

Pomiar ciśnienia

1. Jednostki ciśnienia

Ciśnienie jest wielkością charakteryzującą wielkość siły działającej na powierzchnię. W układzie międzynarodowym jednostek SI ciśnienie określane jest w **paskalach**.

$$1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$$

Paskal jest bardzo małą jednostką dlatego w praktyce stosowane są jego wielokrotności, np.

$$1\text{ hPa} = 100\text{ Pa}$$

$$1\text{kPa} = 1000\text{ Pa}$$

$$1\text{ MPa} = 1000000\text{ Pa}$$

Oprócz paskali w technice używane są inne jednostki ciśnienia, jak:

$$1\text{ Bar} = 100.000\text{ Pa}$$

$$1\text{ mm Hg} = 133,31\text{ Pa}$$

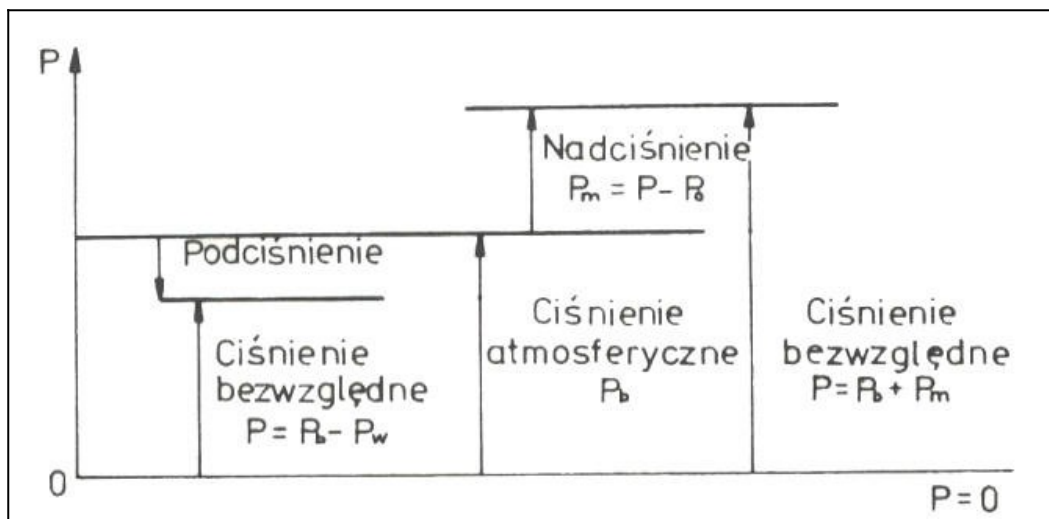
$$1\text{ mm H}_2\text{O} = 9,81\text{ Pa}$$

$$1\text{ psi} = 1\text{ funt/cal} = 1\text{ lb/in}^2 = 6,8927 \times 10^3\text{ Pa}$$

$$1\text{ atm (atmosfera fizyczna)} = 101325\text{ Pa}$$

$$1\text{ at (atmosfera techniczna)} = 9,81 \times 10^4\text{ Pa} = 10\text{m H}_2\text{O}$$

Wielkość i rodzaj zmierzonego ciśnienia zależy od punktu odniesienia. Ciśnienie zmierzone od poziomu próżni nosi nazwę **ciśnienia absolutnego** lub **bezwzględnego** i ma najczęściej oznaczenie literą P. Ciśnienie zmierzone przez manometr nosi nazwę ciśnienia manometrycznego i oznaczane jest literą Pm. Ciśnienie manometryczne mierzone jest zwykle od ciśnienia odniesienia **barometrycznego**, którym jest ciśnienie otaczającego manometr powietrza. W zależności od wartości tego ciśnienia możemy mówić o **nadciśnieniu** - jeżeli ciśnienie manometryczne jest większe od 0, lub **podciśnieniu**, jeśli jest < 0. Ciśnienie wywierane przez słup otaczającego powietrza nosi nazwę atmosferycznego lub barometrycznego i oznaczane jest Pb.



