C w ciągu 30 min. Z masy wysuszonych zanieczyszczeń należy odważyć taką ilość, aby zapewnić dozowanie w ilości 0,01 g dla filtrów pełno-przepływowych i 0,08 g dla filtrów bocznikowych na l/min nominalnego strumienia objętości na 100 cm<sup>2</sup> powierzchni filtracyjnej na 30 min trwania testu. Jeżeli czas zlewania zanieczyszczonej cieczy z dozownika zanieczyszczeń do zbiornika głównego trwa dłużej niż 30 min, należy wyżej wymienioną ilość zanieczyszczeń pomnożyć przez iloraz rzeczywistego czasu zlewania i 30 min.

Do pobierania próbek wmyć i wysuszyć kolby stożkowe pojemności 0,25 l.

Ciecz testową w zbiorniku głównym należy podgrzać do temperatury 85 ± 2°C przy czynnym mieszadle i pompie przetłaczającej ciecz przez stanowisko z pominięciem badanego filtru. Po osiągnięciu stabilizacji cieplnej przelać ze zbiornika głównego do dozownika zanieczyszczeń 1 l cieczy. Skierować następnie ciecz na badany filtr i zmierzyć spadek ciśnienia oraz strumień objętości. Zanotować wartości  $\Delta p$  i  $Q_n$ . Ciśnienie na wylocie dla filtrów pełno-przepływowych powinno być nie mniejsze niż 0,1 kPa.

**2.2.5.4. Wykonanie badania.** Włączyć ciągle dozowanie zanieczyszczeń do zbiornika głównego z szybkością podaną w 2.2.5.3. Próbę prowadzić w następujących warunkach przepływowych:

— dla filtrów pełno-przepływowych przy  $Q_n = const$  do czasu aż  $\Delta p$  osiągnie wartość ciśnienia początku otwarcia zaworu,

— dla filtrów bocznikowych przy  $\Delta p = const = 295 \text{ kPa}$  (3 kG/cm<sup>2</sup>) do czasu aż strumień objętości osiągnie połowę wartości strumienia wyznaczonego dla danego czystego filtru, gdy  $\Delta p = 295 \text{ kPa}$ .

W czasie trwania próby należy co 30 min pobierać ze zbiornika głównego próbki oleju w ilości 0,1 l do kolb, a co 15 min notować wartość  $\Delta p$  dla filtrów

pełno-przepływowych i wartość strumienia objętości dla filtrów bocznikowych. Po zakończeniu próby obliczyć objętość oleju w zbiorniku głównym i następnie pobrać próbkę oleju jak podano wyżej. W pobranych próbkach oleju należy oznaczyć masę zanieczyszczeń. W tym celu należy kolbę z próbką uzupełnić do pełna, przefiltrowaną przez sącdek o porowatości 0,8  $\mu\text{m}$ , benzyną do ekstrakcji. Całość, przez wstrząsanie, wymieszać i przelać z danej kolby zawsze do jednego i tego samego pojemnika wirówki WE2, WE6 lub WL15.

Przy oznaczaniu kilku próbek jednocześnie należy przyporządkować każdy pojemnik wirówki odpowiedniej kolbie. Kolbę przemyć benzyną i popłuczyny wlać do pojemnika. Pojemnik wirować przez 20 min przy liczbie obrotów około 83 na sekundę. Następnie roztwór dekantować znad wydzielonego osadu.

Czynności rozcieńczania benzyną, odwirowania i dekantowania powtarzać aż benzyna przestanie się zabarwiać rozpuszczonym olejem. Pojemnik z osadem suszyć w temperaturze 105°C do uzyskania stałej masy. Wyznaczyć masę zanieczyszczeń w próbce jako różnicę mas pojemnika z osadem i pojemnika pustego; ważyć z dokładnością 0,2 mg. Dopuszcza się w przypadku uzgodnienia pomiędzy stronami, przeprowadzenie badania skuteczności filtracji wg BN-72/1353-06.

**2.2.5.5. Wyniki badań.** W wyniku badań należy przedstawić w formie wykresu wg rys. 8 i rys. 9 zależności  $\Delta p = f(t)$  lub  $Q = f(t)$  oraz  $\varphi = f(t)$ , gdzie  $t$  oznacza czas trwania próby.

