Дәріс 6.
Қысым және қысымдар айырымын өлшеу әдістері мен құралдары. Сұйықтық манометрлер және дифманометрлер. Деформациялық манометрлер. Пьезоэлектрлік манометрлер

Дәріскер: х.ғ.к., доцент

Кудьярова Ж.Б.

Дәрістің мақсаты: білім алушыларды қысым және қысымдар айырымын өлшеу әдістері мен құралдарымен таныстыру және олардың жұмыс істеу принципін талдау.

Қысым өнеркәсіптің әр түрлі салаларындағы технологиялық процестердің жүруін сипаттайтын маңызды параметр болып табылады. Материяның молекулярлық-кинетикалық теориясына сәйкес, қысым деп термодинамикалық жүйедегі заттектердің молекулалары оның шектеуші бетінің бірлігіне әсер ететін күш түсініледі. Және де молекулалардың қозғалысы барлық бағыттарда да тең ықтималды.

Қысымның шамасын анықтау барысында қысымды абсолюттік, атмосфералық, артық және вакуумметриялық деп бөлу қабылданған.

Абсолюттік қысым (ра) — бұл абсолюттік нөлден саналатын, астында газ, бу немесе сұйықтық тұрған қандай да бір жүйенің ішіндегі қысым.

- Атмосфералық қысым (ратм) жер атмосферасының ауа бағанының массасымен құрылады. Ол жергілікті жердің теңіз деңгейінен биіктігіне, географиялық ендікке және метеорологиялық жағдайларға тәуелді құбылмалы шамаға ие.
- Артық қысым (рарт) абсолюттік қысым (ра) және атмосфералық қысым арасындағы (рв) айырмамен анықталады:

$$P_{арт}=p_{а}-p_{атм}$$

- Вакуум (ауаны сейілту) деп газдың қысымы атмосфералықтан төмен күйі түсініледі. Сандық жағынан вакуумметриялық қысым (рj атмосфералық қысым мен вакуумдық жүйе ішіндегі абслюлюттік қысым арасындағы айырмамен анықталады:

$$P_{вак}=P_{атм}-P_{а}$$

ӨҚ бірліктерінің Халықаралық жүйесінде қысым бірлігі үшін паскаль (Па) деп аталатын қысым қабылданған. Паскаль кеңінен қолданылатын бірліктермен (ресми алынып тасталған) келесі арақатынастармен байланысты:

1 кгс/см^2 = 735,563 мм сын. бағ. = 10^4 мм су. бағ. = 9,80665 ■ 10^4 Па.

Орташа және жоғары қысымдарды өлшеу үшін еселік бірліктер: килопаскаль (кПа), мегапаскаль (МПа) және басқалары пайдаланылады.

Қысымды өлшеу және бақылау әдістері және құралдары

Қысымды, оның айырмасын және сейілуін технологиялық процестерде кеңінен қолдану қысымды өлшеу мен бақылаудың әр түрлі әдістері мен құралдарын пайдалану қажеттігін туындатады.

Қысымды өлшеу әдістері өлшенетін қысымның күшін мыналардың күштерімен салыстыруға негізделген:

- сәйкес биіктікті сұйықтық бағанының (сынап, су) қысымы;
- серіппелі элементтердің (серіппе, мембраналардың, манометриялық және анероидтық қораптардың, сильфондар мен манометриялық жүктердің) деформациялануы барысында дамитын;
- жүктердің ауырлығы;
- кейбір элементтердің деформациялануы барысында туындайтын және электр эффектілерін туындататын серпінді күштермен.

Қысым параметрлерін өлшеудің аталған құралдарына сәйкес, сұйықтықтық, деформациялық, жүкпоршендік және электрлік деп бөлуге болады.

Өнеркәсіпте кең таралуға ие болғаны деформациялық өлшеу құралдары. Қалғандары көбіне үлгілік немесе зерттеушілік ретінде зертханаларда пайдаланылады.