Rys.1 Rodzaje ciśnienia

W technice stosuje się też określenie **ciśnienia hydrostatycznego** które wywołane jest przez słup płynu i wynosi:

$$P_h = d g h$$

gdzie: d - gęstość cieczy, g - przyspieszenie ziemskie, h - wysokość słupa cieczy

2. Podział ciśnieniomierzy

W zależności od rodzaju mierzonego ciśnienia ciśnieniomierze możemy podzielić na:

absolutne – do pomiaru ciśnienia absolutnego,

różnicowe – do pomiaru różnicy ciśnienia,

manometry – do pomiaru nadciśnienia,

wakuometry – do pomiaru podciśnienia,

manowakuometry – do pomiaru nadciśnienia i podciśnienia,

Ze względu na budowę i sposób pomiaru ciśnienia:

- manometry hydrostatyczne (cieczowe)
- manometry tłokowe
- manometry sprężyste
- manometry pływakowe i dzwonowe
- manometry elektryczne
- manometry parametryczne

3. Manometr cieczowy U-rurkowy

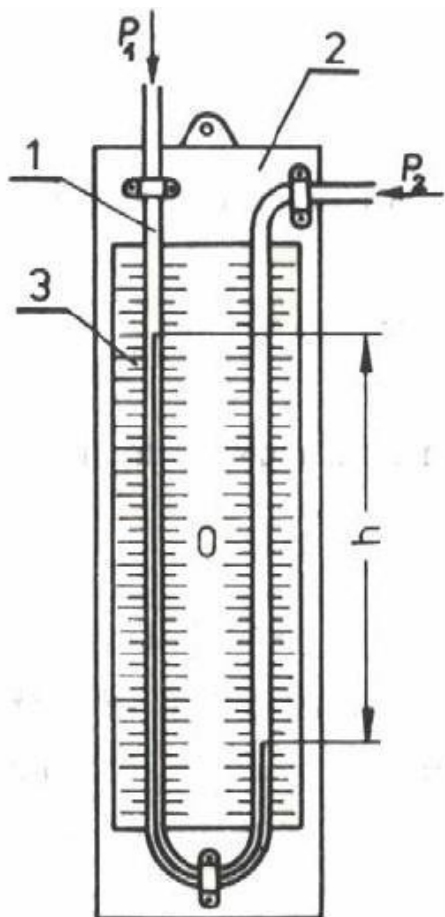
Za jego pomocą można mierzyć nadciśnienie, podciśnienie oraz różnicę ciśnień w zależności od sposobu przyłączenia. Jest to najprostszy manometr służący do pomiaru technicznych ciśnień, w tym m.in. do pomiaru małej różnicy ciśnień, jak np. przy przepływie płynów przez zwężkę. Najważniejszą częścią tego manometru (rys. 2) jest rurka szklana (1) zgięta na kształt litery U, deska mocująca (2) oraz podziałka milimetrowa (3). Wysokość ciśnienia wskazana przez manometr jest równa różnicy wysokości (h) słupów cieczy w obu ramionach manometru, pomnożonej przez ciężar właściwy cieczy manometrycznej.

$$P = d \cdot g \cdot h$$

gdzie: d - gęstość cieczy w kg/m^3 , h - wysokość słupa cieczy w [m]

g - przyspieszenie ziemskie $9,81 \text{ m/s}^2$

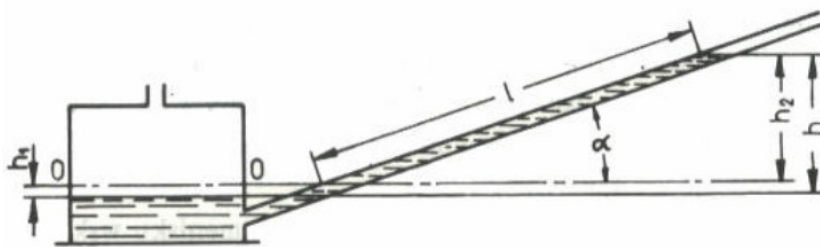
Manometry U-rurkowe stosowane są do maksymalnie ciśnienia 300 kPa. Minimalna wysokość h mierzonego ciśnienia nie powinna być mniejsza niż 10 mm. Poniżej tych wartości wskazania manometru są mało dokładne.