Skuteczność filtracji  $\varphi$  należy obliczyć, w %, wg wzoru

$$\varphi = 100 \left( 1 - \frac{G_z}{G_o \cdot n - G_c} \right) \quad (2)$$

w którym:

$G_z$  — masa zanieczyszczeń zawartych w zbiorniku, g,

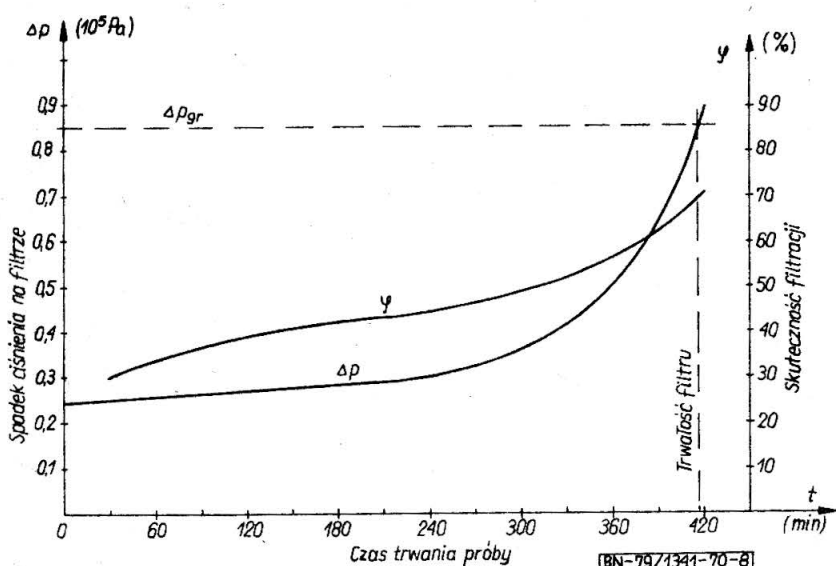
$$G_z = G_p \frac{V_o}{V_p}$$

$G_p$  — masa zanieczyszczeń w ostatniej próbce, g,  
 $V_o$  — objętość oleju w zbiorniku głównym po zakończeniu próby, l,

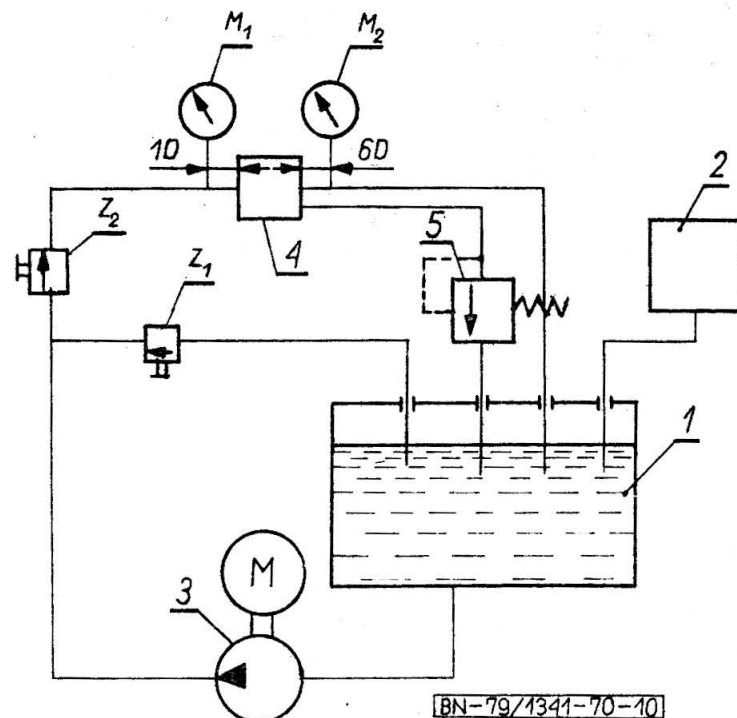
$V_p$  — objętość oleju ostatniej pobranej próbki, l,

