

Metrologia cieplna i przepływowa

Systemy Maszyny i Urządzenia Energetyczne IV rok

Badanie manometru z wykorzystaniem wzorca grawitacyjnego

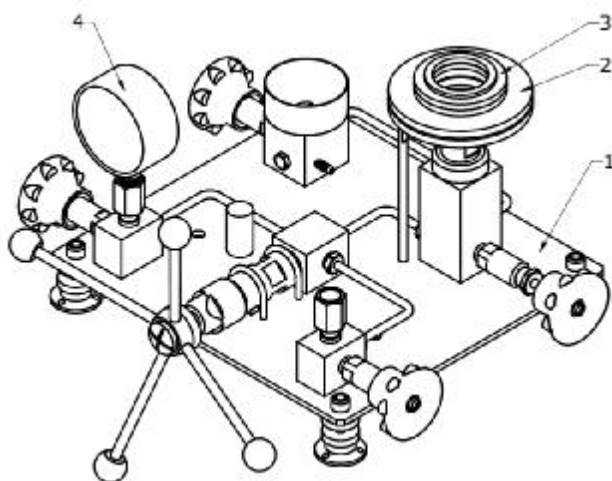
Instrukcja do ćwiczenia

1. INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO

1.1 Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z przyrządami oraz metodami służącymi do pomiaru ciśnienia. Zakres ćwiczenia obejmuje sprawdzenie dokładności i histerezy manometru sprężystego (z rurką Bourdona), z użyciem, jako wzorca ciśnienia, manometru tłokowego.

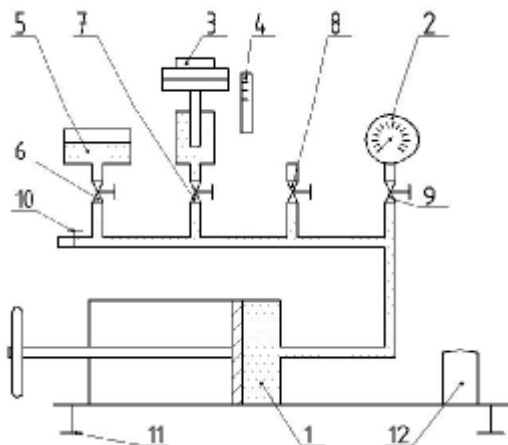
1.2 Stanowisko laboratoryjne



Rys.1. Stanowisko do sprawdzania dokładności i histerezy manometru z użyciem wzorca grawitacyjnego.

Stanowisko przeznaczone jest do sprawdzania dokładności i histerezy manometru przy użyciu manometru tłokowego. Elementy składowe stanowiska to kolejno:

1. manometr obciążnikowo-tłokowy, typ MT6, zakres: $0,2 \div 6 \text{ kG/cm}^2$, nr 0282,
2. obciążniki $0,5 \text{ kG/cm}^2$, nr 0282,
3. obciążniki $0,1 \text{ kG/cm}^2$, nr 0282,
4. manometr badany, zakres: $0 \div 2,5 \text{ kG/cm}^2$, klasa dokładności 1,5.



Rys.2 Schemat manometru tłokowego z przyłączonym manometrem badanym; 1 – prasa hydrauliczna, 2 – manometr badany, 3 – obciążniki, 4 – wskaźnik, 5 – zbiornik oleju, 6,7,8,9 – zawory odcinające, 10 – śruba odpowietrzająca, 11 – regulowane nóżki, 12 - poziomica

1.3 Tok postępowania podczas badania

1. Odpowietrzyć manometr tłokowy (czynność wykonana wcześniej).
2. Wypoziomować manometr, dokonując regulacji nóżek 11, tak, aby oczko poziomicy 12 było w pozycji centralnej.
3. Otworzyć zawory odcinające 7, 9. Zamknąć zawór 6.
4. Założyć (jeżeli to konieczne) odpowiednią ilość obciążników (stanowiących ciśnienie wzorcowe). Wartość ciśnienia wzorcowego bez obciążników wynosi $0,2 \text{ kG/cm}^2$. Wartość ciśnienia wzorcowego jest wybita na obciążnikach. Należy upewnić się, że zakładane obciążniki mają ten sam numer, co manometr tłokowy.
5. Kręcąc śrubą prasy hydraulicznej 1 w prawo (zgodnie z ruchem wskazówek zegara), wytwarzać ciśnienie w układzie, aż do momentu, gdy nacięcie na talerzu manometru znajdzie się na tej samej wysokości, co środkowe nacięcie wskaźnika 4. Wprawić talerz manometru w ruch obrotowy w celu uniknięcia tarcia między tłokiem a cylindrem, jakie może powstać wskutek niedokładnego wypoziomowania przyrządu. Dokonać odczytu ciśnienia na manometrze badanym 2 po uprzednim lekkim opukaniu palcem jego obudowy.
6. Założyć kolejne obciążniki, odpowiadające ciśnieniu kolejnego punktu pomiarowego i powtórzyć czynność z punktu 4. Powtórzyć czynności dla wyznaczonych punktów pomiarowych w całym zakresie manometru badanego.
7. Po osiągnięciu ostatniego punktu pomiarowego (maksymalna wartość ciśnienia manometru badanego) dokonać pomiarów przy zmniejszającym się ciśnieniu, kręcąc śrubą prasy hydraulicznej 1 w lewo (przeciwnie do ruchu wskazówek zegara). Pomiar należy wykonać dla tych samych ciśnień, co przy zwiększaniu ciśnienia, pamiętając o wprawianiu w ruch obrotowy talerza manometru.