Қысымды өлшеу құралдары

барометрлерге (атмосфералық қысымды өлшеуге арналған),

манометрлерге (артық қысымды өлшеуге арналған), вакуумметрлерге (вакуумметриялық қысымды өлшеуге арналған),

мановакуумметрлерге (артық және вакуумметрлік қысымды өлшеуге арналған),

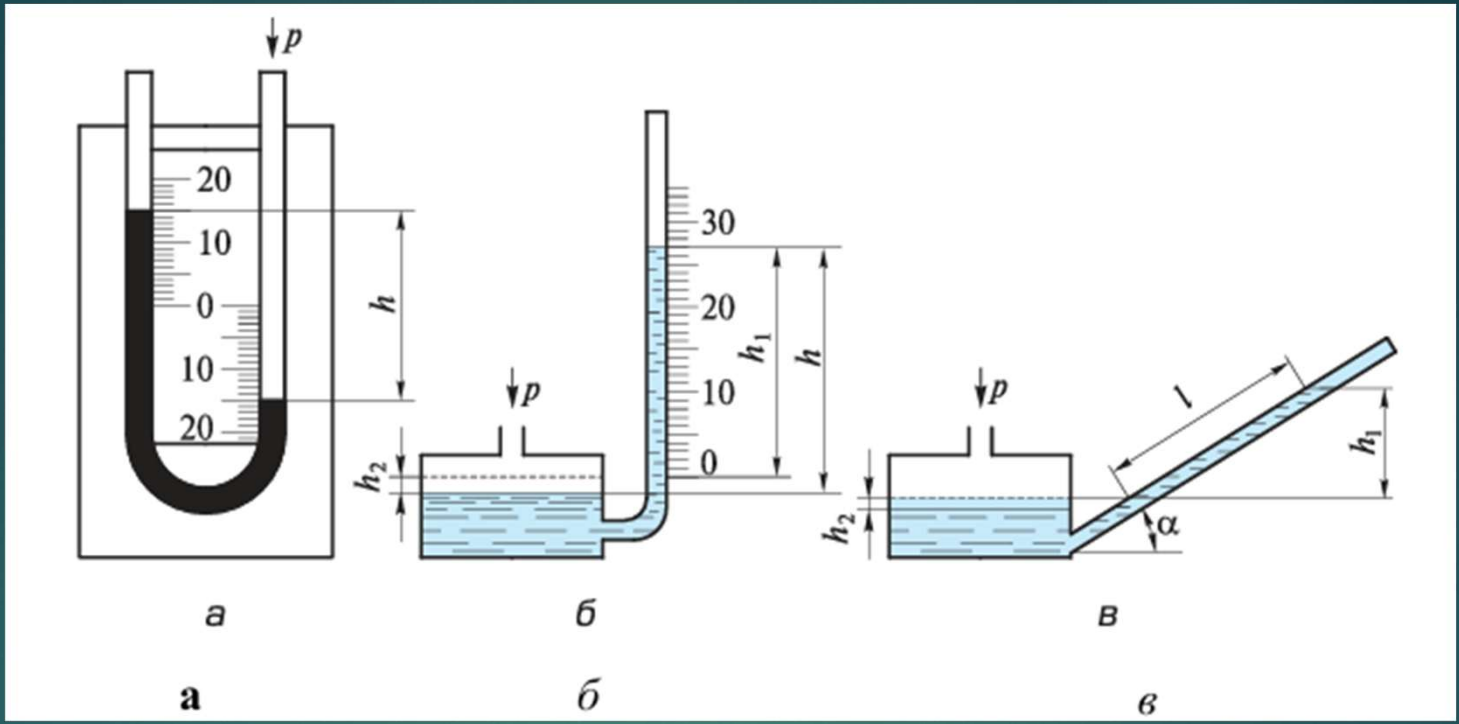
абсолюттік қысым манометрлеріне (абсолюттік нөлден есептелетін қысымды өлшеуге арналған),

дифференциалдық манометрлерге (қысым айырмасын (перепада) өлшеуге арналған) бөлінеді.

Қысымды өлшейтін сұйықтықтық құралдар

Сұйықтықтық өлшеу құралдарының әсері гидростатикалық қағидатқа негізделген, онда өлшенетін қысым жаптырғылық (жұмысшы) сұйықтық бағанының қысымымен теңестіріледі. Деңгейлер айырмасы сұйықтық тығыздығына қарай қысым өлшемі болып табылады. Қысымды немесе қысым айырмаларын өлшеуге арналған ең қарапайып аспап екі құбырлы (немесе U-тәріздес) манометр болып табылады (1, а сурет), ол жұмысшы сұйықтықпен (сынаппен немесе сумен) толтырылған және панельге шәкілмен бекітілген иілген әйнек түтікше болып табылады. Түтікшенің бір ұшы атмосферамен жалғасады, ал екіншісі қысым өзгеретін объектіге қосылады. Оның мағынасы мына өрнектен анықталады:

$$p = hpg.$$

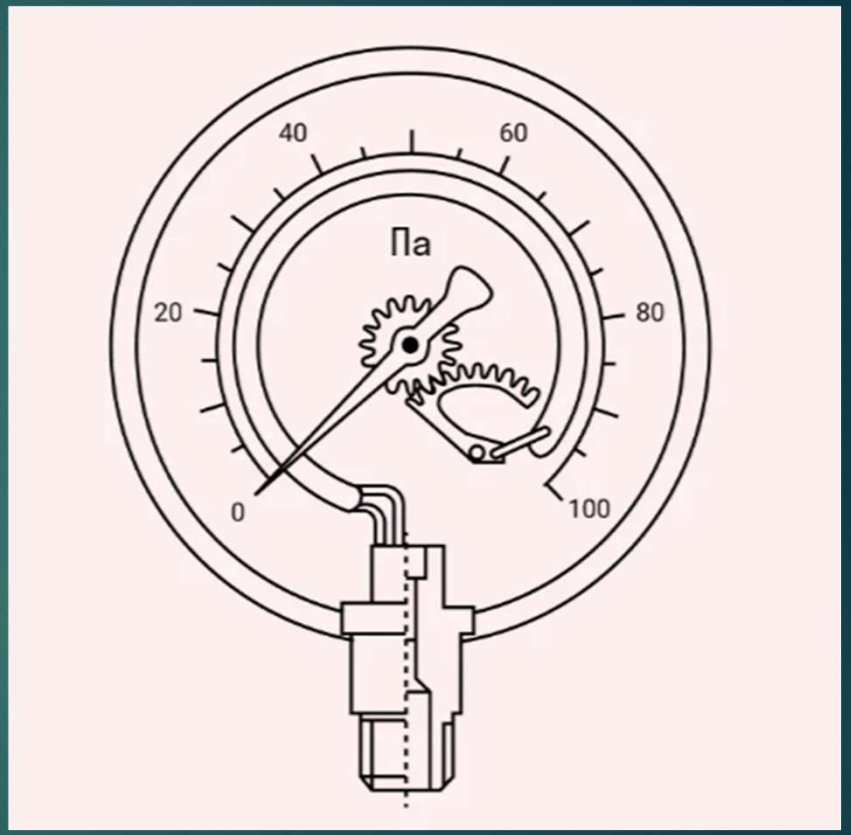


1 сурет. Сұйықтықтық манометрлер:
а — U тәріздес; б — табақшалы; в — микроманометр