$G_o$  — masa zanieczyszczeń zadozowanych w ciągu 30 min,

$n$  — iloraz czasu trwania testu przez 30 min,  
 $G_c$  — suma mas zanieczyszczeń w pobranych próbkach z wyłączeniem masy ostatniej próbki, g

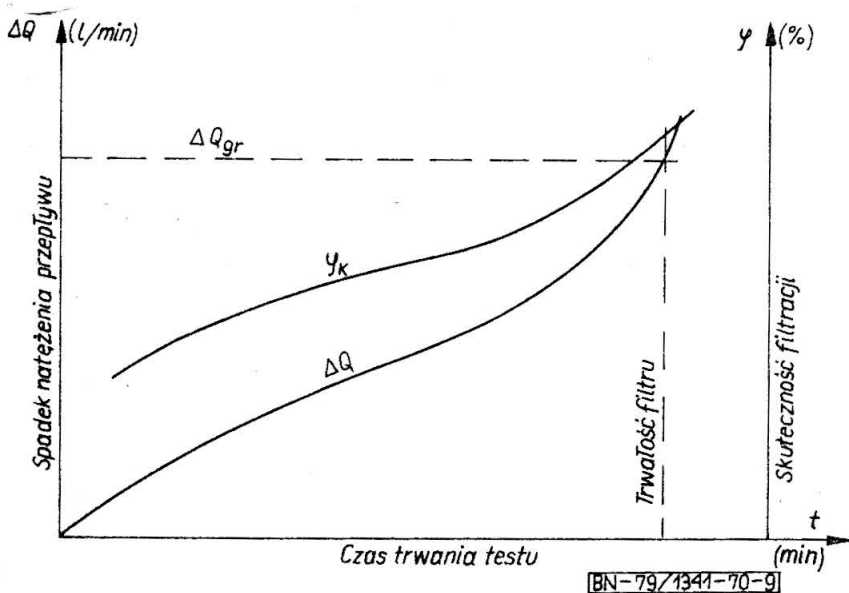


Rys. 8. Wyniki badań testu trwałości i skuteczności filtracji filtru pełnoprzepływowego



Rys. 10. Schemat stanowiska do badania wytrzymałości mechanicznej wkładu filtracyjnego

1 — zbiornik cieczy testowej z urządzeniem grzewczym, 2 — dozownik zanieczyszczeń, 3 — pompa z silnikiem elektrycznym, 4 — zbiornik z badanym wkładem, 5 — zawór bezpieczeństwa,  $M_1, M_2$  — manometry precyzyjne  $0 \div 2.5$  MPa o dokładności 10 kPa,  $Z_1, Z_2$  — zawory



Rys. 9. Wyniki badań testu trwałości i skuteczności filtracji filtru bocznikowego

## 2.2.6. Badanie wytrzymałości mechanicznej wkładu filtracyjnego

**2.2.6.1. Metoda badania** polega na pomiarze wartości ciśnienia cieczy testowej, przy którym następuje pęknięcie lub deformacja elementu filtracyjnego.

**2.2.6.2. Aparatura, ciecz testowa i zanieczyszczenia**

a) Stanowisko badawcze wg rys. 10.

b) Ciecz testowa — olej silnikowy Selektol SC SAE 20W/30 wg PN-75/C-96091 jeżeli nie uzgodniono inaczej.

c) Zanieczyszczenia testowe — sadza.

**2.2.6.3. Przygotowanie do badania.** Nalać oleju do zbiornika stanowiska badawczego, podgrzać i utrzymywać go w temperaturze  $85 \pm 2^\circ\text{C}$ . Zamontować badany element filtracyjny i uruchomić pompę oleju w celu uzyskania ciepłej stabilizacji układu. Strumień objętości ustalić tak, aby spadek ciśnienia na filtrze był nie niższy niż 98 kPa.

**2.2.6.4. Wykonanie badania.** Dozować zanieczyszczenia testowe do zbiornika z prędkością  $10 \div 15$  g/min i przetłaczać zanieczyszczony olej przy strumieniu objętości ustalonym w 2.2.6.3 notując spadek ciśnienia na filtrze. Próbę prowadzić do momentu gwałtownego zmniejszenia spadku ciśnienia, co świadczy o przerwaniu wkładu filtracyjnego. Próbę powtórzyć dla trzech wkładów filtracyjnych.

