

# ЧАСТИНА 1. ОСНОВНІ ВЕЛИЧИНИ, ЗАКОНИ І ПОНЯТТЯ ГІДРАВЛИКИ та ГАЗОДІНАМИКИ

## РОЗДІЛ 1.

### ПОНЯТТЯ ПРО ТИСК ТА ЙОГО ВИДИ

#### 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Тиск - величина скалярна та представляє собою силу, ділену на площу. Одиниця вимірювання тиску в системі СІ -  $\text{Н/м}^2$ , **Па (Паскаль)**. Найбільше часто користуються одиницею **МПа =  $10^6$  Па**. Одиниці, які допускались раніше: міліметр ртутного стовпчика (**мм. рт. ст.**); метр водяного стовпчика (**м. вод. ст.**); фізична атмосфера (**атм**) = **760 мм. рт. ст.**; технічна атмосфера (**ат**) = **1 кгс/м<sup>2</sup>**.

Співвідношення між одиницями вимірювання тиску:

<b>1 ат.</b>	<b>= 98,0665 кПа</b>	<b>= 0,1 МПа</b>
<b>1 м. вод. ст.</b>	<b>= 9,80665 кПа</b>	<b>= <math>1 \cdot 10^{-2}</math> МПа</b>
<b>1 мм. рт. ст.</b>	<b>= 133,3234 кПа</b>	<b>= <math>1,33 \cdot 10^{-3}</math> МПа</b>
<b>1 атм.</b>	<b>= 101,325 кПа</b>	<b>= 0,1 МПа</b>

При розрахунку гідравлічних та пневматичних систем найчастіше використовуються такі назви тисків: атмосферний (барометричний); манометричний (надлишковий); вакуумметричний; абсолютний. Розглянемо їхню взаємодію щодо основного рівняння гідростатики:

$$p = p_0 + \rho g h, \quad (1.1)$$

де **p** - абсолютний тиск у точці, яка знаходиться всередині рідини;  
**p<sub>0</sub>** - тиск газоподібного середовища на вільну поверхню рідини (гідростатичний тиск на вільній поверхні рідини);  
**p** - щільність рідини;  
**g** - прискорення вільного падіння;  
**h** - висота стовпа рідини.

Якщо абсолютний тиск (при **p<sub>0</sub> = p<sub>б</sub>**, де **p<sub>б</sub>** - барометричний тиск) більший за барометричний, то їх різницю називають манометричним тиском **p<sub>ном</sub>**; т. е. манометричний тиск є надлишок тиску в даній точці над барометричним. Тому його називають також надлишковим тиском. Якщо абсолютний тиск менший за барометричний, то їх різницю називають вакуумметричним тиском або просто вакуумом (розрідженням).

#### 2. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРИ РОЗРАХУНКАХ ГІДРОСИСТЕМ

При розрахунку гідросистем необхідно враховувати таке:

1. У замкнутій ємності, з'єднаній з лінією нагнітання, тиск відповідно до закону Паскаля діє на всі боки з однаковою величиною (рис. 1.1, а).

2. У замкнутій ємності з кількома поршнями (плунжерами) (рис. 1.1, б) на всі поршні (плунжери) діє однаковий тиск, але теоретична величина зусилля (без урахування сил тертя) на кожному поршні (плунжері) буде пропорційна його площі, т. е.

$$F_1 = p S_1; \quad F_2 = p S_2 \quad \text{и т. д.}$$

3. Зусилля на поршні (плунжері) не залежить від конфігурації його поверхні і дорівнює добутку тиску на робочу площу (рис. 1.1, в).

4. Через опори в гідросистемі величина тиску в кінці магістралі буде завжди меншою від початкового тиску (рис. 1.1, г).

5. При підвищенні тиску робочої рідини потужність гідроприводу, за інших рівних умов, пропорційно підвищується.

6. Повний тиск у будь-якому потоці (закритому) складається із статичного та динамічного тисків. Відповідно до закону Бернуллі сума цих тисків зберігається. У разі збільшення швидкості потоку динамічна складова зростає, а статична зменшується.

7. У відкритих резервуарах (наприклад, у баках для робочої рідини) еюра тиску на вертикальну стінку (рис. 1.1, д) є прямокутним трикутником з висотою  $h$  і основою  $h \cdot \gamma$ , де  $\gamma$  - питома вага рідини,  $\text{Н/м}^3$ . Та ж картина буде мати місце і при похилій стінці (рис. 1.1, е). Тільки тут результуюча сила  $F$ , що дорівнює добутку тиску на площу, розбиватиметься на дві складові  $F_1$  і  $F_2$ , які слід враховувати при розрахунку резервуара на міцність. Тиск на горизонтальну стінку дорівнюватиме  $\gamma/S_r$ , де  $S_r$  - площа горизонтальної стінки.

8. У закритих резервуарах з надлишковим тиском  $p_0$  на поверхні рідини (рис. 1.1 ж) еюра тиску на стінку  $AB$  являє собою трапецію  $ABCD$  з висотою  $h$  і основою  $p_0$  і  $p_0 + \gamma h$ . Еюра тиску є трапецією і в тому випадку, коли посудина відкрита і визначається тиск не на всю стінку  $ABC$ , а тільки на заглиблену її частину.

9. Центр застосування зосередженої сили  $F$  розташовується в центрі тяжіння еюри. Для трикутних еюр, як зазначалося раніше, центр тяжіння знаходиться на відстані  $1/3$  довжини катетів від точки  $B$ . Схема знаходження центру тяжіння для трапецієподібної еюри показана на рис. 1.1, з.

