3.10 Місцеві опори.

1. Види опорів.
2. Визначення місцевих втрат. Еквівалентна довжина трубопроводу.

1. Види місцевих опорів.

Гідравлічні опори - це будь-які перешкоди на шляху руху рідин, що викликають деформацію потоку у вигляді зміни швидкості руху за величиною чи напрямком або за величиною і напрямком одночасно.

Гідравлічні опори поділяються на опори по довжині й місцевіопори.

Опори по довжині обумовлені шорсткістю стінок русла і в'язкістю рідини. Вони рівномірно розподілені по всій довжині потоку, а тому її мають відповідну назву.

Місцеві опори обумовлені місцевою деформацією потоку, яка викликається зміною напрямку чи розмірів русла (трубопроводу чи відкритого русла), пристроями запірно-регулюючої арматури (крани, вентилі, засувки), фасонними частинами (муфти, трійники, хрестовини, тощо) та іншими пристроями.

На подолання гідравлічних опорів потоком витрачається напір (енергія).

Загальні втрати напору, згідно з рівнянням Бернуллі для потоку реальної рідини $h_в$, складаються з втрат напору по довжині $h_{дов}$ та в місцевих опорах $h_м$ тобто

$$\mathbf{h_в = h_{дов} + h_м}\ , \qquad (3.10.1)$$

2. Визначення місцевих втрат. Еквівалентна довжина трубопроводу.

Втрати напору в місцевих опорах. Втрати напору в місцевих опорах при турбулентному режимі руху рідин визначаються за формулою

$$h_м = \zeta \frac{V^2}{2g}, \qquad (3.10.2)$$

де ζ- коефіцієнт місцевого опору;

V - середня швидкість руху рідини в перерізі за місцевим опором.

Для переважної більшості місцевих опорів коефіцієнт місцевого опору визначається дослідним шляхом (табл. 3.10.1), і тільки для деяких з них вім може бути визначений теоретично.

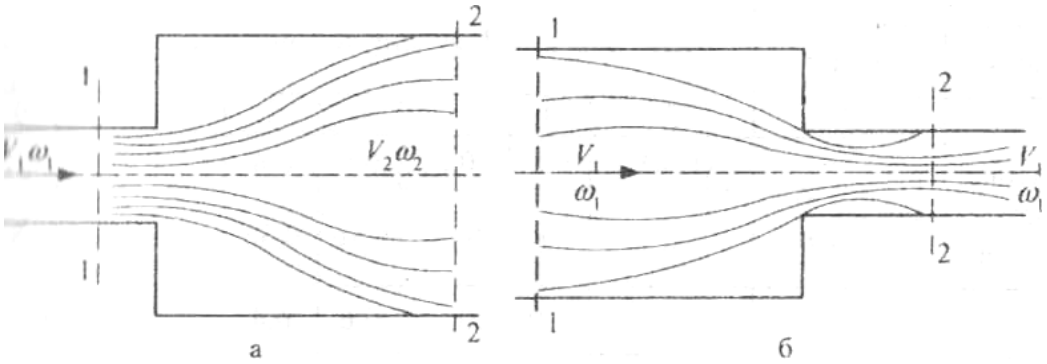


Рис. 3.10.1 Схема місцевих гідравлічних опорів:
а - раптове розширення; б - раптове звуження

Раптове розширення трубопроводу. Це широко розповсюджений тип місцевого опору, коли трубопровід з меншим діаметром переходить у трубопровід з більшим діаметром (рис. 3.10.1, а).

Втрати напору при раптовому розширенні трубопроводу визначаються за формулою Борда

$$h_{рр} = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}, \qquad (3.10.3)$$

де V_1 і V_2- середні швидкості руху рідини в перерізах відповідно 1-1 і 2-2.

Знайдемо коефіцієнт місцевого опору через середні швидкості V_1або V_2.