**2.2.6.5. Wynik badania.** Za wynik badania należy przyjąć średnią trzech uzyskanych wartości ciśnienia przebicia trzech wkładów.

## 2.2.7. Badanie odporności filtru na deformację i wytrzymałość doraźną

**2.2.7.1. Metoda badania** polega na poddaniu filtru działaniu ciśnienia wewnętrznego przy zablokowanym wyjściu i obserwacji trwałych odkształceń.

### 2.2.7.2. Aparatura i przyrządy

a) Stanowisko badawcze wg schematu na rys. 4, w którym uchwyt do mocowania filtru ma zablokowane wyjście oleju z filtru, a manometr 9 ma zakres pomiarowy  $0 \div 2$  MPa i dokładność 10 kPa.

b) Ciecz testowa — olej silnikowy Selektol SC SAE 20W/30 wg PN-75/C-96091, jeśli nie uzgodniono inaczej.

**2.2.7.3. Przygotowanie do badania.** Napełnić zbiornik i filtr cieczą testową. Filtr zamontować na stanowisku. Zamknąć zawór 6 i otworzyć zawór 5. Włączyć pompę i przetłaczać olej w układzie bocznikowym przez 10 min.

**2.2.7.4. Wykonanie badania.** Otworzyć zawór 6, zamknąć zawór 5 i zwiększać ciśnienie wewnętrzne z prędkością 1 MPa/min aż do osiągnięcia wartości ciśnienia podanego w warunkach technicznych i utrzymywać to ciśnienie w ciągu 1 min.

**2.2.7.5. Wyniki badania.** Po zakończeniu próby nie powinno być żadnych trwałych odkształceń obudowy ani nieszczelności.

## 2.2.8. Badanie odporności termicznej połączeń klejonych wkładu filtracyjnego

**2.2.8.1. Metoda badania** polega na badaniu siły odrywania pokryw od materiału filtracyjnego po wygrzaniu filtru w cieczy testowej o zadanej temperaturze.

**2.2.8.2. Stanowisko badawcze, aparatura i ciecz testowa**

- Ziornik metalowy cylindryczny o pojemności 40 l.
- Zrywarka.
- Suszarka laboratoryjna.
- Ciecz testowa do badania filtrów silników o zapłonie iskrowym — mieszanina o składzie objętościowym: 95% oleju silnikowego Selektol SC SAE 20W/30 wg PN-75/C-96091 jeśli nie uzgodniono inaczej oraz 5% etyliny 78 wg PN-66/C-96025. Etylina powinna być poddana odparowaniu w temperaturze 130°C w ciągu 10 min. Do badania filtrów silników z zapłonem samoczynnym — mieszanina o składzie objętościowym: 95% oleju Superol CC SAE-30 wg PN-75/C-96088.03 jeśli nie uzgodniono inaczej oraz 5% oleju napędowego I Z-35 wg PN-67/C-96048.

**2.2.8.3. Wykonanie badania.** Badane wkłady filtracyjne zanurzyć do cieczy testowej i wygrzewać w ciągu 100 h w suszarce w temperaturze 130÷140°C. Ochłodzone wkłady następnie poddać próbie rozciągania na zrywarkę. Wkład zamocować w zrywarkę równomiernie na całym obwodzie wewnętrznym lub zewnętrznym denka wkładu. Rozciąganie prowadzić z prędkością 20 mm/min. Zanotować wartość siły zrywającej połączenie klejone.

**2.2.8.4. Wyniki badań.** W wyniku badań obliczyć wartość jednostkowej siły adhezji  $Na$  wg wzoru

$$Na = \frac{F}{S} \quad (3)$$

w którym:

- $Na$  — jednostkowa siła adhezji, Pa,
- $F$  — siła zrywająca połączenie, N,
- $S$  — powierzchnia styku warstwy kleju z pokrywą, mm<sup>2</sup>.

## 2.2.9. Badanie charakterystyki zaworu przelewowego

**2.2.9.1. Metoda badania** polega na pomiarze wartości spadku ciśnienia  $\Delta p_z$  na zaworze przelewowym przy przepływie przez niego różnych wielkości strumienia objętości  $Q_z$  cieczy testowej o zadanej lepkości.