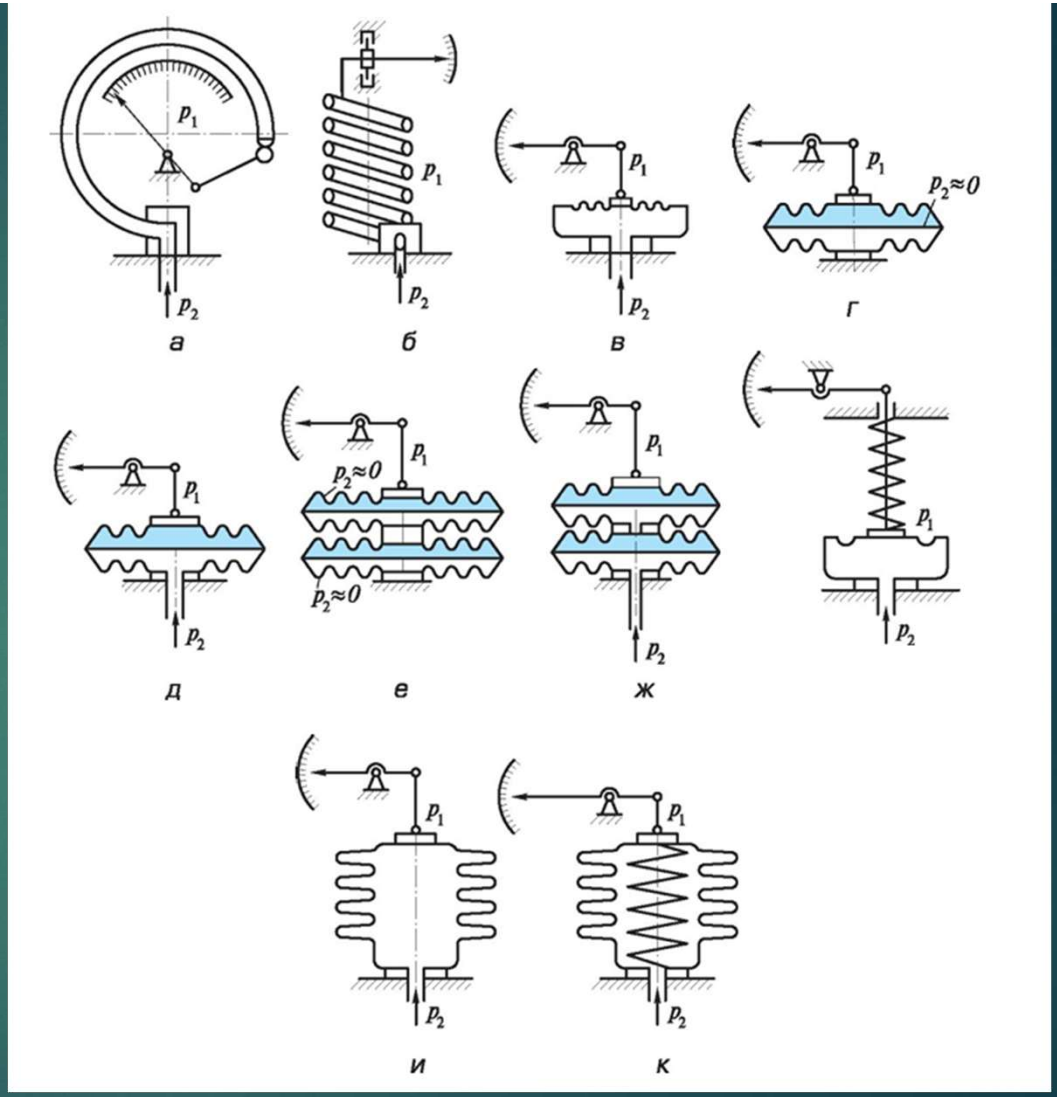
мұнда: p— өлшенетін қысым, Па;
h— сұйықтық деңгейлерінің айырмасы, м;
ρ — сұйықтық тығыздығы, кг/м^3;
g— ауырлық күшінің үдеуі, м/с^2.

Қысым өлшеудің деформациялық құралдары

Бұл құралдар сезгіш элементке бақыланатын ортаның қысымымен немесе вакуумымен, әр түрлі текті серіппелі элементтердің серіппелі деформацияларының күштерімен құрылатын күшті теңдестіруге негізделген. Сызықтық немесе бұрыштық орын ауыстырулар түріндегі тіркеуші құрылғыға (көрсетуші немесе өзі жазатын) беріледі немесе дистанциялық беріліске арналған электрлік (пневматикалық) сигналға түрленеді.



- Сезгіш элементтер ретінде бірорамдық түтікшелі серіппелерді (2, а сурет), көпорамдық түтікшелі серіппелерді (2, б сурет), серпінді мембраналарды (2, в сурет), серпінді мембраналық қорапшаларды (2, г, д сурет),қосарланған серпінді мембраналық қорапшаларды (2, е, ж сурет), серпінді-мембраналық иілгіш мембранасы бар (, з сурет), сильфондық (2, и сурет)және серіппелік-сильфондық (2, к сурет) пайдаланады.