10. Сила тиску  $F$  на довільну криволінійну поверхню  $S$  визначається за такою формулою:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}, \quad (1.2)$$

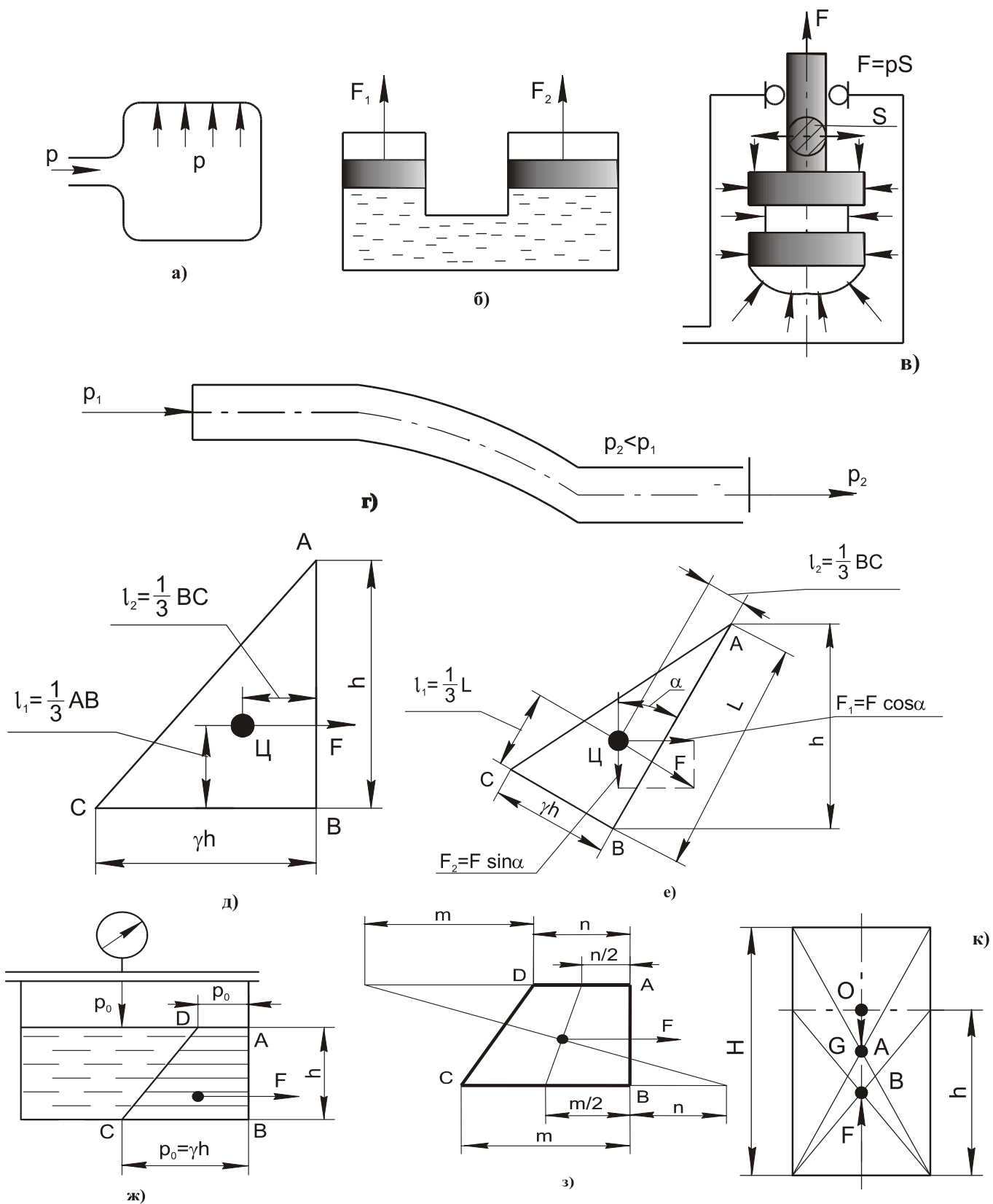


Рисунок 1.1 - Схеми дії тиску рідини

де  $F_x, F_y, F_z$  - проекція сили  $F$  на координатні вісі  $ox, oy$  и  $oz$ ;

$$F_x = \gamma h' S_{yoz};$$

$$F_y = \gamma h'' S_{xoz};$$

$$F_z = \gamma V;$$

$S_{yoz}, S_{xoz}$  - площа вертикальних проекцій поверхні  $S$  відповідно на координатні площини  $yoz, xoz$ ;

$h', h''$  - глибини занурення центрів тяжіння площі вертикальних проекцій.

11. На всяке тіло, повністю чи частково занурене в рідину (закон Архімеда) (рис. 1.1, κ), діє дві сили: сила тяжіння

$$G = \gamma_T V \quad (1.3)$$

и Архімедові сила

$$F = \gamma V, \quad (1.4)$$

де  $\gamma_T$  и  $\gamma$  - відповідно питома вага тіла та рідини;

$V$  - об'ємна водотоннажність, тобто об'єм рідини, що витісняється тілом.

Сила тяжкості прикладена у точці  $A$ , а Архімедова сила спрямована вгору і прикладена у центрі об'ємного водотоннажності – точці  $B$ .

Розрізняють три випадки стану тіл:

1)  $G > F$  або  $\gamma_T > \gamma$  - тіло тоне;

2)  $G = F$  або  $\gamma_T = \gamma$  - тіло перебуває у зваженому стані;

3)  $G < F$  або  $\gamma_T < \gamma$  - тіло утримується на поверхні.

Таким чином, умова для утримання тіла на поверхні рідини може бути представлена виразом

$$V_0 / V = \gamma_T / \gamma,$$

де  $V_0$  - об'єм частини зануреного в рідину тіла.

12. Величини тисків стандартизовані та регламентуються відповідними нормативними документами. Зокрема прийнято такий ряд тисків, МПа: 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250.