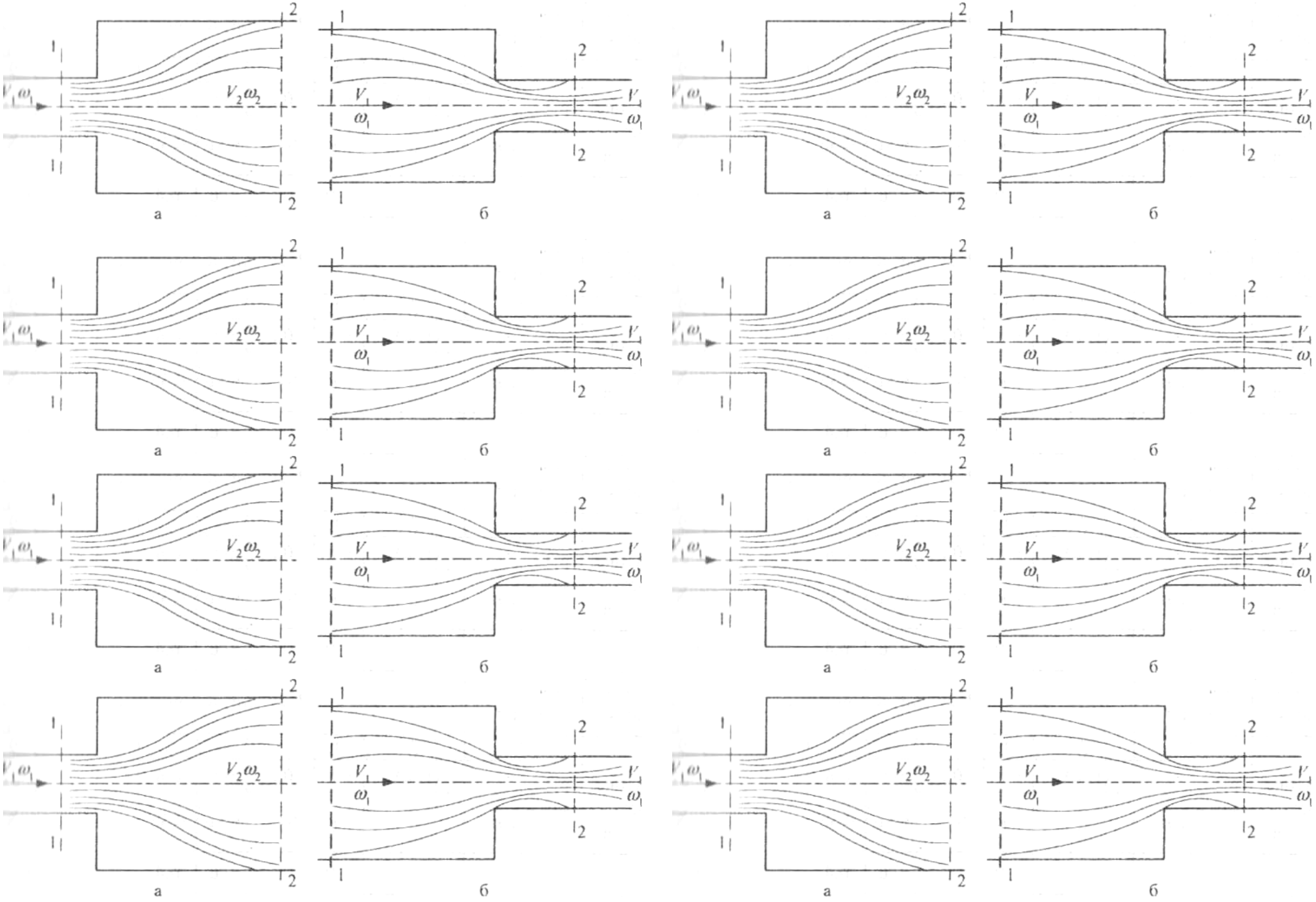
З урахуванням рівняння нерозривності потоку $V_1\omega_1 = V_2\omega_2$втрати напору залежно від швидкостей V_1і V_2дорівнюють

$$h_{\text{р р1}} = (1 - \frac{\omega_1}{\omega_2})^2 \frac{V_1^{\ 2}}{2g}; \quad h_{\text{р р2}} = (\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1)^2 \frac{V_2^{\ 2}}{2g}, \tag{3.10.4}$$

Звідки коефіцієнти місцевого опору дорівнюють

$$\zeta_{\text{р р1}} = (1 - \frac{\omega_1}{\omega_2})^2; \quad \zeta_{\text{р р2}} = (\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1)^2, \tag{3.10.5}$$

Раптове звуження трубопроводу. Це також широко розповсюджений тип місцевого опору (рис. 3.10.1, б), при цьому трубопровід з більшим діаметром переходить у трубопровід з меншим діаметром.


1
2
$V_1\omega_1$
$V_2\omega_2$
V_1
ω_1
а
б