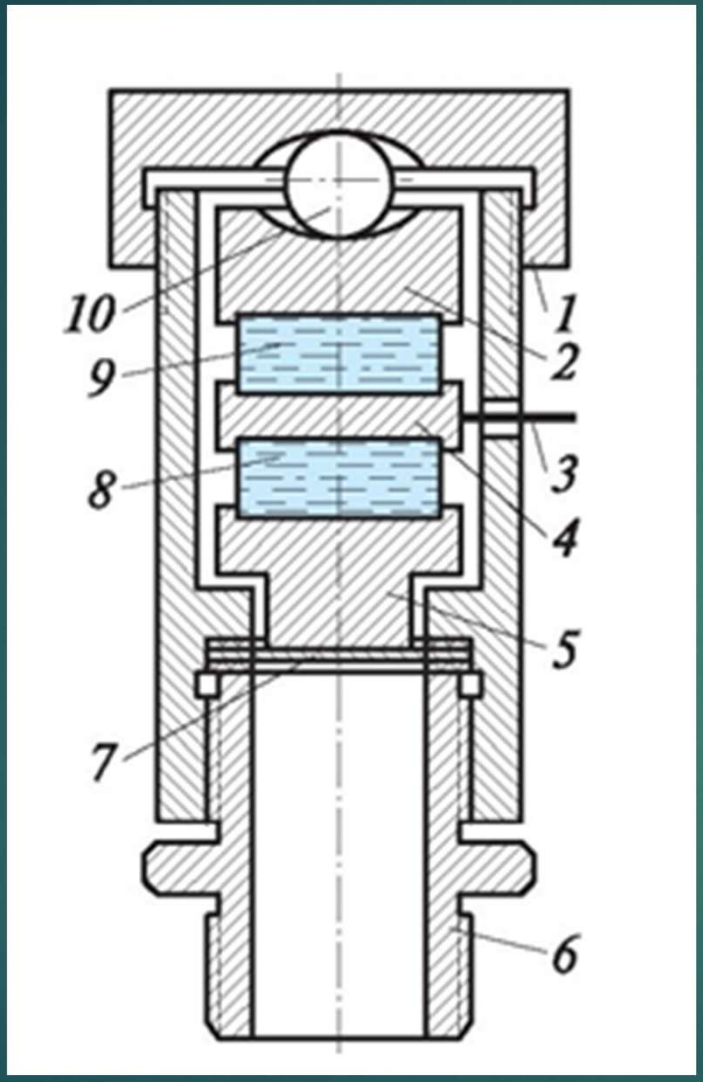


2 сурет. Қысымды өлшеу құралдарының деформациялық сезгіш элементтері

Мембраналарды, сильфондарды және серіппелі түтікшелерді дайындау үшін жеткілікті жоғары иілгіштігімен, серпімділігімен, коррозияға қарсы тұрақтылығымен, параметрлердің температура өзгерулерінен төмен тәуелділігімен ерекшеленетін қоланы, латуньды, хромникель қорытпаларын пайдаланады.

Мембраналық аспаптарды бейтарап газ орталарының кішігірім қысымын өлшеу үшін (40 кПа дейін) пайдаланады. Аталған аспаптардың дәлдік класы 2,5.

Электрлік манометрлер және вакуумметрлер. Жартылай өткізгіштік техниканың және микроэлектрониканың дамуы қысымды шамалардың кең диапазонында өлшеудің неғұрлым жетілген құралдарын дайындауға және жасауға мүмкіндік береді. Бұл топтың аспаптарының әрекеті кейбір матриалдардың өз электрлік параметрлерін қысымның әсерінен өзгерту қасиетіне негізделген. Пьезоэлектрлік манометрлерді $8 \cdot 10^3$ ГПа дейін сезгіш элементке жол берілетін жүктемесі бар механизмдегі жоғары жиілікпен жүріп тұратын қысымды өлшеу барысында пайдаланады. Пьезоэлектрлік манометрдегі механикалық кернеулерді электр тогының тербелістеріне түрлендіретін сезгіш элементтер кварцтан, барий титанатынан немесе ЦТС типті керамикадан (цирконат-титанат свинца - қорғасынның цирконат-титанаты) жасалған қалыңдығы бірнеше миллиметрлік, цилиндер немесе тікбұрыш формалы пластиналар болып табылады.



2 сурет. Пьезоэлектрлік манометр түрлендіргішінің құрылымы:

1 — қақпақ;

2, 4және5 — металл төсемелер;

3 — өткізгіш;

6 — штуцер;

7 — мембрана;

8және 9 — пьезоэлементтер;

10 — шар

Электр зарядының шамасы қысымға тіке пропорционал болады:

$$q = kpS,$$

мұнда q— заряд, Кл; $к$ — пьезоэлектрлік үнемі, Кл/Н; p— қысым, Па; S— пластиналардың бетінің алаңы, м^2.

Бақылау сұрақтары:

1. Қысым және қысымдар айырымын өлшеу әдістері мен құралдарын сипаттаңыз.
2. Сұйықтық манометрлердің түрлері мен жұмыс істеу принципіне тоқталыңыз.
3. Деформациялық манометрлердің сезгіш элементтерін талдаңыз.
4. Пьезоэлектрлік манометрлердің жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз.

Әдебиеттер:

1. Шишмарёв В.Ю. Технические измерения и приборы. –М.: Академия, 2022. – 380с.
2. Плисс Е. М. Физико-химические методы анализа: учебник для вузов. — М.: Юрайт, 2025. — 198 с.
3. Инструментальные методы в химии / под ред. В. В. Лунина, А. К. Буряка. — М.: КУРС, 2024. — 360 с.
4. Зайдель А.Н. «Ошибки измерений физических величин». Лань, 2005

Назарларыңызға рахмет!