Rys.2 manometr U-rurkowy

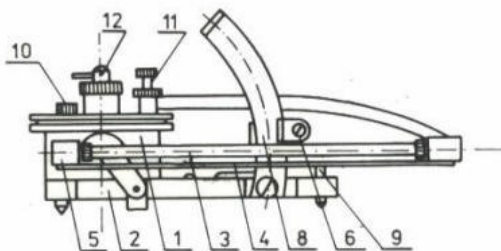
Manometr Recknagla (z rurką pochyłą)

W celu zwiększenia dokładności pomiaru małych ciśnień rzędu kilkudziesięciu paskali, stosuje się manometry z rurką pochyłą. Ideowy schemat takiego manometru pokazano na rys. 3. Zastosowanie rurki pochyłej umożliwia zwiększenie dokładności odczytu przemieszczeń słupa cieczy manometrycznej, ponieważ wysokość h (rys. 3) mierzy się za pośrednictwem długości słupa cieczy l . Błąd pomiaru przy posługiwaniu się manometrem z rurką pochyłą maleje wraz z malejącym " α " (im mniejszy kąt pochylenia rurki, tym większa długość słupa cieczy odpowiadająca określonemu ciśnieniu). Jednak przy małym " α ", mimo zastosowania kapilary o średnicy wewnętrznej 1,5 - 4 mm i cieczy manometrycznej o małej lepkości (alkohol C₂H₅OH), menisk staje się niewyraźny.



Rys.3 manometr z rurką pochyłą.

W manometrze Recknagla (Rys. 4) rurce można nadawać kilka różnych pochyłości, a przez to zmieniać zakres pomiarowy i jednocześnie dokładność pomiaru (Tab. 1). Manometr ten może służyć do pomiaru nadciśnienia, podciśnienia oraz różnicy ciśnień. Nadaje się on szczególnie do współpracy z rurkami spiętrzającymi. Jest także przystosowany do pomiaru ciśnień dynamicznych. Podstawowymi częściami manometru są: zbiornik pomiarowy (1) zamocowany na podstawie (2), szklana rurka pomiarowa (3) umieszczona w ramieniu mikromanometru (4); uchwyt (5) i prowadnica wskaźnika (6). Rurka pomiarowa połączona jest ze zbiornikiem (1) rurką metalową przechodzącą przez oś obrotu ramienia. Kurek rozdzielczy (12) zamocowany na pokrywie zbiornika, zaopatrzony jest w dwie końcówki, oznaczone (+) i (-), do których doprowadza się ciśnienia (do końcówki (+) ciśnienie wyższe, do końcówki (-) ciśnienie niższe).



Rys.4 Manometr Recknagela (opis w tekście)

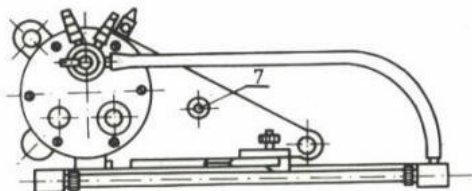


Tabela.1 Dokładność pomiarowa manometru Recknagela.

Przełożenie	Zakres pomiarowy	Klasa dokładności
n	Pa	%
1:1	0-1600	0,5
1:2	0-800	0,5
1:5	0-320	0,5
1:10	0-160	1,0
1:25	0-64	1,5
1:50	0-32	2,5