

УПРАЖНЕНИЕ № 13

ТЕМА: ОПРЕДЕЛЯНЕ ЗАГУБИТЕ ОТ МЕСТНИ СЪПРОТИВЛЕНИЯ

ЦЕЛ: Студентите да придобият умения за определяне на загубите от местни хидравлични съпротивления при ламинарни и турбулентни течения в тръбопроводи, при различни състояния на повърхността на обтечените стени и различен температурен режим на флуида.

Теоретична част.

Загубите на механична енергия на местните съпротивления се появяват при изменение на големината и посоката на скоростта, което е съпроводено с откъсване на течението и вихрообразуване. Входът в тръбопровод, разширенията и стесненията, колената, разклоненията, дроселните устройства и други са източници на допълнителни хидравлични загуби, които се **наричат местни съпротивления**. В напорните тръбопроводи с големи дължини загубите от местни съпротивления са малки в сравнение с линейните загуби. В тръбопроводните системи на вентилационните, климатичните, пневмотранспортните и други уредби, където поради малките им линейни участъци, местните съпротивления са значително по-големи от линейните.

От подобие на явленията в различните тръбопроводни елементи за местно съпротивление може да се счита, че загубите на механична енергия зависят от геометрията, формата, на проточната част на елемента и числото на Рейнолдс.

Коефициент на местно съпротивление се определя по израза:

$$\xi = \frac{\Delta p_{з.м.с}}{\rho \frac{V_m^2}{2}} \quad (13.1)$$

Загубите от местно съпротивление се определят съгласно зависимостта:

$$\Delta p_{з.м.с.} = \xi \frac{\rho V_m^2}{2}. \quad (13.2)$$

Местните съпротивления могат да се изразят чрез **еквивалентната дължина** $l_{екв}$ на тръбопроводен участък, съпротивлението от триене, на който има същата стойност, т.е.:

$$\xi \frac{\rho V_m^2}{2} = \lambda \frac{l_{екв}}{d} \frac{\rho V_m^2}{2}. \quad (13.3)$$

където

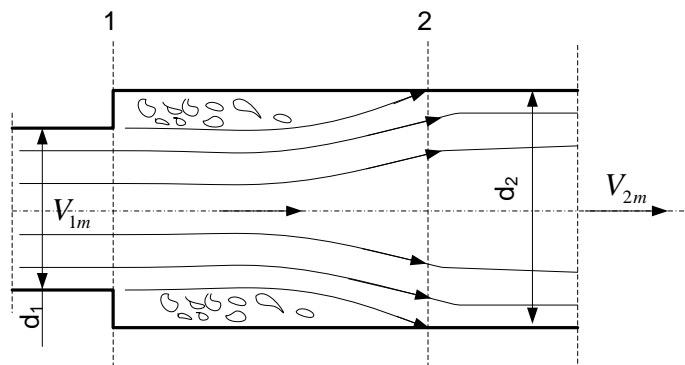
$$l_{екв} = \xi \frac{d}{\lambda} \quad \text{или} \quad \frac{l_{екв}}{d} = \frac{\xi}{\lambda} \quad (13.4)$$

Тъй като коефициентът λ зависи от Re освен в квадратичната област, то една и съща стойност на коефициента на местно съпротивление ще съответства на различни еквивалентни дължини.

Видовете местни съпротивления могат да се разделят условно на *няколко групи*: местни съпротивления от промяна на големината на скоростта, от промяна на направлението на скоростта на течението, поради разделяне или сливане на течения, а също така в следствие на включването на устройства за регулиране и управление на течението.

Местни съпротивления от промяна на големината на скоростта

Към този вид местни съпротивления се отнасят внезапните стеснения и разширения, конвергентните и дивергентните участъци на теченията, а също така и входният и крайният участък от тръбопроводите. Пример за елемент на местно съпротивление е **внезапното разширение** на тръбопровод от диаметър d_1 на d_2 (фиг. 13.1). Течението се откъсва още от ръба на мястото на разширение и по-нататък в широката част на тръбопровода то се движи във форма на струя, като пространството между нея и стената е запълнено от вихрова област. Струята постепенно се разширява, като се размесва с флуидните частици от вихровата област и на известно разстояние $l \approx 10d_2$ тя заема цялото напречно сечение.



фиг. 13.1. Внезапно разширение

Коефициентът на местно съпротивление се определя съгласно уравнение (13.5), получено по аналитичен път и се потвърждава от експериментални резултати, като най-добро съвпадение има при по-големи числа на Рейнолдс.

$$\xi = \left(\frac{f_2}{f_1} - 1 \right)^2 \tag{13.5}$$

Ако диаметърът d_2 стане много голям, се получава случаят на **изтичане на струя в неограничено пространство**. Коефициентът на местно съпротивление ξ' , отнесен към скоростта V_{1m} , се определя от връзката:

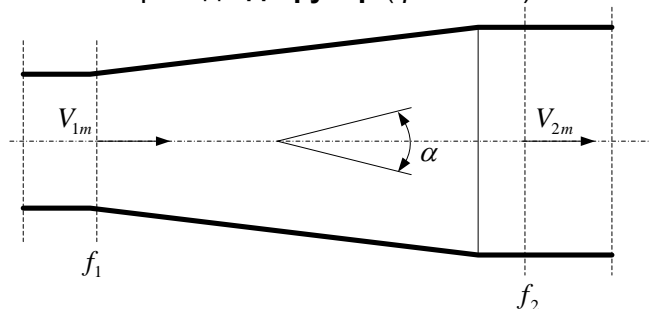
$$\Delta p_{з.м.с.} = \xi' \frac{\rho V_{1m}^2}{2},$$

където:

$$\xi' = \left(1 - \frac{f_1}{f_2}\right)^2.$$

При $d_2 \rightarrow \infty$ се получава $\xi'=1$, което означава, че цялата кинетична енергия $\frac{\rho V_{1m}^2}{2}$ на изтичащата струя се губи, какъвто е случаят при изтичане на свободните струи или при изтичане в резервоар с големи размери.

За намаляване на загубите от местно съпротивление вместо с внезапно разширение преминаването в по-голямо напречно сечение се извършва чрез плавен преход - **дифузор** (фиг. 13.2).



фиг. 13.2. Дифузор

За определяне на коефициента на местно съпротивление на дифузори се използва зависимостта:

$$\xi = K \left(\frac{f_2}{f_1} - 1 \right)^2, \quad (13.6)$$

в която коефициентът K зависи от ъгъла на разширение α по табл. 13.1.

Таблица 13.1.

Зависимост на K от ъгъла на разширение α

α° ,	2.5	5	10	15	20	25	30	40	60	90	180
K	0,18	0,13	0,166	0,27	0,43	0,62	0,81	1,03	1,21	1,12	1

В таблица 13.2. са показани максималните стойности на ъгъла на разширение α , на дифузори, при които няма откъсване в зависимост от Re .

Таблица 13.2

Минимални стойности на α в зависимост от Re

Re	$5 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$
$\alpha, 0$	10	8.5	7.5	6.5