1.4 Badanie dokładności i histerezy manometru

Temperatura odniesienia badań: 20°C . Dla badań ciśnieniomierzy klasy 1; 1,6; 2,5; oraz 4 temperatura odniesienia może odbiegać o $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Dla pozostałych, dokładniejszych klas – o $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Według PN-EN 837-1:2000 oraz PN-EN 837-3:2000 wskazania manometrów badanych należy odczytać z dokładnością od 1/4 do 1/10 odległości pomiędzy wskazami podziałki. Normy wymienione powyżej przewidują również minimalną liczbę punktów sprawdzenia, które powinny być równomiernie rozłożone wzdłuż całej podziałki manometru badanego. W tab. 1 przedstawiono minimalną liczbę punktów dla manometrów w zależności od klasy ich dokładności.

Tab.1 Minimalna liczba punktów sprawdzenia manometru

Klasa dokładności ciśnieniomierza	Minimalna liczba punktów sprawdzenia
0,1; 0,25; 0,6	10
1; 1,6; 2,5	5
4	4

Tab. 2 jest przykładową tabelą pomiarowo-obliczeniową, służącą do gromadzenia danych pomiarowych i wyników obliczeń.

Tab. 2 Tabela do gromadzenia wyników badania

Lp.	Ciśnienie wzorcowe (wzorzec grawitacyjny) p	Wskazanie manometru badanego		Bezwzględne błędy pomiaru manometru badanego		
		p_{ros}	p_{mal}	Δp_{ros}	Δp_{mal}	Δp_{hist}
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Bezwzględny błąd pomiaru badanego manometru przy wzrastającym ciśnieniu:

$$\Delta p_{ros} = |p - p_{ros}| \quad (1)$$

gdzie:

p_{ros} – wskazanie manometru badanego przy rosnącym ciśnieniu,
 p – wartość ciśnienia wzorcowego.

Bezwzględny błąd pomiaru badanego manometru przy malejącym ciśnieniu:

$$\Delta p_{mal} = |p - p_{mal}| \quad (2)$$

gdzie:

p_{mal} – wskazanie manometru badanego przy malejącym ciśnieniu,
 p – wartość ciśnienia wzorcowego.

Histereza pomiarowa:

$$\Delta p_{hist} = |p_{mal} - p_{ros}| \quad (3)$$

gdzie:

p_{mal} – wskazanie manometru badanego przy malejącym ciśnieniu,
 p_{ros} – wskazanie manometru badanego przy rosnącym ciśnieniu.

2. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

2.1 Wstęp

Manometr spełnia stawiane mu wymagania co do dokładności pomiaru, jeśli zachowane są dwa poniższe warunki.

1. Maksymalny bezwzględny błąd wskazań (największa różnica ciśnień manometru badanego i wzorcowego) nie przekracza błędu granicznego.

$$\Delta p_{\max} \leq \Delta p_{gr} \quad (4)$$

2. Maksymalna histereza pomiarowa nie przekracza wartości błędu granicznego.

$$\Delta p_{histMAX} \leq \Delta p_{gr} \quad (5)$$

Błąd graniczny wynika z klasy dokładności badanego manometru i wynosi

$$\Delta p_{gr} = \frac{d(p_{\max} - p_{\min})}{100} \quad (6)$$

gdzie:

δ – klasa dokładności badanego ciśnieniomierza,

$(p_{\max} - p_{\min})$ – zakres pomiarowy badanego ciśnieniomierza.

2.1 Opracowanie przykładowych wyników pomiarów

W tabeli 3 przedstawiono wyniki sprawdzenia manometru przy użyciu, jako wzorca, manometru obciążnikowo-tłokowego pokazanego na rys. 1. Pogrubieniem zaznaczono maksymalne wartości poszczególnych błędów, które zostały określone zgodnie z wzorami (1), (2), (3).

Błąd graniczny dla badanego manometru, o zakresie wskazań 0÷2,5 kG/cm² oraz klasie dokładności 1,5 zgodnie z (6), wynosi

$$\Delta p_{gr} = \frac{d(p_{\max} - p_{\min})}{100} = \frac{1,5(2,5 - 0)}{100} = 0,0375 \text{ kG/cm}^2$$

Jak widać, wartości maksymalnego bezwzględnego błędu wskazań oraz maksymalnej histerezy nie przekraczają wartości błędu granicznego, zatem manometr poddany kontroli spełnia stawiane mu wymagania dokładności pomiaru.

Tab.3 Tabela z przykładowymi wynikami przeprowadzonego badania

Lp.	Ciśnienie wzorcowe (wzorzec grawitacyjny) p [kGg/cm ²]	Wskazanie manometru badanego		Bezwzględne błędy pomiaru manometru badanego		
		p_{ros} [kGg/cm ²]	p_{mal} [kGg/cm ²]	Δp_{ros} [kGg/cm ²]	Δp_{mal} [kGg/cm ²]	Δp_{hist} [kGg/cm ²]
1	0,2	0,200	0,210	0,000	0,010	0,010
2	0,5	0,490	0,500	0,010	0,000	0,010
3	1	1,000	1,010	0,000	0,010	0,010
4	1,5	1,485	1,490	0,015	0,010	0,005
5	2	1,980	1,980	0,020	0,020	0,000
6	2,5	2,490	2,490	0,010	0,010	0,000