**2.2.9.2. Aparatura, przyrządy i ciecz testowa**

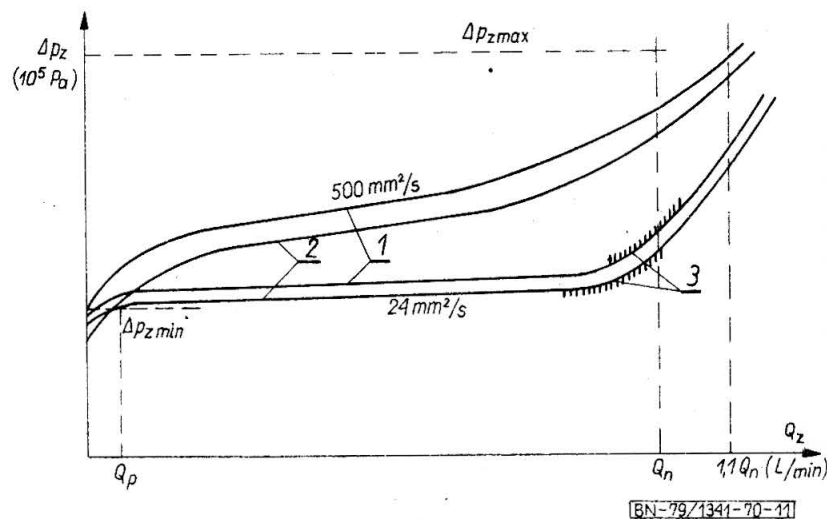
- Stanowisko do prób — wg rys. 5.
- Uchwyt specjalny do zamontowania badanego zaworu przelewowego.
- Cylinder pomiarowy 2 l.
- Sekundomierz.
- Ciecz testowa — wg 2.4.3.

**2.2.9.3. Przygotowanie do badania.** Zamontować na stanowisku badany filtr. W przypadku filtru z wymiennym wkładem filtracyjnym i zaworem przelewowym zamontowanym w obudowie filtru należy na stanowisku zamontować obudowę filtru z zaworem, a zamiast wkładu filtracyjnego umieścić element nieprzepuszczal-

ny o takich samych wymiarach. W przypadku filtrów typu puszkowego należy wymontować zawór przelewowy i umieścić go w specjalnej obudowie. Konstrukcja takiej obudowy powinna być uzgodniona pomiędzy producentem a odbiorcą filtru. Ciecz testową w zbiorniku podgrzewać do żądanej temperatury przy czynnym mieszadle i pompie przetłaczającej olej w układzie bocznikującym. Po uzyskaniu stabilizacji cieplnej układu skierować strumień wynoszący około 50% strumienia nominalnego na badany filtr i ponownie doprowadzić do stabilizacji cieplnej. Zamknąć następnie zawór doprowadzający olej do filtru i zlać olej z elementów stanowiska za filtrem przy czynnej pompie przetłaczającej olej w układzie bocznikującym.

**2.2.9.4. Wykonanie badania.** Zwiększać powoli ciśnienie oleju doprowadzonego do badanego zaworu do wartości o 10% niższej od minimalnego ciśnienia otwarcia ustalonego w dokumentacji filtru. Od momentu uzyskania tego ciśnienia zmierzyć w ciągu 30 s ilość oleju, która wycieknie przez zawór do przygotowanego cylindra pomiarowego. Zwiększając następnie strumień  $Q_z$  do wartości 110% nominalnego strumienia  $Q_n$  zmierzyć spadek ciśnienia na zaworze. Pomiar wykonać dla ośmiu równomiernie rozłożonych wartości strumienia w czasie jego wzrostu do wartości  $Q_n$ . W czasie odczytu wielkość strumienia powinna być utrzymana przynajmniej w ciągu 10 s na tym samym poziomie. Pomiar przeprowadzić ponownie w sposób jak wyżej przy zmniejszającym się strumieniu. Serie pomiarów należy wykonywać dla olejów o lepkości 24 mm<sup>2</sup>/s. Zaleca się stosować dodatkowo olej o lepkości 500 mm<sup>2</sup>/s. Jeżeli podczas badania występuje hałas, należy zanotować wartości  $\Delta p_z$  i  $Q_z$ , przy których zjawisko to występuje.

**2.2.9.5. Wyniki badań** należy podać w postaci wykresu wg rys. 11.



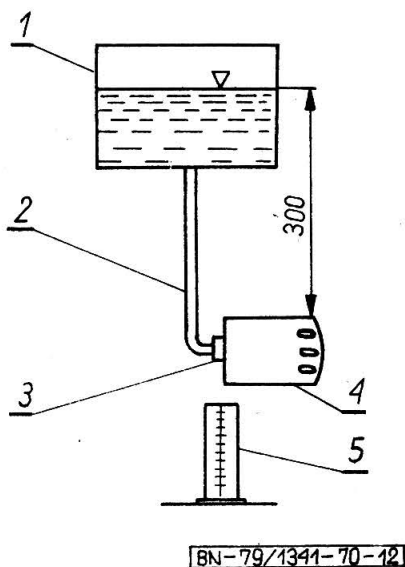
Rys. 11. Wyniki badań charakterystyk zaworu przelewowego 1 — przy zwiększaniu  $Q_z$ , 2 — przy zmniejszaniu  $Q_z$ , 3 — emitowanie hałasu,  $\Delta p_z \min$  — minimalne ciśnienie otwarcia zaworu,  $Q_p$  — wartość strumienia objętości dla  $\Delta p_z \min$ ,  $\Delta p_z \max$  — dopuszczalny maksymalny spadek ciśnienia dla  $Q_n$ .

## 2.2.10. Badanie skuteczności działania zaworu zwrotnego

**2.2.10.1. Metoda badania** polega na pomiarze ilości cieczy testowej wypływającej przez zawór zwrotny przy określonym ciśnieniu. Badaniom wg tej metody podlegają tylko filtry pełnoprzepływowe puszkowe.

### 2.2.10.2. Aparatura i przyrządy

- Stanowisko pomiarowe wg rys. 12.
- Sekundomierz.
- Ciecz testowa — olej o lepkości  $24 \text{ mm}^2/\text{s}$  (cSt).



Rys. 12. Schemat stanowiska do badania skuteczności działania zaworu zwrotnego

1 — zbiornik oleju o objętości 2 l, 2 — rurka, 3 — uchwyt do mocowania filtra uszczelnienia wyjścia, 4 — badany filtr, 5 — cylinder pomiarowy o pojemności 0,1 l.

**2.2.10.3. Przygotowanie do badania.** Badany filtr zamontować w położeniu poziomym i napełnić zbiornik olejem o lepkości  $24 \text{ mm}^2/\text{s}$  (cSt).

**2.2.10.4. Wykonanie badania.** Napełnić filtr cieczą testową w pozycji pionowej przez króciec wylotowy, ustawić filtr w pozycji pomiarowej i uzupełnić poziom cieczy w zbiorniku tak, aby odległość pomiędzy zwierciadłem cieczy i górną powierzchnią filtru wynosiła 0,3 m. Podstawić cylinder pomiarowy i włączyć sekundomierz. Po upływie 1 h zmierzyć ilość cieczy, która wyciekła z filtru.

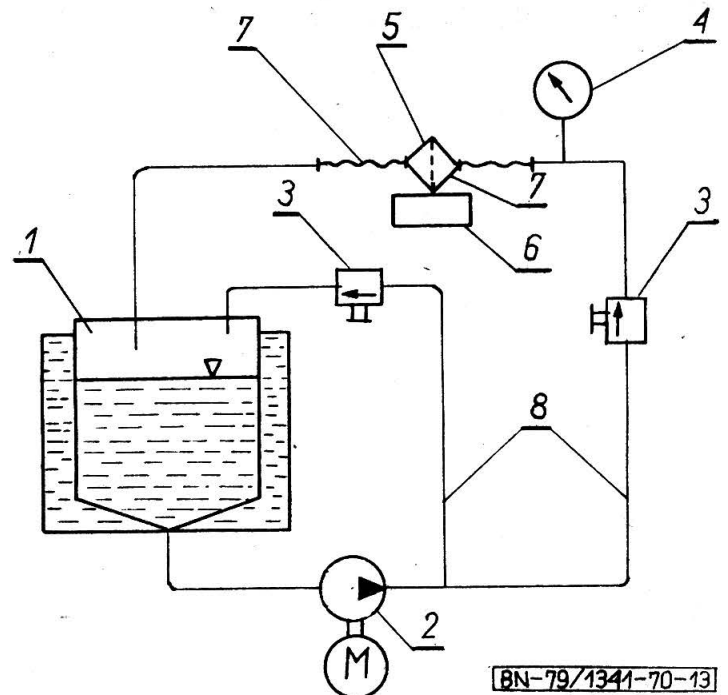
**2.2.10.5. Wyniki badań.** Ilość cieczy, która wyciekła z filtru powinna być mniejsza od określonej w dokumentacji filtru.

### 2.2.11. Badanie odporności na drgania

**2.2.11.1. Metoda badania** polega na obserwacji zmian filtru po poddaniu go działaniu drgań o określonych parametrach.

#### 2.2.11.2. Aparatura i przyrządy

- Wstrząsarka.
- Stanowisko pomiarowe wg rys. 13.



Rys. 13. Schemat stanowiska do badania odporności na drgania  
1 — zbiornik oleju z termostatem i płaszczem grzejącym, 2 — pompa z silnikiem elektrycznym, 3 — zawory regulacyjne, 4 — manometr precyzyjny  $0 \div 2 \text{ MPa}$  o dokładności 10 kPa, 5 — badany filtr, 6 — wstrząsarka, 7 — przewody elastyczne, 8 — rury metalowe.

c) Ciecz testowa — olej silnikowy Selektol SC SAE 20W/30 wg PN-75/C-96091, jeśli nie uzgodniono inaczej.

**2.2.11.3. Przygotowanie do badania.** Do zbiornika stanowiska zalać 10 l cieczy testowej i pogrzać ją do temperatury  $85 \pm 2^\circ\text{C}$ . Zamontować badany filtr i uruchomić pompę oleju. Przetłaczać olej w ciągu 10 min w celu podgrzania stanowiska i filtru.

**2.2.11.4. Wykonanie badania.** Filtr zamocować na wstrząsarce tak, aby kierunek drgań był prostopadły do osi filtru. Ustalić ciśnienie oleju w filtrze równe 1 MPa. Włączyć wstrząsarkę. Parametry drgań — do ustalenia między wytwórcą i odbiorcą filtru, w zależności od typu filtru.

Badanie prowadzić w ciągu 8 h. Po zakończeniu cyklu pracy na wstrząsarce poddać filtr badaniom szczelności wg 2.2.2 a element filtracyjny — badaniom wg 2.2.3.

**2.2.11.5. Wyniki badań.** W trakcie badań na wstrząsarce i po ich zakończeniu nie mogą wystąpić pęknięcia lub trwałe odkształcenia. Po badaniach wg 2.2.2 i 2.2.3 filtr i wkład powinny być szczelne.

K O N I E C

### INFORMACJE DODATKOWE

- Instytucja opracowująca normę — Instytut Lotnictwa, Warszawa
- Normy związane

PN-74/C-96019 Przetwory naftowe. Eter naftowy techniczny  
 PN-56/C-96022 Przetwory naftowe. Benzyna do ekstrakcji  
 PN-66/C-96025 Przetwory naftowe. Paliwa silnikowe benzynowe  
 PN-67/C-96048 Przetwory naftowe. Oleje napędowe  
 PN-75/C-96088.03 Przetwory naftowe. Oleje silnikowe Superol. Oleje Superol typu CC  
 PN-75/C-96091 Przetwory naftowe. Olej silnikowy wielosezonowy

Selektol SC SAE 20W/30  
 BN-72/1353-06 Silniki samochodowe. Filtry oleju bocznikowe

**3. Dokumenty międzynarodowe**  
 RWPG PC 1610-74 Оборудование автомобилей и тракторов. Фильтры с фильтрующим элементом для очистки масла. Технические требования. Методы испытаний

**4. Autor projektu normy** — dr inż. K. Baczewski — Wojskowa Akademia Techniczna, inż. T. Bogiel — Instytut Lotnictwa.